


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета инженерно-физического
факультета высоких технологий
от « 18 » мая 2021 г., протокол № 10

Председатель _____ /В.В. Рыбин/
(подпись)

« 18 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Наименование кафедры	Физического материаловедения
Курс	4

Направление (специальность): **28.03.02 «Наноинженерия»**
код направления (специальности), полное наименование

Направленность
(профиль/специализация) **Нанотехнологии и наноматериалы**
полное наименование

Форма обучения **очная**
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2021 г.



Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Сабитов О.Ю.	Радиофизики и электроники	Проф. кафедры РФЭ, д.ф.-м.н., доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой РФЭ, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой Физического материаловедения
 _____/ Гурин Н.Т./ Подпись	 _____/В.Н. Голованов/ (подпись) (ФИО)
ФИО « <u>11</u> » мая 2021 г.	« <u>30</u> » апреля 2021 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ


В рабочую программу дисциплины «Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок»

Направление (специальность): **28.03.02 Наноинженерия (бакалавриат)**

Направленность (профиль/специализация): **Нанотехнологии и наноматериалы**

Форма обучения: **очная**

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой	Подпись	Дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков расчета, необходимых для решения современных задач микроминиатюризации электронных устройств в виде ГИС с учетом оптимального обеспечения их схемотехнических, массогабаритных и надежностных характеристик, включая конструктивно-технологическую идеологию устройств в целом.

Задачи освоения дисциплины:


- усвоение основных принципов конструирования гибридных интегральных схем и микросборок;
- овладение методами расчета элементов гибридных интегральных схем и микросборок;
- подготовка студентов к практическому применению полученных знаний при разработке и исследовании гибридных интегральных схем и микросборок в экспериментальной радиофизике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок» является дисциплиной по выбору основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 28.03.02 «Наноинженерия». Она охватывает широкий круг вопросов и связана со многими дисциплинами, направленными на формирование компетенций, необходимых для решения современных задач исследования, разработки и конструирования гибридных интегральных схем и микросборок.

Дисциплина «Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок» предлагается студентам в 8-ом семестре 4-ого курса очной формы обучения и основывается на компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения предшествующих учебных дисциплин учебного плана:

- Ознакомительная практика
- Электричество и магнетизм
- Теория колебаний
- Колебания и волны, оптика
- Технологическая (проектно-технологическая) практика
- Атомная и ядерная физика
- Испытания изделий
- Материаловедение наноматериалов и наносистем
- Нанометрология
- Радиоэлектроника
- Физика конденсированного состояния вещества
- Методы диагностики в нанотехнологиях
- Высоковакуумные технологические процессы в наноинженерии
- Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
- Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах
- Физика активных элементов
- Физико-химические основы нанотехнологий
- Оптоэлектронные устройства
- Интегральная и волоконная оптика
- Физика полупроводников
- Методы и средства измерений и контроля
- Микро- и наноэлектроника

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- СВЧ полупроводниковые приборы и методы автоматизированного контроля электропараметров СВЧ-модулей
- Статистическая радиофизика и нанооптика
- Моделирование микро- и наносистем
- Физические основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем
- Композиционные материалы. Металломатричные, с полимерной матрицей.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:


- знать основные законы и уравнения электродинамики;
- иметь представление о физических основах технологии интегральных и пленочных микросхем;
- знать классификацию и номенклатуру интегральных микросхем;
- иметь способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности и самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при прохождении производственной и преддипломной практик, выполнении научно-исследовательской работы, подготовке и сдачи государственного экзамена, подготовке и защите выпускной квалификационной работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-2 Освоение конструктивных особенностей и режимов работы оборудования по производству наноматериалов и наноструктур	Знать: Основные законы теории цепей, основные характеристики и параметры пассивных и активных элементов, законы коммутации в электрических цепях. Уметь: применять основные законы теории цепей при разработке и конструировании гибридных интегральных схем и микросборок. Владеть: физическими основами разработки и конструирования гибридных интегральных схем и микросборок.
ПК-3 Использование методик комплексного анализа структуры и физико-химических свойств наноматериалов и наноструктур	Знать: современные тенденции и проблемы развития конструкций гибридных интегральных схем и микросборок; основные программные пакеты схемотехнического и физикотопологического моделирования гибридных интегральных схем и микросборок. Уметь: анализировать современные тенденции и проблемы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	<p>развития конструкций гибридных интегральных схем и микросборок, используя современные образовательные и информационные технологии.</p> <p>Владеть: понятийным аппаратом и терминологией гибридных интегральных схем и микросборок.</p>
<p>ПК-5 Проведение работ по модернизации оборудования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>Знать: свойства подложек гибридных интегральных схем и микросборок и требования к ним, конструкции пленочных резисторов, конденсаторов и индуктивностей, этапы разработки и особенности топологии тонко- и толстопленочных гибридных интегральных схем и микросборок;</p> <p>Уметь: осуществлять расчет паразитных емкостных, индуктивных и гальванических связей, а теплового режима гибридных интегральных схем и микросборок</p> <p>Владеть: методами расчета пассивных тонко- и толстопленочных элементов гибридных интегральных схем и микросборок; стандартными методами разработки и конструирования гибридных интегральных схем и микросборок с применением информационно-коммуникационных технологий.</p>


4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 108

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам 8
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	63/63	63/63
Аудиторные занятия:		
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	14/14	14/14
• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*	49/49	49/49
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. – ПрП)*	–	–
Самостоятельная работа	45/45	45/45
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, устный опрос	тестирование, устный опрос
Курсовая работа		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108/108	108/108

* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистан-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


ционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения

*часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Введение	9	1	4			4	тестирование, устный опрос
2. Конструирование и расчет элементов гибридных интегральных схем	13	2	6			5	тестирование, устный опрос
3. Проектирование топологии тонко- и толсто пленочных гибридных интегральных схем	13	2	6			5	тестирование, устный опрос
4. Контрольно-проверочные расчеты топологии гибридных интегральных схем	13	2	6			5	тестирование, устный опрос
5. Технология изготовления гибридных интегральных схем	9	1	4			4	тестирование, устный опрос
6. Качество и	9	1	4			4	тестиро-


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

надежность гибридных интегральных схем							вание, устный опрос
7. Конструктивно-технологические особенности гибридных интегральных схем высокой степени интеграции и функциональной сложности	13	2	6			5	тестирование, устный опрос
8. Особенности производства микросборок. Конструктивно-технологические разновидности микросборок, их назначение и области применения	11	1	5			5	тестирование, устный опрос
9. Автоматизированное проектирование гибридных интегральных схем	9	1	4			4	тестирование, устный опрос
10. Конструктивно-технологические особенности межъячеичного монтажа	9	1	4			4	тестирование, устный опрос
Итого	108	14	49			45	

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Введение. Современное состояние, задачи и проблемы комплексной микроминиатюризации микроэлектронной аппаратуры (МЭА). Уровни конструктивной иерархии современной МЭА. Основные принципы конструирования гибридных интегральных схем (ГИС). Классификация ГИС. Требования к современным ГИС.

Тема 2. Конструирование и расчет элементов ГИС. Свойства подложек, требования к

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

подложкам ГИС. Конструкции и расчет тонко- и толстопленочных резисторов различной формы. Подгонка пленочных резисторов. Материалы пленочных резисторов. Конструкции и расчет тонко- и толстопленочных конденсаторов. Подгонка пленочных конденсаторов. Материалы пленочных конденсаторов. Конструкции и расчет пленочных индуктивностей. Конструкции и расчет распределенных тонкопленочных РС- структур. Расчет пленочных проводников и контактных площадок. Материалы проводников и контактных площадок. Навесные компоненты ГИС. Их виды и особенности конструкции.

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толстопленочных ГИС Этапы разработки и особенности топологии тонко- и толстопленочных ГИС. Конструктивные и технологические ограничения при проектировании тонко- и толстопленочных ГИС.

Тема 4. Контрольно-проверочные расчеты топологии ГИС. Расчет паразитных емкостных, индуктивных и гальванических связей в ГИС. Расчет теплового режима ГИС.

Тема 5. Технология изготовления ГИС. Основные технологические методы и операции изготовления тонко- и толстопленочных элементов ГИС. Сборка ГИС. Микромонтаж навесных компонентов. Проволочный микромонтаж и присоединение выводов. Герметизация ГИС. Виды корпусов ГИС. Защита бескорпусных компонентов ГИС. Контроль герметичности корпусов ГИС. Бескорпусная герметизация ГИС. Обеспечение влагозащиты ГИС.

Тема 6. Качество и надежность ГИС.

Тема 7. Конструктивно-технологические особенности ГИС высокой степени интеграции и функциональной сложности. Общее представление о БГИС. Конструкции и технология изготовления коммутационных плат с многоуровневой разводкой. Многослойные платы из полиимидной пленки, многослойные керамические платы. Рекордные результаты, достигнутые при создании многоуровневой разводки на основе многослойных плат из полиимидной пленки и многослойных керамических плат. Конструкция и технология изготовления мощных БГИС на стальных эмалированных подложках.

Тема 8. Особенности производства микросборок. Конструктивно-технологические разновидности микросборок, их назначение и области применения. Проектирование ГИС, микросборок (МСБ) СВЧ-диапазона. Типы СВЧ-ГИС. Расчет микрополосковой линии передачи СВЧ-ГИС. Расчет линейных элементов СВЧ-ГИС. Виды активных бескорпусных элементов СВЧ-ГИС.

Тема 9. Автоматизированное проектирование ГИС.


Тема 10. Конструктивно-технологические особенности межъячеичного монтажа. Структурные уровни МЭА. Компонентные схемы ячеек МЭА. Межуровневая и межъячеичная коммутация. Гибкие кабели-шлейфы. Эластичные соединители. Герметизация ячеек МЭА. Основные тенденции и определяющие аспекты развития гибридной технологии МЭА на современном этапе.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толстопленочных ГИС.

Практическая работа 1. Изучение конструкций гибридных интегральных микросхем.

Цель: Изучение конструкций пленочных и гибридных интегральных микросхем. **Содержание Практической работы:** пользуясь справочными данными на ГИС, идентифицировать отдельные топологические участки с элементами исследуемой ГИС; с помощью микроскопа типа МБС оценить размеры заданных пленочных резисторов и конденсаторов; с помощью микроскопа-интерферометра типа МИИ-4 измерить толщину резистивной пленки одного из заданных резисторов ГИС. **Результаты Практической работы:** эскиз топологии исследуемой пленочной (гибридной) ИМС; значения размеров заданных пленочных резисторов и конденсаторов; величина толщины резистивной пленки одного из заданных резисторов ГИС.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Тема 2. Конструирование и расчет элементов гибридных интегральных схем.

Практическая работа 2. Конструкции и проектирование тонко- и толсто пленочных резисторов ГИС.

Цель: Изучение конструкций и проектирование тонко- и толсто пленочных резисторов ГИС. **Содержание Практической работы:** ознакомиться с конструкциями тонко- и толсто пленочных резисторов ГИС, спроектировать тонко- или толсто пленочный резистор ГИС по заданным параметрам. **Результаты Практической работы:** параметры тонко- или толсто пленочного резистора ГИС.

Тема 2. Конструирование и расчет элементов гибридных интегральных схем.

Практическая работа 3. Конструкции и проектирование тонко- и толсто пленочных конденсаторов ГИС.

Цель: Изучение конструкций и проектирование тонко- и толсто пленочных конденсаторов ГИС. **Содержание Практической работы:** ознакомиться с конструкциями тонко- и толсто пленочных конденсаторов ГИС, спроектировать тонко- или толсто пленочный конденсатор ГИС по заданным параметрам. **Результаты Практической работы:** параметры тонко- или толсто пленочного конденсатора ГИС.

Тема 2. Конструирование и расчет элементов гибридных интегральных схем.

Практическая работа 4. Конструкции и проектирование тонко- и толсто пленочных индуктивностей ГИС.

Цель: Изучение конструкций и проектирование тонко- и толсто пленочных индуктивностей ГИС. **Содержание Практической работы:** ознакомиться с конструкциями тонко- и толсто пленочных индуктивностей ГИС, спроектировать тонко- или толсто пленочную индуктивность ГИС по заданным параметрам. **Результаты Практической работы:** параметры тонко- или толсто пленочной индуктивностей ГИС.

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толсто пленочных ГИС.

Практическая работа 5. Анализ технического задания и разработка коммутационной схемы ГИС.

Цель: Провести анализ технического задания и разработать коммутационную схему ГИС. **Содержание Практической работы:** На основе справочных данных провести анализ технического задания проектирования ГИС. Разработка коммутационной схемы ГИС. **Результаты Практической работы:** эскиз коммутационной схемы ГИС.

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толсто пленочных ГИС.

Практическая работа 6. Компоновка элементов и проектирование эскиза топологии ГИС.

Цель: Провести компоновку пассивных элементов ГИС и разработать топологию ГИС. **Содержание Практической работы:** На основе справочных данных провести компоновку пассивных элементов ГИС и разработать топологию ГИС. **Результаты Практической работы:** эскиз топологии ГИС.

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толсто пленочных ГИС.


Практическая работа 7. Разработка технических требований на сборку ГИС

Цель: Разработать технические требования на сборку ГИС, выбрать конструкцию корпуса ГИС, разработать послойные чертежи ГИС. **Содержание Практической работы:** Разработка технических требований на сборку ГИС, на основе справочных данных обоснование выбора конструкции корпуса ГИС, разработка и выполнение послойных чертежей ГИС. **Результаты Практической работы:** технические требования на сборку ГИС, конструкция корпуса ГИС, послойные чертежи ГИС.

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толсто пленочных ГИС.

Практическая работа 8. Контрольно-проверочный анализ паразитных связей ГИС

Цель: Контрольно-проверочный анализ паразитных емкостных, индуктивных и гальванических связей ГИС. **Содержание Практической работы:** Оценка и анализ паразитных емко-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

стных, индуктивных и гальванических связей ГИС. **Результаты Практической работы:** Величины паразитных сопротивлений, емкостей и индуктивностей.

Тема 3. Проектирование топологии тонко- и толсто пленочных ГИС.

Практическая работа 9. Анализ теплового режима ГИС

Цель: Анализ теплового режима пассивных элементов ГИС. **Содержание Практической работы:** Оценка и анализ теплового режима резистивных, емкостных и индуктивных элементов ГИС. **Результаты Практической работы:** Величины рассеиваемых мощностей резистивных, емкостных и индуктивных элементов ГИС.

Тема 5. Технология изготовления гибридных интегральных схем.

Практическая работа 10. Изучение установки трафаретной печати

Цель: Изучить конструкцию и принцип действия установки трафаретной печати. **Содержание Практической работы:** С помощью установки трафаретной печати и предложенного трафарета получить на керамической подложке ГИС резистивную, проводящую и диэлектрическую пленки. Осуществить вжигание полученных пленок в печи. **Результаты Практической работы:** резистивная, проводящая и диэлектрическая пленки на керамической подложке ГИС.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ


Данный вид работы не предусмотрен УП.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Современное состояние, задачи и проблемы комплексной микроминиатюризации микронной аппаратуры.
2. Уровни конструктивной иерархии современности МЭА.
3. Гибридные интегральные схемы. Основные понятия. Классификация ГИС по технологическому принципу изготовления.
4. Достоинства ГИС. Основные требования, предъявляемые к ГИС и функционально сложным устройствам МЭА на их основе.
5. Свойства подложек ГИС. Требования к подложкам. Материалы подложек.
6. Конструкции и порядок расчета тонко- и толсто пленочных резисторов различной формы. Требования к пленочным резисторам.
7. Исходные данные для расчета. Подгонка пленочных резисторов. Материалы пленочных резисторов.
8. Конструкции и порядок расчета тонко- и толсто пленочных конденсаторов. Исходные данные для расчета.
9. Подгонка пленочных конденсаторов. Материалы пленочных конденсаторов.
10. Конструкции и порядок расчета пленочных индуктивностей.
11. Конструкции и порядок расчета тонко пленочных распределенных RC-структур.
12. Порядок расчета тонко- и толсто пленочных проводников и контактных площадок. Требования к проводникам и контактным площадкам. Структура проводников.
13. Конструкция перемычек мест пересечения проводников. Паразитные параметры проводников. Материалы проводников и контактных площадок.
14. Навесные компоненты ГИС. Их виды и особенности конструкции. Критерии выбора навесных компонентов ГИС.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


14. Этапы разработки и особенности топологии тонко- и толсто пленочных ГИС. Исходные данные для проектирования топологии ГИС.
16. Этапы разработки топологии ГИС. Оценка качества разработки топологии ГИС.
17. Комплект конструкторской документации. Конструкторско-технологические ограничения при проектировании ГИС.
18. Порядок расчета паразитных емкостных и индуктивных связей ГИС.
19. Порядок расчета паразитных гальванических связей ГИС.
20. Порядок расчета теплового режима ГИС. Основные механизмы теплопередачи.
21. Этапы расчета теплового режима ГИС. Порядок расчета зоны защиты ГИС.
22. Основные технологические методы и операции изготовления тонко- и толсто пленочных элементов ГИС. Рекомендации по применению методов изготовления ГИС.
23. Сборка ГИС. Микромонтаж навесных компонентов.
24. Проволочный микромонтаж и присоединение внешних выводов.
25. Герметизация ГИС. Виды корпусов. Критерии выбора корпуса.
26. Защита бескорпусных компонентов ГИС. Контроль герметичности корпусов. Бескорпусная герметизация ГИС.
27. Обеспечение влагозащиты ГИС. Порядок расчета влагостойкости корпусов. Исходные данные для расчета.
28. Качество и надежность ГИС. Основные физические причины отказов пассивных и активных элементов ГИС. Методы расчета надежности ГИС.
29. Общее представление о БГИС. Конструкции и технология изготовления коммутационных плат с многоуровневой разводкой в БГИС.
30. Рекордные результаты, достигнутые при создании многоуровневой разводки.
31. Конструкция и технология изготовления мощных БГИС на стальных эмалированных подложках. Достоинства и недостатки СЭП.
32. Органические материалы для создания пленочных элементов БГИС на СЭП. Монтаж навесных компонентов и присоединение выводов на СЭП.
33. Особенности производства микросборок. Конструктивно-технологические разновидности МСБ, их назначение и области применения.
34. Конструктивно-технологические особенности межъячеечного монтажа. Структурные уровни МЭА. Конструкции и компоновочные схемы ячеек МЭА.
35. Межуровневая и межъячеечная коммутация. Гибкие кабели-шлейфы.
36. Эластичные соединители. Герметизация ячеек МЭА.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
1. Введение	Проработка учебного материала с использо-	4	тестирование,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	ванием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена		устный опрос, экзамен
2. Конструирование и расчет элементов гибридных интегральных схем	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	5	тестирование, устный опрос, экзамен
3. Проектирование топологии тонко- и толстопленочных гибридных интегральных схем	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	5	тестирование, устный опрос, экзамен
4. Контрольно-проверочные расчеты топологии гибридных интегральных схем	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	5	тестирование, устный опрос, экзамен
5. Технология изготовления гибридных интегральных схем	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	4	тестирование, устный опрос, экзамен
6. Качество и надежность гибридных интегральных схем	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	4	тестирование, устный опрос, экзамен
7. Конструктивно-технологические особенности гибридных интегральных схем высокой степени интеграции и функциональной сложности	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	5	тестирование, устный опрос, экзамен
8. Особенности производства микросборок. Конструктивно-технологические разновидности микросборок, их назна-	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	5	тестирование, устный опрос, экзамен

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

чение и области применения			
9. Автоматизированное проектирование гибридных интегральных схем	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	4	тестирование, устный опрос, экзамен
10. Конструктивно-технологические особенности межъядерного монтажа	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	4	тестирование, устный опрос, экзамен

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:


1. Смирнов, С. В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем : учебное пособие / С. В. Смирнов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. — 115 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13944.html>
2. Основы физики гибридных наноструктур : учебное пособие / А. В. Баранов, В. Г. Маслов, А. О. Орлова, А. В. Федоров. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2014. — 125 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67821.html>

дополнительная:

1. Поляков, В. И. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем : учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» / В. И. Поляков, Э. В. Стародубцев. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2011. — 80 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71504.html>
2. Филяк, М. М. Конструктивно-технологические основы микроэлектроники : учебное пособие / М. М. Филяк. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 112 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30059.html>

учебно-методическая:

1. **Сабитов О. Ю.** Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок» для направления 03.03.03 «Радиофизика» / О. Ю. Сабитов; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7306>.
2. **Сабитов О. Ю.** Лабораторные работы по дисциплине «Конструирование интегральных микросхем, микросборок и СВЧ-модулей» : методические указания / О. Ю. Сабитов; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. – Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/7833>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Согласовано:

Д.И. Библиотечная ОПМ / Тамисева С.А. / С.У. / _____
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

б) Программное обеспечение:

- Операционная система Альт рабочая станция 8;
- Программный пакет Мой Офис.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользова-телей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицин-ских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : элек-тронный.


1.9. Русский язык как иностранный : электронно-образовательный ресурс для иностран-ных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Моск-ва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. поль-зователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользова-телей. – Текст : электронный

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. **Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Зам. начальника
Должность сотрудника УИТиТ

Ключкова А.В.
ФИО



подпись

дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации». Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование: Микроинтерферометр МИИ-4, монохроматор МУМ-2, В/м В7-20/3, В7-43, В7-451, В/м В7-40/3, В7-43, В7-451, В/м В7-20/3, В7-43, В7-451, В/м циф. В7-16-В7-35(В7-16-35), вольтметр В73-42 . Шкаф вытяжной. Лабораторные стенды УЛС ЛПИ. Стенд для исследования оптических свойств материалов электронной техники и параметров оптоэлектронных приборов ФЭ-ОМ. Стенд для исследования свойств полупроводников методом вольтфарадных характеристик МЭ- ВФ. Стенд для исследования температурных и полевых зависимостей, концентрации и подвижности носителей заряда МЭ-ЭХ. Осциллограф АКПП-4115/4А. Вольтметр GDM-78341. Модульный учебный комплекс « Физические основы электроники МУК-ФОЭ2.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик


подпись

профессор кафедры РФЭ

должность

О. Ю. Сабитов

ФИО