

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент И.И. Растворова

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г.Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность (профиль):	Промышленная электроника
Квалификация выпускника:	магистратура
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. О.В.Денисова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 959 от «22» сентября 2017 г.;
- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника», профиль программы «Промышленная электроника».

Составитель:

к. х. н, доц. О.В. Денисова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электронных систем от 25.01.2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент И.И. Растворова

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела
лицензирования, аккредитации и
контроля качества образования

Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического
обеспечения учебного процесса к.т.н.

Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» является изучение методов проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и нанoeлектроники.

Основной задачей дисциплины является :

- получение знаний и практических навыков по проектированию электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и нанoeлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки магистров «11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника» и изучается во 2-ом семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	УК-2.1. Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами УК-2.2. Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла УК-2.3. Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств ОПК-4.2. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, опти-

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		мального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак.часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	32	32
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Самостоятельная работа студентов (СРС)	112	112
Вид промежуточной аттестации (экзамен - Э)	36 (Э)	36 (Э)
Общая трудоемкость дисциплины:		
	ак.час.	180
	зач. ед.	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, выполнение курсовой работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего часов)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоят. работа студента
1.	Раздел 1. Введение. Методы оптимизации в проектировании и в технологических процессах производства	45	2	8	-	35
2.	Раздел 2. Основные технологические процессы производства электронной компонентной базы	54	4	8	-	42
3.	Раздел 3. Технологичность конструкции	45	2	8	-	35
Всего:		144	8	24	-	112
Подготовка к экзамену:		36				
Итого:		180				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Введение. Методы оптимизации в проектировании и в технологических процессах производства	<p>Обзор результатов работы ведущих мировых производителей по дальнейшему совершенствованию изделий классической микроэлектроники. Оптимизация в проектировании, методы оптимизации, критерии оптимизации. Выбор условий. Метод Гаусса-Зейделя, метод градиента, метод крутого восхождения.</p> <p>Методы обеспечения заданной точности выходных параметров выпускаемых функциональных блоков и изделий электроники: полной, неполной и групповой взаимозаменяемости, подгонки, регулировки.</p>	2
2	Раздел 2. Основные технологические процессы производства электронной компонентной базы.	<p>Особенности конструкции и методы изготовления печатных плат. Материалы и основные конструкции печатных плат.</p> <p>Основные этапы технологического процесса сборки радиоэлектронных средств. Технология формирования электрических соединений. Монтаж и установка элементов на печатные платы. Виды монтажа элементов.</p> <p>Процесс пайки, применяемые припой, пасты и флюсы. Пути повышения надежности, качества пайки, снижение трудоемкости и стоимости технологических процессов монтажа. Взаимосвязь между конструкцией паяных соединений и режимами пайки. Основы процессов сварки, термокомпрессии, накрутки.</p> <p>Технология объемного электромонтажа. Особенности проводного монтажа, методы его выполнения, механизация и автоматизация процесса. Особенности технологии поверхностного монтажа (SMT-монтажа). Применяемое оборудование, автоматизация процесса, организация системы контроля качества.</p> <p>Технологические процессы защиты и герметизации электронной аппаратуры.</p>	4
3	Раздел 3. Технологич-	Понятие технологичности конструк-	

	ность конструкции	ции. Основные показатели технологичности, их классификация. Методика расчета комплексного показателя технологичности.	2
		Итого:	8

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	1. Получение задания на курсовое проектирование Поиск информации и использование экспертных оценок по проблеме (по заданию преподавателя) 2. Анализ информации и экспертных оценок современного состояния отечественной и мировой электроники.	8
2	Раздел 2	Особенности конструкции и методы изготовления печатных плат. Материалы и основные конструкции печатных плат. Основные этапы технологического процесса сборки радиоэлектронных средств. Технология формирования электрических соединений. Монтаж и установка элементов на печатные платы. Виды монтажа элементов.	8
3	Раздел 3	Понятие технологичности конструкции. Основные показатели технологичности, их классификация. Методика расчета комплексного показателя технологичности.	8
Итого:			24

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация и консультация накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Введение. Методы оптимизации в проектировании и в технологических процессах производства.

1. Каковы приоритетные направления развития науки, технологий и техники в РФ?
2. Какие существуют методы оптимизации в проектировании?
3. Как и на основе каких критериев проводится оптимизация технологических процессов?
4. Какие технологические процессы используются при производстве электронной компонентной базы?
5. Что такое область работоспособности электронного компонента?
6. Как проявляется воздействие факторов производства на параметры электронной компонентной базы?
7. Какие причины вызывают производственные погрешности и какие законы применяют при их описании?
8. Как оценить надёжность технологических процессов изготовления изделий электроники?
9. Какие существуют основные показатели технологичности РЭС.
10. Сформулируйте задачу технологической оптимизации производства.

Раздел 2. Основные технологические процессы производства электронной компонентной базы.

1. Для каких целей используется электронно-лучевая обработка деталей?
2. Какие изделия и из каких материалов можно изготавливать методами штамповки?
3. Какие существуют виды технологических процессов обработки материалов резанием?
4. Перечислите основные виды и дайте краткую характеристику методов литья.
5. Какие детали изготавливаются из пластмасс?
6. Для каких целей используется электронно-лучевая обработка?
7. Какие физические явления лежат в основе ультразвуковых методов обработки материалов?
8. Каковы современные перспективные методы изготовления электронной компонентной базы?
9. Каково назначение печатных плат?
10. Какие требования предъявляются к материалам для изготовления печатных плат?
11. Какие существуют классы точности изготовления печатных плат? По каким критериям определяется класс точности?
12. Каковы основные особенности производства печатных плат на металлическом основании и в каких случаях они применяются?
13. Перечислите основные этапы технологического процесса изготовления многослойных печатных плат.
14. Какие существуют виды технологических процессов производства печатных плат?
15. Каковы основные особенности технологии изготовления гибких печатных плат?

Раздел 3. Технологичность конструкции

1. Дайте определение технологичности конструкции изделий электронной техники.
2. Какие существуют основные показатели технологичности?
3. Назовите основные методы обеспечения заданной точности изделий электронной компонентной базы.
4. Какие основные задачи выполняются при технологической подготовке производства?
5. Чем обеспечивается высокий уровень технологичности?
6. Что является единым критерием технологичности конструкции электронной системы?
7. На основе каких показателей проводится оценка технологичности конструкции?
8. На основе каких данных проводится расчет комплексного показателя технологичности?

9. Что такое коэффициент автоматизации и механизации монтажа изделия?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену

1. Технология производства печатных плат комбинированным негативным методом.
2. Основные понятия и определения технологии производства деталей.
3. Технология производства печатных плат комбинированным позитивным методом.
4. Технологичность как одна из главных характеристик.
5. Основные этапы технологического процесса создания компонентной базы.
6. Виды производства, основные характеристики.
7. Технологическая документация, основные виды документов.
8. Основы технологии изготовления тонкоплёночных ИМС.
9. Основы технологии полупроводниковых ИМС.
10. Методы повышения производительности технологических процессов производства .
11. Классификация методов защиты и герметизации элементов компонентной базы.
12. Экономические критерии выбора варианта ТП.
13. Материалы для изготовления печатных плат.
14. Классификация технологических процессов изготовления элементов электронной компонентной базы.
15. Основы технологии изготовления многослойных печатных плат.
16. Классификация ТП изготовления изделий деталей методами штамповки.
17. Печатные платы на металлическом основании.
18. Методы получения паяных соединений, флюсы и припой.
19. Технологические операции пайки, виды пайки.
20. Технологические процессы обработки материалов резанием.
21. Основы сборки и монтажа печатных плат.
22. SMT-монтаж компонентов на печатные платы.
23. Основные виды контроля качества электронной компонентной базы.
24. Выборочный контроль качества электронной компонентной базы.
25. Методы формирования рисунка печатных плат.
26. Виды компонентов для SMT-монтажа.
27. Методы проектирования технологических процессов.
28. Виды технического обслуживания и ремонта изделий электроники.
29. Электрофизические методы обработки материалов лазерным и электронным лучом.
30. Основы эксплуатации изделий электронной компонентной базы.
31. Методы нанесения припойной пасты SMT.
32. Методы пайки в SMT, виды технологического оборудования.

6.2.2. Примерные тестовые задания для проведения экзамена

Вариант № 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	На сколько процентов увеличивается быстроедействие БИС при применении металлизации на основе меди вместо алюминия?	1. 20% 2. 5% 3. 15% 4. 10%
2	Продолжите утверждение «спецификой компоновки аппаратуры па микросхемах и МСБ является ...».	1. разделение монтажной области на участки (зоны) компоновки элементов по принципу объединения в одной зоне однотипных элементов. 2. строгая ориентация расположения всех элементов (с привязкой

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>выводов микросхем и МСБ к точкам пересечения координатной сетки печатной платы).</p> <p>3. строгая ориентация расположения всех элементов (с привязкой выводов микросхем и МСБ к точкам пересечения координатной сетки печатной платы) и разделение монтажной области на участки (зоны) компоновки элементов по принципу объединения в одной зоне однотипных элементов.</p> <p>4. любая ориентация расположения всех элементов (с привязкой выводов микросхем и МСБ к точкам пересечения координатной сетки печатной платы).</p>
3	К чему ведет увеличение функциональности и производительности электронных устройств?	<p>1. Увеличение размера типоразмеров печатных плат</p> <p>2. Увеличение типоразмеров компонентов</p> <p>3. Рост рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора</p> <p>4. Снижение рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора</p>
4	С какими типовыми задачами встречаются производители мощных электронных устройств?	<p>1. Жесткие условия эксплуатации</p> <p>2. Низкие рабочие токи</p> <p>3. Стандартные конструкторские решения</p> <p>4. Низкие рабочие напряжения</p>
5	Укажите верную последовательность роста степени интеграции ИС.	<p>1. ГИС – ИС – БИС – СБИС – УБИС</p> <p>2. ИС – ГИС – БИС – УБИС – СБИС</p> <p>3. ИС – ГИС – БИС – СБИС</p> <p>4. ИС – ГИС – БИС – СБИС – УБИС</p>
6	Обеспечьте соответствие между понятием «Четвертое поколение ЭС» и его содержанием.	<p>1. построены с использованием электровакуумных ламп, дискретных ЭРЭ, проводных электрических связей.</p> <p>2. применены БИС, многослойные печатные платы, гибкие печатные шлейфы, микрополосковые линии.</p> <p>3. конструкции ЭС на печатных платах, дискретных полупроводниковых приборах и миниатюрных ЭРЭ.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. конструкции на печатных платах и ИС малой степени интеграции.
7	Обеспечьте соответствие между понятием «САПР функционального проектирования» и его содержанием.	1. системы Computer Aided Design. 2. системы расчетов и инженерного анализа. 3. системы Computer Aided Manufacturing. 4. система управления проектными данными.
8	Ограничение движения электронов (дырок) в низкоразмерной структуре, приводящее (вследствие их квантово-волновой природы) к ненулевому минимальному значению энергии и к дискретности энергий разрешенных состояний, называют...	1. спектром 2. нанограничением 3. квантовым ограничением 4. дискретностью
9	Что не является тенденцией в истории развития электроники?	1. Характер совместных работ специалистов 2. Сложность обработки материалов 3. Определяющая роль в специальной технологии 4. Быстрота развития электроники и эффективность ее применения
10	Какой тип электронной аппаратуры по длине волны относится к интервалу от 10^{-6} до 10^{-4} м?	1. Приборы ночного видения, тепловизоры 2. Телевидение, FM-радио 3. Звуковая аппаратура 4. Технологическое оборудование
11	В следующих случаях в основной надписи не проставляется масштаб: ...	1. на чертежах печатных плат. 2. на сборочных чертежах печатных плат. 3. на схемах. 4. на всех сборочных чертежах.
12	Параметры печатных плат: <i>Ширину печатных проводников</i> выбирают в зависимости от: ...	1. допустимой токовой нагрузки и свойств диэлектрика. 2. допустимого рабочего напряжения и свойств токопроводящего материала. 3. температуры окружающей среды при эксплуатации. 4. допустимой токовой нагрузки, свойств токопроводящего материала и температуры окружающей среды при эксплуатации.
13	Продолжите утверждение «Герметизация блоков, содержащих бескорпусные ИС и МСБ, осуществляется с целью установления внутри корпуса блока...».	1. допустимой относительной влажности и состава газового наполнителя. 2. допустимой относительной влажности. 3. состава газового наполнителя.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. нормального теплового режима
14	Продолжите утверждение «Герметизация блоков, содержащих бескорпусные ИС и МСБ, осуществляется с целью установления внутри корпуса блока...».	1. допустимой относительной влажности и состава газового наполнителя. 2. допустимой относительной влажности. 3. состава газового наполнителя. 4. нормального теплового режима
15	Какой материал металлизации интегральных схем позволяет достичь меньших размеров элементов, по сравнению с алюминием?	1. медь 2. хром 3. молибден 4. калий
16	Обеспечьте соответствие между влияющим фактором на печатную плату и возникающими последствиями. «Высокая относительная влажность».	1. увеличение тангенса угла диэлектрических потерь; снижение поверхностного сопротивления; набухание материала ПП. 2. уменьшение электропроводности; электрохимическая коррозия проводников. 3. снижение пробивного напряжения; ухудшение условий теплообмена; уменьшение механической прочности. 4. деформация ПП; уменьшение электропроводности; высыхание и растрескивание защитных покрытий.
17	Какой полупроводниковый материал наиболее широко применяется для изготовления интегральных схем?	1. Арсенид галлия. 2. Кремний. 3. Фосфид индия. 4. Сульфид цинка.
18	Из каких элементов состоит ЖК матрица TN+film?	1. лампы подсветки из ртути, стеклянной подложки, жидких кристаллов; 2. системы отражателей, стеклянной подложки, жидких кристаллов; 3. стеклянной подложки с контактами, жидких кристаллов; 4. лампы подсветки из ртути, системы отражателей, стеклянной подложки с контактами, фильтров-поляризаторов, жидких кристаллов.
19	Обеспечьте соответствие между многослойной конструкцией ПП и областью ее применения.	1. в ЭС с высокими требованиями по быстродействию. 2. в технике управления и автоматического регулирования. 3. в ЭС высокой надежности при реализации уникальных и сложных

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		технических решений. 4. в технике управления и автоматического регулирования, вычислительной и бортовой аппаратуры для коммутации ИМС, БИС, СБИС, МСБ, в ЭС с высокими требованиями по быстродействию, плотности монтажа, волновому сопротивлению, времени задержки сигнала
20	Время отклика матрицы дисплея – это	1. минимальное время, необходимое пикселю для изменения своей яркости. 2. время, которое требуется системе на то, чтобы отреагировать на данный ввод. 3. интервал между регистрацией конца передачи сообщения запроса и начала передачи сообщения ответа к станции, порождающей запрос. 4. время, которое пиксель монитора затрачивает, чтобы перейти от активного (черного) в бездействующий (белый) и обратно к активному (черному)

Вариант № 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Обеспечьте соответствие между понятием «Цветовое восприятие глаза» и его содержанием.	1. свойство зрения, обусловленное задержкой в восприятии информации. 2. нацеливание глаз на одну точку с помощью совместного действия глазных мышц и хрусталика. 3. изменение чувствительности глаза в зависимости от воздействия на него раздражителей. 4. заключается в способности глаза различать цвета по цветовому тону, насыщенности и контрастности с фоном.
2	Какой тип излучения лежит в основе принципа действия тепловизора?	1. Рентгеновское излучение 2. УФ-излучение 3. ИК-излучение 4. СВЧ-излучение
3	Физическими ограничениями, препятствующими уменьшению размеров МДП-транзисторов являются ...	1. максимально допустимое напряжение стока; 2. эффект смыкания; 3. ограничения по мощности

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. все вышеперечисленное
4	Электроравакуумные приборы, генерирующие высокочастотное излучение – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фотоэлектронные приборы 2. Рентгеновские трубки 3. Полупроводниковые приборы 4. Электронно-лучевые приборы
5	Обеспечьте соответствие между обозначением микросхемы К145 и ее группой.	<ol style="list-style-type: none"> 1. полупроводниковая. 2. гибридная. 3. широкого применения гибридная. 4. широкого применения полупроводниковая
6	Обеспечьте соответствие между понятием «серия ИС» и его содержанием.	<ol style="list-style-type: none"> 1. ИС, отличающаяся от других микросхем одним или несколькими параметрами. 2. ИС конкретного функционального назначения и конструктивно-технологического и схемотехнического решения. 3. совокупность ИС, которые могут выполнять различные функции, имеют единое конструктивно-технологическое исполнение и предназначены для совместного применения. 4. совокупность ИС, которые могут выполнять различные функции.
7	Определите: для каких целей используются 4-й класс точности ПП.	<ol style="list-style-type: none"> 1. при высокой насыщенности поверхности ПП микросхемами с выводами и без них. 2. применяют в случае малой насыщенности поверхности ПП дискретными элементами и микросхемами малой степени интеграции. 3. для микросхем со штыревыми и планарными выводами при средней и высокой насыщенности поверхности ПП элементами. 4. при очень высокой насыщенности поверхности ПП элементами с выводами и без них.
8	Дайте определение термостойкости: «Под термостойкостью понимается способность материалов и компонентов ...».	<ol style="list-style-type: none"> 1. кратковременно выдерживать воздействие термоударов. 2. долговременно выдерживать воздействие высоких температур, а также резких изменений температуры (термоударов). 3. кратковременно выдерживать воздействие высоких температур, а также резких изменений температуры (термоударов).

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4.кратковременно выдерживать воздействие высоких и низких температур, а также резких изменений температуры (термоударов).
9	Обеспечьте соответствие между методом покрытия «анодное» и его результатом при электрохимической коррозии.	1. разрушается все. 2. не разрушаются не покрытие, не основной материал. 3. защищены и основной материал, и покрытие. 4. вследствие коррозии разрушается само покрытие.
10	Какой тип электронной аппаратуры по длине волны относится к интервалу от 10^{-6} до 10^{-4} м?	1. Приборы ночного видения, тепловизоры 2. Телевидение, FM-радио 3. Звуковая аппаратура 4. Технологическое оборудование
11	Дайте определение световоду	1. двухслойная конструкция, состоящая из проводящей среды и оболочки, с одинаковыми показателями коэффициентов преломления. 2.однослойная конструкция, состоящая из оболочки, с заданным показателем коэффициента преломления. 3. однослойная конструкция, состоящая из оболочки, с переменным показателем коэффициента преломления. 4. двухслойная конструкция, состоящая из проводящей среды и оболочки, с разными показателями коэффициентов преломления.
12	Обеспечьте соответствие между понятием «пропитка» и его содержанием.	1. состоит в заполнении имеющихся в изделии каналов электроизоляционным материалом. 2. все свободные полости в изделии, в том числе и пространство между элементами и корпусом, заполняют электроизоляционным материалом, который после отверждения образует достаточно толстый защитный слой. 3. производят в специальных формах термопластичными массами. 4. используют вязкие изоляционные материалы, обладающие хорошей адгезией к элементам изделия.
13	К технологическим процессам получения тонких пленок относятся...	1. мойка; 2. промывка;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. напыление; 4. сварка.
14	Для изготовления подложек интегральных схем применяют...	1. щелочное стекло; 2. нитрид титана; 3. кварцевое стекло; 4. стеклокерамику.
15	Слой атомов углерода, соединённых посредством sp^2 связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку – это...	1. фуллерен 2. графен 3. нанотрубка 4. карбин
16	Вакуумным методом получения тонких плёнок является...	1. химическое осаждение; 2. термическое окисление; 3. окунание. 4. ионно-плазменное напыление.
17	С каких типов носителей инжекционные полупроводниковые лазеры не обеспечивают запись и считывание информации?	1. CD 2. Blue-Ray 3. DVD 4. USB
18	К чему ведёт увеличение функциональности и производительности электронных устройств?	1. Увеличение размера типоразмеров печатных плат 2. Увеличение типоразмеров компонентов 3. Рост рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора 4. Снижение рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора
19	С какими типовыми задачами встречаются производители мощных электронных устройств?	1. Жёсткие условия эксплуатации 2. Низкие рабочие токи 3. Стандартные конструкторские решения 4. Низкие рабочие напряжения
20	Для создания межсоединений в интегральных схемах в качестве проводника используют...	1. золото; 2. серебро; 3. алюминий; 4. олово.

Вариант № 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Заполнение свободных промежутков между подложкой и крышкой МС компаундом служит для Закончите высказывание.	1. изоляции подложки. 2. защиты от влаги. 3. защиты от механических воздействий. 4. улучшения теплового режима

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	По электрическим свойствам нанотрубки могут быть	1. диэлектрическими 2. проводниковыми и полупроводниковыми 3. изолирующими 4. диэлектрическими и проводящими
3	С каких типов носителей инжекционные полупроводниковые лазеры не обеспечивают запись и считывание информации?	1. CD 2. Blue-Ray 3. DVD 4. USB
4	Обеспечьте соответствие между понятием «опрессовка» и его содержанием.	1. состоит в заполнении имеющихся в изделии каналов электроизоляционным материалом. 2. все свободные полости в изделии, в том числе и пространство между элементами и корпусом, заполняют электроизоляционным материалом, который после отверждения образует достаточно толстый защитный слой. 3. производят в специальных формах термопластичными массами. 4. используют термопластичные материалы, обладающие хорошей адгезией к элементам изделия.
5	Атомно-силовая микроскопия основана на...	1. Регистрации изменения силы притяжения иглы к поверхности образца 2. Измерении атомных сил 3. Измерении кинетической энергии электронов 4. Регистрации излучения возбужденных атомов
6	Функцию захвата отдельного атома и переноса его на новую позицию (атомную сборку) может выполнять ..	1. Туннельный микроскоп 2. Электронный микроскоп 3. Оптический микроскоп 4. Все вышеперечисленные
7	Принцип действия сканирующего электронного микроскопа основан на...	1. эффекте надбарьерных перескоков электронов 2. эффекте туннелирования электронов через вакуумный барьер 3. эффекте возникновения волн отклика от объекта 4. отражении световой волны от поверхности образца
8	Объект, у которого движение электронов ограничено в 3 направлениях – это...	1. квантовая точка 2. квантовая яма 3. квантовая нить 4. квантовое ограничение

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9	Обеспечьте соответствие между понятием «пропитка» и его содержанием.	<ol style="list-style-type: none"> 1. состоит в заполнении имеющихся в изделии каналов электроизоляционным материалом. 2. все свободные полости в изделии, в том числе и пространство между элементами и корпусом, заполняют электроизоляционным материалом, который после отверждения образует достаточно толстый защитный слой. 3. производят в специальных формах термопластичными массами. 4. используют вязкие изоляционные материалы, обладающие хорошей адгезией к элементам изделия.
10	Квантовые размерные эффекты – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. эффекты, связанные с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях 2. эффект рассеяния носителей заряда 3. ограничение движения носителей заряда 4. эффекты отсутствия квантования энергии
11	Определите: для каких целей используются 1-й и 2-й классы точности ПП.	<ol style="list-style-type: none"> 1. при высокой насыщенности поверхности ПП микросхемами с выводами и без них. 2. применяют в случае малой насыщенности поверхности ПП дискретными элементами и микросхемами малой степени интеграции. 3. для микросхем со штыревыми и планарными выводами при средней и высокой насыщенности поверхности ПП элементами. 4. при очень высокой насыщенности поверхности ПП элементами с выводами и без них.
12	Главное средство совершенствования изделий микроэлектроники и их микроминиатюризации – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. масштабирование. 2. уплотнение; 3. изменение компоновки; 4. использование новых пакетов прикладных программ при проектировании.
13	Какой приёмник оптического излучения НЕ относится к фотоэмиссионным?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фотоэлемент 2. Фотоэлектронный умножитель 3. Электронно-оптический преобразователь

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. Пневматический
14	Примером квантовой ямы является ...	1. кристалл 2. тонкая пленка, толщиной в 1 атом; 3. коллоидная частица 4. поверхность кристалла
15	Определите: для каких целей используются 1-й и 2-й классы точности печатных плат.	1. при высокой насыщенности поверхности ПП микросхемами с выводами и без них. 2. применяют в случае малой насыщенности поверхности ПП дискретными элементами и микросхемами малой степени интеграции. 3. для микросхем со штыревыми и планарными выводами при средней и высокой насыщенности поверхности ПП элементами. 4. при очень высокой насыщенности поверхности ПП элементами с выводами и без них.
16	Нанoeлектроника базируется на ...	1. использовании квантово-размерных эффектов в полупроводниковых приборах. 2. достижении наноразмеров элементов 3. уменьшении размеров элементов 4. применении нанопамати
17	В каком году был создан первый электронный прибор?	1. 1910 2. 1888 3. 1940 4. 1901
18	Обеспечьте соответствие между обозначением микросхемы К155 и ее группой.	1. полупроводниковая. 2. гибридная. 3. широкого применения гибридная. 4. широкого применения полупроводниковая
19	Трехэлектродный прибор, предназначенный для формирования коротких импульсов высокого напряжения при больших токах в нагрузке – это ...	1. Тиратрон 2. Стабилитрон 3. Транзистор 4. Тиристор
20	Что необходимо учитывать при проведении масштабирования интегральных схем?	1. Критерии масштабирования. 2. Параметры элементов, поддающихся масштабированию. 3. Экономическую целесообразность

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		ность. 4. Все вышеперечисленное

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60% лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Основная литература

1. Сушков, В.П. Конструирование компонентов и элементов микро-и наноэлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Сушков, Г.Д. Кузнецов, О.И. Рабинович. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47472>.

2. Ламанов, А.И. Основы конструирования и технологии производства РЭС. Организация и методология процесса конструирования при разработке РЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Ламанов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 31 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52348>. — Загл. с экрана. <https://e.lanbook.com/reader/book/52348/#1>

3. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учебник / Н.К. Юрков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41019>.
<https://e.lanbook.com/reader/book/41019/#3>.

7.2. Дополнительная литература

1. Технология радиоэлектронных средств [Текст]: учеб.-метод. комплекс / сост.: А. В. Петрусев, Д. К. Шелест, О. В. Денисова. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2011. - 206 с. - Библиогр.: с.22 (12 назв.) :

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20111116155953<.>

2. Основы проектирования электронных средств [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост. В. В. Винников. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2009. - 233 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 15 (26 назв.) : http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=09%D1%81%D1%8D%D0%BF%D0%9E%D1%80%D0%BB%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%BA233%2D558606<.>

3. Растворова, Ирина Ивановна. Электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. И. Растворова, В. Г. Терехов. - СПб. : Горн. ун-т, 2016. - 205 с. : рис., табл. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 203 (9 назв.). - Предм. указ.: с. 204. - ISBN 978-5-94211-763-4

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=32%2E85%2F%D0%A0%2024%2D333757322<.>

7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>

7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/

9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Сильвашко, С.А. Программные средства компьютерного моделирования элементов и устройств электроники: учебное пособие / С.А. Сильвашко, С.С. Фролов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. : ил., схем. - Библиогр.: с. 162-163.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270293>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории кафедры электронных систем, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Общее оборудование: стол 8 шт., компьютерное кресло 17 шт., шкаф 2 шт., мультимедийный проектор, экран, доска аудиторная; тематические стенды 2 шт., возможность доступа к сети «Интернет»; 13 моноблоков Lenovo 3571JAG.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 . Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan»

1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» .

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).