

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

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

Уровень высшего образования: *Бакалавриат*

Направление подготовки: *11.03.04 Электроника и наноэлектроника*

Направленность (профиль): *Силовая электроника*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Составитель: *доцент Денисова О.В.*

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Микроэлектроника» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки, «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 927 от 19 сентября 2017 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника», направленность (профиль) «Силовая электроника».

Составитель: _____ к.х.н., доц. О.В. Денисова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электронных систем от 31.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой _____ Д.Т.н., И.И. Растворова
доц.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Микроэлектроника»:

– формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при создании элементов, приборов и устройств микроэлектроники.

Основная задача дисциплины:

– формирование знаний и практических навыков для решения основных задач при проектировании расчетов и выборе технологии изготовления устройств и элементов микроэлектронной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Микроэлектроника» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и наноэлектроника» и изучается в 5-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Микроэлектроника» являются «Материалы электронной техники», «Физические основы электроники».

Дисциплина «Микроэлектроника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы микропроцессорной техники», «Наноэлектроника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы».

Особенностью дисциплины является ознакомление с современными интегральными устройствами и технологией их производства.

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

Процесс изучения дисциплины «Микроэлектроника» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов ПКС-1.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов ПКС-1.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПКС-4	ПКС-4.3. Владеет навыками настройки высокотехнологичного оборудования в соответствии с правилами настройки и эксплуатации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины «Микроэлектроника» составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия: в том числе	85	85
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	59	59
Выполнение курсового проекта	20	20
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Подготовка к лабораторным занятиям	9	9
Работа с литературой	20	20
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), курсовой проект (КП)	Э (36), КП	Э (36), КП
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. часов.	180	180
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1. Пленочная микроэлектроника	41	8	10	8	15
Раздел 2. Полупроводниковая микроэлектроника	65	16	14	6	29
Раздел 3. Схемотехнические структуры ИМЭ	38	10	10	3	15
Итого:	144	34	34	17	59

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1. Пленочная микроэлектроника	<i>1.1. Пленочные структуры и их физические свойства.</i> Основные физические параметры, описывающие электрические свойства пленок: плотность тока, подвижность носителей заряда, удельная проводимость и удельное сопротивление, электрическая прочность, температурные коэффициенты сопротивления и емкости.	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкост ь в ак. часах
		<p>Классификация пленок: тонкие (ТНП), толстые пленки (ТЛП). Отличительные особенности ТНП и ТЛП. Типы ТНП: сплошные и островковые пленки. Длина свободного пробега электрона в ТНП, удельная проводимость ТНП. Металлические ТНП, материалы, свойства, области применения и технологические методы изготовления.</p> <p>Диэлектрические ТНП, материалы, свойства, области применения и способы изготовления</p> <p>1.2. Технологические основы пленочной микроэлектроники. Вакуумные методы нанесения ТНП: термическое напыление, катодное распыление (физическое и реактивное), ионно-плазменное напыление, магнетронное распыление. Электрохимические и химические методы нанесения ТНП: электролитическое и химическое осаждение, анодное окисление. Получение различных конфигураций схмотехнических ТНП структур: методы съемной (свободной маски) и контактной маски, фотолитография, комбинированный метод. Танталовая технология изготовления ТНП элементов. Типовой технологический процесс изготовления интегральной RC- цепи. Технология изготовления ТЛП: материалы, трафаретная печать, процесс вжигания. Металлизация полупроводниковых структур для создания внутрисхемных соединений с помощью ТНП.</p>	
2	Раздел 2. Полупроводниковая микроэлектроника	<p>2.1. Полупроводники и их физические свойства. Основные полупроводниковые материалы, используемые в МЭ. Свойства полупроводников. Собственные и примесные полупроводники n - и p - типов. Контактные явления в полупроводниках. Свойства p-n перехода. Энергетическая диаграмма и вольтамперная характеристика p-n перехода. Явления пробоя в p-n переходе.</p> <p>2.2. Технологические основы полупроводниковой микроэлектроники. Основные технологические процессы для формирования полупроводниковых структур. Получение слоев оксида (SiO₂) и нитрида кремния (Si₃N₄), их назначения и свойства. Методы литографии, их назначение и особенности применения. Фотолитография: контактная и бесконтактная. Методы легирования полупроводников: высокотемпературная диффузия, радиационно-стимулированная диффузия, ионное легирование. Эпитаксиальная технология наращивания полупроводников.</p> <p>2.3. Технология изготовления полупроводниковых элементов, ИМС и БИС. Особенности, этапы и</p>	16

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкост ь в ак. часах
		<p>классификация процессов создания полупроводниковых ИМС: биполярная (БП) и МДП-технологии. Планарно-эпитаксиальные интегральные БП транзисторы, их топология, параметры и отличия от дискретных БП транзисторов. Топология интегральных диодов. Пассивные элементы БП ИМС (резисторы, конденсаторы), их конфигурации и характеристики. Планарная и планарно-эпитаксиальная технологии изготовления полупроводниковых БП структур. Методы изготовления БП ИМС с изоляцией р-п переходом, с диэлектрической и с комбинированной изоляцией. Стандартная технология изготовления интегральной схемы «БП транзистор, диод, резистор, конденсатор». Совмещенная технология изготовления ИМС. Активные элементы ИМС. Устройство интегрального МДП-транзистора с встроенным и индуцированным каналами р- и п-типов, их характеристики и особенности изготовления. N-канальная, р-канальная и комплементарная (КМДП) технологии изготовления МДП ИМС. ИМС малой, средней, большой и сверхбольшой степени интеграции. Технологии и методы создания БИС и СБИС. Комбинированная технология изготовления БИС (БИ-ПТ-технология). Сборка и защита полупроводниковых ИМС. Цифровые и аналоговые ИМС.</p>	
3	Раздел 3. Схемотехнические структуры ИМЭ	<p>3.1.Технология изготовления гибридных ИМС, БИС и МСБ. Особенности, классификация технологических процессов и основные этапы изготовления коммутационных плат гибридных ИМС (ГИМС), БИС и МСБ. Тонкопленочные ГИМС и МСБ. Изготовление толстопленочных ГИМС и МСБ. Защита и сборка ГИМС, БИС и МСБ.</p> <p>3.2.Проектирование пленочных, полупроводниковых и гибридных ИМС, МСБ и БИС. Этапы инженерного проектирования и разработки топологии ИМС. Методы расчета и проектирования пленочных элементов ИМС, ГИМС и МСБ: резисторов, конденсаторов, индуктивностей, проводников и контактных площадок. Этапы разработки и проектирования полупроводниковых биполярных ИМС, МДП-ИМС и КМДП-ИМС. Проектирование БИС и МСБ.</p>	10
		Итого:	34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Основные принципы, этапы проектирования и исходные данные для разработки ИМС	4
		Методы расчета и проектирования тонкопленочных элементов.	6
2.	Раздел 2.	Разработка топологии ИМС.	8
		Разработка технологического процесса изготовления ИМС	6
3	Раздел 3	Схемотехнические структуры ИМЭ	10
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Вводный инструктаж. Правила работы в лаборатории	2
1.	Раздел 1	Исследование основных характеристик работы пассивных элементов и элементов интегральных элементов	6
2.	Раздел 2	Исследование основных характеристик активных элементов и элементов интегральных микросхем	3
3.	Раздел 2	Исследование характеристик, топологии и конструкции гибридных интегральных микросхем	3
4.	Раздел 3	Оформление отчетов, проверка отчетов, защита лабораторных работ	3
Итого			17

4.2.5. Курсовые проекты

Курсовой проект выполняется по вариантам, выбранным по последним цифрам номера зачетной книжки.

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	«Разработка топологии и технологии изготовления бескорпусной интегральной микросборки на основе тонкопленочной технологии»

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.

Основными формами проведения лекций по дисциплине «Микроэлектроника» являются:

- **вводная лекция** даёт целостное представление о содержании дисциплины, раскрывает междисциплинарные взаимосвязи, направлена на развитие у студентов интереса к данной области научного знания, что способствует творческому усвоению учебного материала;

- **лекция** подразумевает изложение основного содержания разделов дисциплины с акцентом на заявленную тематику в течение ряда аудиторных занятий;

- **обобщающая лекция** проводится в завершении изучения раздела дисциплины с целью акцентирования наиболее значимой информации для закрепления знаний и компетенций, способствуя их применению в поисково-творческих ситуациях;

- **заключительная лекция** позволяет обобщить изученный материал по данной дисциплине в целом, выделив основополагающие моменты и сформулировав итоговые выводы, сосредоточить внимание на практическом применении полученных знаний и сформированных компетенций в дальнейшем обучении и будущей профессиональной деятельности, стимулировать интерес студентов к данной области знания.

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.

Лабораторные занятия. Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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

Консультации (текущая 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, научным руководителем 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.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

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

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Пленочная микроэлектроника

1. Перечислить области применения современной микроэлектроники?
2. Что такое интегральная микросхема?
4. Что такое элемент интегральной микросхемы?
5. Что такое компонент интегральной микросхемы?
6. Что такое цифровая интегральная микросхема?
7. Что такое аналоговая интегральная микросхема?
8. Как классифицируют интегральные микросхемы?
9. Какие виды пленок вы знаете?
10. Что понимают под проводимостью пленки?
11. Для чего предназначены вакуумные камеры в технологических процессах получения тонких пленок?

12. Какие три этапа различают в технологии ТНП вакуумного метода?
13. Какие существуют методы получения толстых пленок и каковы особенности их получения?

Раздел 2. Полупроводниковая микроэлектроника

1. На какие группы подразделяют физические явления, процессы и методы, используемые в интегральной микроэлектронике?
2. Какие методы применяют для создания технологических процессов изготовления полупроводниковых и пленочных структур?
3. Какие приборы составляют основу современной микроэлектроники?
4. Какой материал является наиболее распространенным в интегральной микроэлектронике полупроводниковым материалом?
5. Контактные явления в микроэлектронных структурах?
6. Что называют омическим контактом?
8. Что представляет собой контакт металла и полупроводника?

Раздел 3. Схемотехнические структуры ИМС

1. Опишите конструкцию гибридных ИМС?
2. Что такое толстопленочные и тонкопленочные гибридные ИМС?
3. Перечислите основные конструктивные элементы гибридной ИМС?
4. Какими факторами определяется конструкция гибридной ИМС?
5. Перечислите элементы толстопленочных гибридных ИМС.
6. Что такое толстопленочная гибридная ИМС?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену

1. Какова главная тенденция прогресса микроэлектроники?
2. Назовите важнейший показатель уровня реализации комплекса интеграции?
3. Сколько элементов содержат функциональные изделия БИС ?
4. Что определяет и для чего используется понятие «степень интеграции ИС»?
5. Что такое большая интегральная микросхема?
6. В чем заключается функциональная сложность БИС?
7. Что понимается под интегральной плотностью БИС?
8. Как классифицируются ИС по виду обрабатываемого сигнала?
9. В каких случаях применяются аналоговые интегральные микросхемы?
10. Как называется емкость, отражающая перераспределение зарядов непосредственно в р-п-переходе?
11. Как называется процесс захватывания электрическим полем р-п перехода неосновных носителей заряда и их перенос через р-п переход в область с противоположным типом проводимости?
12. Какие элементы конструкции микросхем вы знаете?
13. Назовите основные электрические параметры микросхем.
14. Что такое подложка?
15. Какие функции в технике ИМС выполняют подложки?
16. По каким признакам классифицируют подложки?
17. Какие структурные признаки квалификации Вы знаете?
18. Как классифицируют подложки по назначению?
19. Какие подложки применяют при изготовлении полупроводниковых ИМС ?
20. Что такое полупроводниковая пластина?
21. Какими параметрами определяется пригодность полупроводникового материала для использования в интегральных микросхемах?

22. Какие операции включает в себя подготовка пластин, получаемых из слитков монокристаллического кремния?

23. Что такое термическое вакуумное напыление?

24. Из чего состоит схема испарения?

25. Чем характеризуется термическое испарение?

26. Опишите явление реиспарения?

27. Что называется процессом адсорбции (конденсации)?

28. Преимущества и недостатки метода термического вакуумного напыления?

29. Какие явления называют поверхностными в полупроводниковых структурах?

30. Дайте определение следующим понятиям: Фотолитография, Фотошаблон, Фоторезист.

31. Дайте определение понятиям: Локальная диффузия примесей, Ионное легирование, эпитаксия

32. Почему основным типом полупроводниковых ИМС являются кремниевые?

33. Какую технологию называют планарно-диффузионной?

34. Какую технологию называют планарно-эпитаксиальной?

35. Что называют совмещенной и изопланарной технологиями?

36. Что является основой конструкции полупроводниковых ИМС?

37. Перечислите особенности структуры полупроводниковых ИМС?

38. Что является особенностью структуры полупроводниковых ИМС?

39. Почему эпитаксиальные и диффузионные слои, образующие области различных элементов, имеют одинаковые параметры?

40. Какие требования предъявляются к подложкам толсто пленочных микросхем?

41. Какие методы получения тонких пленок вы знаете?

42. Что такое катодное напыление?

43. Что такое тонкопленочная гибридная ИМС?

44. Что является основной задачей проектирования?

45. Особенности и основные этапы проектирования ИМ?

Дайте определения следующим понятиям:

46. степень интеграции элементов.

47. функциональная сложность.

48. интегральная плотность.

49. функциональная плотность.

50. Перечислите области применения БИС.

51. Приведите классификацию ИС по виду обрабатываемой информации?

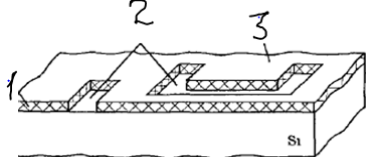
52. Приведите классификацию ИС по конструктивно-технологическому признаку?

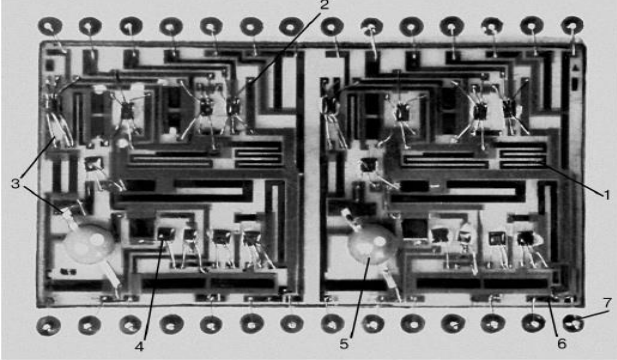
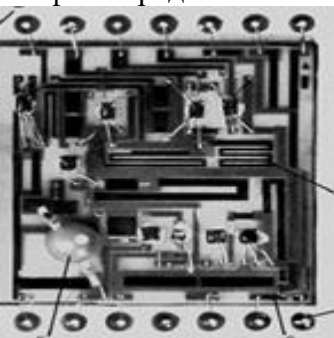
53. Приведите классификацию ИС по степени применяемости?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Интегральная схема 155 серии является ...	1. Гибридной 2. Пленочной 3. Полупроводниковой 4. модульной
2.	Интегральная схема серии 2ЛБ174 является...	1. Гибридной 2. Пленочной 3. Полупроводниковой 4. модульной

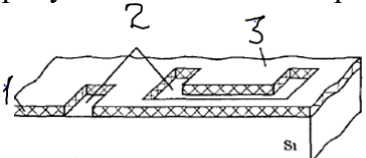
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3.	Конструктивные данные ИМС содержат информацию о:	<ol style="list-style-type: none"> 1. объеме и форме ИМС 2. размерах подложки, числе выводов 3. размерах и способе монтажа компонентов 4. все вышеперечисленное
4.	Исходя из каких требований проводится расчет контактных площадок в ИС?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Минимальных искажений электрических сигналов 2. Минимальных электрических потерь и помех 3. Максимальной надежности 4. Всех вышеперечисленных требований
5	Шаг расположения контактных площадок соответствует....	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,625мм 2. 1,250 мм 3. 2,500 мм 4. Расположению выводов корпуса
6	Какой материал используется как подложка гибридной интегральной микросхемы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. керамика 2. ситалл 3. стекло 4. все вышеперечисленное
7	Какой материал используется как подложка полупроводниковой интегральной микросхемы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. кремний 2. стекло 3. оксид кремния SiO₂ 4. нитрид кремния
8	Как формируются элементы полупроводниковой интегральной микросхемы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в поверхностном слое кристалла 2. в объеме кристалла 3. монтируются на контактные площадки 4. элементы устанавливаются в специальные отверстия
9	Указать, какой цифрой на представленном рисунке обозначен диэлектрический слой? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. цифрой 1 2. цифрой 2 3. цифрой 3 4. диэлектрический слой отсутствует
10	микросхема, пассивные элементы которой выполнены в виде пленок (толстых или тонких), а активные элементы – навесные – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. гибридная ИС 2. полупроводниковая ИС 3. смешанная ИС 4. диэлектрическая ИС
11	На фото цифрой «3» обозначены ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. контактные площадки 2. проводники

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<ul style="list-style-type: none"> 3. диоды 4. транзисторы
12	При проектировании размер подложки ИС выбирается ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. произвольно 2. в соответствии с расчетами 3. по размеру корпуса 4. в соответствии с типовыми размерами
13	При проектировании ИМС необходимо располагать компоненты:	<ul style="list-style-type: none"> 1. рядами 2. в шахматном порядке 3. произвольно 4. радиально
14	Исходя из каких требований проводится расчет контактных площадок в ИС?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Минимальных искажений электрических сигналов 2. Минимальных электрических потерь и помех 3. Максимальной надежности 4. Всех вышеперечисленных требований
15	<p>На фото представлена ...</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 1. гибридная интегральная микросхема 2. полупроводниковая интегральная микросхема 3. полевой транзистор 4. Элемент памяти
16	Какой из методов не является методом нанесения тонких пленок на подложку ?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Термическое напыление 2. Ионно-плазменное напыление 3. Лазерное нанесение 4. Электрохимическое осаждение
17	Какие требования не предъявляются к разработанной топологии ИМС - ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Соответствие заданной электрической схеме. 2. Удовлетворять технологическим, электрическим, эксплуатационным и

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		конструктивным требованиям. 3. Обеспечивать возможность индивидуального контроля над каждым элементом ИМС. 4. Обеспечивать при эксплуатации необходимый уровень надёжности и защиты элементов ИМС от внутренних воздействий
18	Каким методом не проводится направленное легирование полупроводников?	1. термическое окисление 2. диффузия 3. ионная имплантация 4. всеми перечисленными методами
19	Микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника – это..	1. гибридная ИС 2. полупроводниковая ИС 3. смешанная ИС 4. диэлектрическая ИС
20	Для каких целей используется маска при производстве ИС?	1. изоляция 2. как защитное покрытие 3. экран 4. все вышеперечисленное

Вариант № 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какими требованиями необходимо руководствоваться при проектировании топологии гибридной ИМС ? (выбрать верное утверждение)	1. Размер платы ИМС выбирается в соответствии с типовыми размерами 2. Допускается монтаж компонентов на плёночные конденсаторы и пересечения проводников 3. Периферийные контактные площадки располагаются на одной стороне платы 4. Всё выше перечисленное
2	Исходя из каких требований проводится расчет контактных площадок в ИС?	1. Минимальных искажений электрических сигналов 2. Минимальных электрических потерь и помех 3. Максимальной надёжности 4. Всех вышеперечисленных требований
3	Толстоплёночная технология - ...	1. Более простая, экономичная и дешёвая. 2. Имеет больше преимуществ, несмотря на

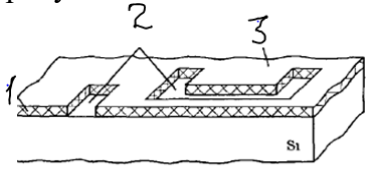
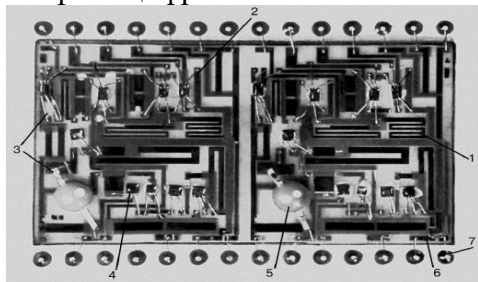
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>более сложные технологические циклы. 3. Используется в узконаправленных отраслях промышленности. 4. Имеет высокую воспроизводимость параметров.</p>
4	<p>Минимальное перекрытие проводящего слоя резистивным, в толстоплёночной технологии, должно быть - ...</p>	<p>1. 0,1 мм 2. 0,2 мм 3. 0,5 мм 4. 0,5 – 1 мм</p>
5	<p>Для измерения номиналов тонкоплёночных элементов и контроля режимов, схемы предусматривают контактные площадки размером - ...</p>	<p>1. не менее 50x50 мкм 2. не менее 100x100 мкм 3. не менее 200x200 мкм 4. не более 400x400 мкм</p>
6	<p>Указать, какой цифрой на представленном рисунке обозначены вскрытые контактные окна</p> 	<p>1. цифрой 1 2. цифрой 2 3. цифрой 3 4. контактные окна отсутствуют</p>
7	<p>микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника.</p>	<p>1. гибридная ИС 2. полупроводниковая ИС 3. смешанная ИС 4. диэлектрическая ИС</p>
8	<p>На фото цифрой « 5 » обозначены</p> 	<p>1. диоды 2. конденсаторы 3. транзисторы 4. контактные площадки</p>
9	<p>Для каких целей используется маска при производстве ИС?</p>	<p>1. изоляция 2. как защитное покрытие 3. экран 4. все вышеперечисленное</p>
10	<p>По конструктивно-технологическому признаку БИС различают ...</p>	<p>1. полупроводниковые и гибридные; 2. проводниковые и гибридные; 3. гибридные и диэлектрические; 4. полупроводниковые и проводниковые</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11	Основным элементом, определяющим параметры конденсатора является ...	1. диамагнетик; 2. проводник; 3. полупроводник; 4. диэлектрик;
12	Для изготовления пленочных и гибридных ИМС применяют ...	1. аморфные поликристаллические (диэлектрические) подложки; 2. аморфные монокристаллические подложки; 3. аморфные жидкокристаллические подложки; 4. поликристаллические (диэлектрические) подложки;
13	По механизму протекания процессов все методы очистки полупроводников классифицируют на ...	1. биологические и диффузионные; 2. физические и биологические; 3. биологические и химические; 4. физические и химические.
14	Маска придает элементам пленочной микросхемы ...	1. заданную прочность; 2. требуемые свойства; 3. требуемую защиту; 4. заданную конфигурацию
15	В качестве изолирующих слоев в комплементарной МДП-технологии используются ...	1. CO_2 ; 2. SiH ; 3. SiO_2 ; 4. Керамика;
16	Первый и второй законы Фика описывает метод легирования материалов: ...	1. высокотемпературная диффузия; 2. ионное легирование; 3. молекулярное легирование; 4. низкотемпературная диффузия
17	К планарно-эпитаксиальной технологии относится метод создания ИМС ...	1. полевой; 2. гибридной; 3. тонкополевой; 4. толстопленочной.
18	При подаче на диод прямого напряжения высота потенциального барьера ...	1. понижается 2. повышается 3. не изменяется 4. диод получает тепловой пробой
19	В диодах Шоттки используется ...	1. p-n переход 2. выпрямляющий контакт металл-проводник 3. выпрямляющий контакт

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		металл-полупроводник 4. невыпрямляющий контакт металл-полупроводник
20	Один из электродов полевого транзистора называется	1. анод; 2. коллектор; 3. эмиттер; 4. затвор.

Вариант № 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Назовите режимы роста тонких пленок.	1.Режим Фольмера-Вебера (островковый режим) 2. Режим Франка-Ван-дер-Мерве (послойный) 3. Режим Странского-Крастанова (промежуточный) 4.Все вышеперечисленные методы
2	Метод выращивания монокристаллов путем вытягивания их вверх от свободно поверхности большого объема расплава с инициацией начала кристаллизации путем введения затравочного кристалла – это...	1. Метод Чернышева 2. Метод Зиммера 3. Метод Чохральского 4. Метод Ландау
3	Процесс создания или переноса геометрического рисунка на поверхность подложки – это...	1. Эпитаксия 2. Геттерирование 3. Литография 4. Диффузия
4	Электрическое соединение пленочных элементов и компонентов микросхемы реализуется с помощью ...	1. Конденсатора 2. Резистора 3. Катушки индуктивности 4. Пленочных проводников и контактных площадок
5	Процесс связывания в нейтральные ассоциации подвижных, нежелательных примесей и дефектов на границах раздела, образованных внешней поверхностью кристаллов или поверхностью границ преципитатов (твердый осадок) – это...	1. Адгезия 2. Легирование 3. Геттерирование 4. Викифицирование
6.	Для изготовления интегральных схем используется ...	1.Групповой метод и планарная технология 2.Единичный метод и объёмная технология 3.Групповой метод и объёмная технология 4.Индивидуальный метод и планарная технология
7	Отверстия в масках, в частности, в окисной пленке, называют	1. Рамами 2. Окнами 3. Дырками

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. Ламелями
8	Оксидные пленки наивысшего качества получают окислением	<ol style="list-style-type: none"> 1. В атмосфере сухого кислорода 2. В смеси кислорода с парами воды 3. В парах воды 4. Всеми вышеперечисленными способами
9	При проектировании ИМС необходимо располагать компоненты:	<ol style="list-style-type: none"> 1. рядами 2. в шахматном порядке 3. произвольно 4. радиально
10	Какими требованиями необходимо руководствоваться при проектировании топологии гибридной ИМС (выбрать верное утверждение)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Размер платы ИМС выбирается в соответствии с типовыми размерами 2. Допускается монтаж компонентов на плёночные конденсаторы и пересечения проводников 3. Периферийные контактные площадки располагаются на одной стороне платы 4. Всё выше перечисленное
11	Указать, какой цифрой на представленном рисунке обозначена маска? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. цифрой 1 2. цифрой 2 3. цифрой 3 4. маска отсутствует
12	микросхема, которая, кроме полупроводникового кристалла, содержит тонкоплёночные (толстоплёночные) пассивные элементы, размещённые на поверхности кристалла.	<ol style="list-style-type: none"> 1. совмещенная (смешанная) ИС 2. гибридная ИС 3. полупроводниковая ИС 4. цифровая ИС
13	В зависимости от функционального назначения интегральные микросхемы делятся на...	<ol style="list-style-type: none"> 1. аналоговые 2. цифровые 3. аналого-цифровые 4. все вышеперечисленное
14	На фото цифрой «1» обозначены: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. резисторы 2. конденсаторы 3. транзисторы 4. контактные площадки
15	Какие микросхемы могут изготавливаться без	1. тонкопленочные

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	навесных проборов	2. толстопленочные 3. полупроводниковые 4. гибридные
16	К планарно-эпитаксиальной технологии относится метод создания ИМС ...	1. полевой; 2. гибридной; 3. тонкополевой; 4. толстопленочной.
17	Один из электродов биполярного транзистора называется.....	1. анод; 2. исток; 3. эмиттер; 4. катод
18	Какие носители являются основными в полевом транзисторе с каналом n-типа	1. Электроны; 2. Дырки; 3. Положительные ионы; 4. Отрицательные ионы;
19	Какие носители являются основными в диоде Шоттки?	1. Электроны; 2. Дырки; 3. Положительные ионы; 4. Отрицательные ионы.
20	Диффузаны - это примеси, вводимые в полупроводник ...	1. в процессе диффузии 2. до начала диффузии 3. при формировании подложки 4. при формировании оксидного слоя

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
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 задания успешно выполнены	Предусмотренные задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература:

1. Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 384 с. . <https://e.lanbook.com/reader/book/709/#1>

2. Игнатов А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Игнатов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/2035/#4>

3. Смирнов Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/12948/#1>

7.1.2. Дополнительная 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>.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Растворова, Ирина Ивановна. Электроника и наноэлектроника [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&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=32%2E85%2F%D0%A0%2024%2D333757322

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

1. БД JSTOR полнотекстовая база англоязычных научных журналов www.jstor.org
2. Научная электронная библиотека www.eLibrary.ru (доступ к полным текстам ряда научных журналов с 2007 по 2009 г.)
3. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
4. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>
5. Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И.Рудомино <http://www.libfl.ru>
6. Библиотека Академии Наук <http://www.rasl.ru>
7. Библиотека РАН по естественным наукам <http://www.benran.ru>
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
9. Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН <http://www.spsl.nsc.ru/>
10. Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН <http://lib.febras.ru>
11. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://www.uran.ru>
12. Библиотека Конгресса <http://www.loc.gov/index.html>
13. Британская национальная библиотека <http://www.bl.uk>
14. Французская национальная библиотека <http://www.bnf.fr>
15. Немецкая национальная библиотека <http://www.ddb.de>
16. Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet <http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcls/resources>
17. Центральная городская универсальная библиотека им. В.Маяковского <http://www.pl.spb.ru>
18. Научная библиотека им. М.Горького Санкт-Петербургского Государственного университета (СПбГУ) <http://www.lib.pu.ru>
19. Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета (СПбГПУ) <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий.

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

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий

Проведение лабораторных занятий требует наличия специализированных учебных стендов научно-исследовательского и учебно-лабораторного комплекса National Instruments по заявленной номенклатуре лабораторных работ, оснащённых современной контрольно-измерительной аппаратурой.

Специализированные аудитории учебно-лабораторного комплекса National Instruments, 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, 12 посадочных мест.

12 лабораторных платформ «Лаборатория волоконно-оптических линий связи» включающих в себя:

1. 2 блока смесителя оптических сигналов (2 входа, 2 выхода со специальными разъемами для подключения оптоволоконного кабеля).

2. Блок с 8 цифровыми линиями ввода/вывода,

3. Блок генератора опорных сигналов (не менее 5 выходов – синусоидальный сигнал 2кГц, прямоугольный сигнал 500 Гц, 2 кГц, 10 кГц, 100 кГц).

4. Блок преобразователя речевых сигналов (микрофон электретного типа 500 Гц...3 кГц, действующее значение выходного напряжения 0.6 В).

5. Блок усилителя с переменным коэффициентом усиления и наличием аудио выхода (полоса пропускания 0...700 кГц, коэффициент усиления 0,2...10).

6. 2 блока фильтра нижних частот с частотами среза 1 кГц и 3 кГц.

7. Блок ИКМ кодера (не менее 2 аналоговых входа -2,5 В...+2,5 В, вход для сигнала битовой синхронизации >128 кГц, выходной сигнал кадровой синхронизации, выход ИКМ сигнала 8 бит, режим кодирования с временным разделением двух каналов).

8. Блок ИКМ декодера (канал входа ИКМ сигнала, вход для сигнала битовой синхронизации, не менее 2 аналоговых выходов -2 В...+2 В).

9. Блок функционального генератора, управляемого напряжением (1 аналоговый выход - синус, меандр, треугольник, ± 5 В, до 5 МГц, 10 бит, линия синхронизации, аналоговый вход для управления частотой генерации).

10. Блок аналогового входа/выхода (не менее 2 входов - 16 бит, 1,25 МГц, ± 10 В, не менее 2 выходов – 16 бит, 2,8 МГц, ± 10 В).

11. Блок программируемого источника питания (± 12 В, 10 бит).

12. Блок линии заземления.

13. Блок восстановителя сигнала битовой синхронизации.

14. 2 блока генератора последовательностей (генерация

32-разрядной последовательности, линия синхронизации, линия тактирования, 4 переключаемых метода кодировки сигнала).

15. 2 блока передатчика красного сигнала световой формы (преобразование сигнала из электрической в световую форму, возможность выбора передачи аналогового или цифрового сигнала, специальный разъем для подключения оптоволоконного кабеля).

16. Блок передатчика зеленого сигнала световой формы (преобразование сигнала из электрической в световую форму, возможность выбора передачи аналогового или цифрового сигнала, специальный разъем для подключения оптоволоконного кабеля).

17. 2 блока приемника сигнала световой формы (преобразование сигнала из световой в электрическую форму, возможность выбора приема аналогового или цифрового сигнала, специальный разъем для подключения оптоволоконного кабеля, встроенный усилитель аналогового сигнала, встроенный преобразователь цифрового сигнала в стандартные уровни ТТЛ).

18. Блок фильтра зеленого светового сигнала.

19. Блок фильтра красного светового сигнала.

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» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от

28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), 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 (обслуживание до 2025 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года), 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: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года).

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 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года),

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., балон 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).

4. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения".