

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

Подпись

« 5 » _____ 2023 г.

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КОМПОНЕНТОВ И УСТРОЙСТВ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

03.03.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения _____ очная _____

Квалификация выпускника _____ бакалавр _____

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика». Направленность «Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Программу составил:

Строганова Е.В., доктор физ.-мат. наук, доцент
декан ФТФ КубГУ



Рабочая программа дисциплины «Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № «31» 08 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой

Доктор физ.-мат. наук, доцент.

Строганова. Е.В.
фамилия, инициалы



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

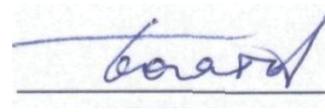
протокол № «31» 08.2023 г. Председатель

УМК факультета

Богатов

Н.М.

фамилия, инициалы



Рецензенты:

Исаев Владислав Андреевич, Доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины «Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств» являются расширение и углубление знаний студентов в области современных конструкционных материалов, формирование знаний в области механических, теплофизических, электрохимических, оптических свойств материалов, используемых при создании радиоэлектронных средств (РЭС), об основных технологических процессах производства несущих конструкций радиоэлектронных средств (РЭС); ознакомление с системами технологических стандартов и их ролью в проектировании и производстве РЭС; получение навыков проектирования технологических процессов изготовления деталей РЭС

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи учебной дисциплины:

- разработка комплекта технологической документации: маршрутных, операционных карт и инструкций, необходимых при выполнении электромонтажных операций в автоматизированном режиме при изготовлении узлов и сборочных единиц изделий;
- разработка технологического процесса на сборку и монтаж приборов и кабелей.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика и технология радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» относится к учебному циклу естественнонаучные дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений образовательного модуля по выбору «Распространение электромагнитных волн в различных средах».

В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на третьем году обучения. Настоящая дисциплина находится на стыке дисциплин. Необходимыми предпосылками для успешного освоения дисциплины является следующее: в цикле математических дисциплин: знание основ линейной алгебры и математического анализа, умение дифференцировать и интегрировать, знать основы статистической обработки результатов.

В цикле общефизических дисциплин необходимыми предпосылками являются знания по информатике, а именно, «Информатика и программирование», «Моделирование физических процессов с использованием информационных технологий», «Программирование на Python». В части физических дисциплин необходимо знание по электромагнитным полям и волнам, основам радиофизики, оптики и квантовой физики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *следующих* компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследований с целью создания новых перспективных средств для систем передачи информации	
ИПК-1.1. Владеет современными информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем	Знает современные информационные технологии в рамках моделирования радиофизических процессов и систем, в том, числе САПР
	Умеет использовать САПР и информационные технологии в проектировании радиофизических процессов и систем
	Владеет навыками проектирование технических систем с учетом радиофизических процессов при помощи информационных технологий, САПР

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ИПК-1.2. Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей	Знает параметры и технические характеристики оборудования для исследований радиофизических процессов и систем
	Умеет использовать современное оборудование для исследовательских целей радиофизических процессов и систем
	Владеет навыками работы с современным оборудованием и исследовательскими методиками исследований радиофизических процессов и систем
ПК-2 Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по изучению и созданию новых элементов и компонентов для систем передачи информации	
ИПК-2.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Знает основные методы и способы обработки научно-технической информации и результатов исследований по физике и технологии радиоэлектронных материалов, компонентов и устройств (ФТРКМУ)
	Умеет осуществлять работы по обработке и анализу информации по исследованиям ФТРКМУ
	Владеет навыками анализа и обработки результатов научно-технической информации по изучению ФТРКМУ
ИПК-2.2. Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	Знает методики проведения экспериментов по анализу технологических процессов в РКМУ
	Умеет интерпретировать и оформлять экспериментальные результаты по исследованию процессов в РКМУ
	Владеет навыками проведения и презентации результатов анализа процессов в РКМУ
ИПК-2.3. Подготавливает элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знает основные элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов анализа процессов в РКМУ
	Умеет подготовить техническую документацию по анализу процессов в РКМУ
	Владеет навыками подготовки элементов технической документации по проведению отдельных этапов работ по анализу процессов в РКМУ

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		6
Контактная работа, в том числе:	76,3	76,3
Аудиторные занятия (всего):	64	64
Занятия лекционного типа	32	32
Лабораторные занятия	32	32
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	12	12
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	41	41
Проработка учебного (теоретического) материала	41	41

Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			
Реферат			
Контроль:		26,7	26,7
Подготовка к зачету			
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	76,3	76,3
	зач. ед.	4	4

2.2. Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Классификация материалов радиоэлектронных средств по структурным признакам: кристаллы, полимеры, жидкие кристаллы, аморфные веществ	10	4			6
2	Раздел 2. Механические свойства конструкционных материалов	10	4			6
3	Раздел 3. Структура сплавов и диаграммы фазовых равновесий. Конструкционные металлические и неметаллические материал	16	4		6	6
4	Раздел 4. Органические конструкционные материалы	18	6		6	6
5	Раздел 5. Керамические материалы	18	6		6	6
6	Раздел 6. Композиционные материалы (композиты).	17	6		6	5
7	Раздел 7. Методы получения радиоэлектронных материалов	18	4		8	6
	Итого	105	32		32	41

2.3. Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Классификация материалов радиоэлектронных средств по структурным признакам: кристаллы, полимеры, жидкие кристаллы, аморфные вещества	Классификация материалов радиоэлектронных средств по структурным признакам: кристаллы, полимеры, жидкие кристаллы, аморфные вещества	Опрос

	кристаллы, аморфные веществ		
2	Раздел 2. Механические свойства конструкционных материалов	Электрические, тепловые свойства и химическая стойкость конструкционных материалов РЭС.	Опрос
3	Раздел 3. Структура сплавов и диаграммы фазовых равновесий. Конструкционные металлические и неметаллические материал	Структура сплавов и диаграммы фазовых равновесий. Конструкционные металлические и неметаллические материалы.	Опрос
4	Раздел 4. Органические конструкционные материалы	Химический состав. Строение полимеров. Свойства полимеров. Полимеры с наполнителями. Эффективность применения полимеров.	Опрос
5	Раздел 5. Керамические материалы	Получение и состав керамических материалов, их преимущества и недостатки. Способы борьбы с хрупкостью. Области применения керамических материалов.	Опрос
6	Раздел 6. Композиционные материалы (композиты).	Принципы получения композиционных материалов. Требования к матрицам и упрочнителям. Типы упрочнителей. Взаимодействие между матрицей и упрочнителями в композиционных материалах. Композиционные материалы с металлическими и полимерными матрицами. Их преимущества и недостатки. Области применения. Основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики, керметы, твердые сплавы и другие	Опрос
7	Раздел 7. Методы получения радиоэлектронных материалов	Методы получения металлических, органических, борных, углеродных, керамических и других волокон. Методы получения полимерных композиционных материалов (с полимерной матрицей) и переработки их в изделия: прессование, штамповка, литье под давлением, экструзия, намотка, напыление и др.	Опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом

2.3.3. Лабораторные работы

№ раздела	Наименование раздела	Содержание	Форма текущего контроля
1	Раздел 3. Структура сплавов и диаграммы фазовых равновесий.	Получение и исследование конструкционных материалов	Защита ЛР

	Конструкционные металлические и неметаллические материалы		
2	Раздел 4. Органические конструкционные материалы	Получение и исследование органических конструкционных материалов	Защита ЛР
3	Раздел 5. Керамические материалы	Получение и исследование керамических материалов	Защита ЛР
4	Раздел 6. Композиционные материалы (композиты).	Получение и исследование композитных материалов	Защита ЛР
5	Раздел 7. Методы получения радиоэлектронных материалов	Прессование, штамповка, намотка, напыление – как основа методов получения композиционных материалов	Защита ЛР

2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Название, библиографическое описание	Семестр	Экз-ы
1	Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. 2-е изд.: М., Машиностроение, 1992.-447 с	6	1 (электронный)
2	Лахтин Ю.М., Леонтьев О.Н. Материаловедение.-М.:Машиностроение, 1990.-528 с. 3-е изд	6	1 (электронный)
3	Сапунов, С.В. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 202 с. (Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=56171 — Загл. с экрана.)	6	1 (электронный)
4	Богодухов, С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Богодухов, А.В. Синюхин, Е.С. Козик. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 352 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=63212 — Загл. с экрана	6	1 (электронный)
5	Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, С.А. Вологжанина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47615 — Загл. с экрана.	6	1 (электронный)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для проведения части лекционных занятий используется специализированная лекционная аудитория физико-технического факультета (201С), оснащенная мультимедийным проектором, экраном, интерактивной доской, а также приборами и оборудованием для постановки учебных демонстрационных экспериментов; литература в библиотеке университета. Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу бакалавров и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: мозговой штурм, работа в малых группах, использование общественных ресурсов.

Существует система семестровых заданий, в которой каждый студент за семестр должен самостоятельно подготовить и защитить реферат по одной из предложенных тем. Задание сдается в форме беседы с преподавателем в специально отведенное время (прием заданий).

На семинарские занятия выносятся около 80 % материала изложенного в программе дисциплины. Остальная часть материала выносятся для самостоятельного изучения. В конце каждого практического занятия предлагаются для выполнения творческие и исследовательские задания, углубляющие и расширяющие учебный материал, развивающие инновационное мышление, а также умение работать с привлечением современных информационных технологий. Выполнение этих заданий обсуждаются на следующем занятии.

На практических занятиях рассматриваются основы теории, требующие сложные математические выкладки, различные методы решения задач, наиболее типичные и творческие задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на занятиях, бакалавры получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам и учебной литературе;
- подготовку рефератов.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях: используемые в аудиторных занятиях: проблемная лекция, лекция-беседа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Фонд оценочных средств.

Вопросы к зачету:

1. Классификация материалов радиоэлектронных средств по структурным признакам
2. Механические свойства конструкционных материалов.
3. Электрические, тепловые свойства и химическая стойкость конструкционных материалов РЭС
4. Структура сплавов и диаграммы фазовых равновесий.
5. Конструкционные металлические и неметаллические материалы
6. Органические конструкционные материалы.
7. Свойства полимеров.
8. Эффективность применения полимеров.
9. Керамические материалы.
10. Получение и состав керамических материалов, их преимущества и недостатки
11. Области использования керамических материалов.
12. Композиционные материалы (композиты). Их преимущества и недостатки. Области применения.
13. Принципы получения композиционных материалов.
14. Типы упрочнителей.
15. Взаимодействие между матрицей и упрочнителями в композиционных материалах
16. Основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики, керметы, твердые сплавы и другие.
17. Методы получения металлических, органических, борных, углеродных, керамических и других волокон.
18. Методы получения полимерных композиционных материалов (с полимерной матрицей) и переработки их в изделия: прессование, штамповка, литье под давлением, экструзия, намотка, напыление и др.
19. Техничко-экономическая характеристика процессов получения различных типов композиционных материалов.
20. Техника безопасности и охрана окружающей среды при изготовлении деталей из композиционных материалов. Области применения материалов.
21. Применение полимеров и композитов при проектировании конструкций радиоэлектронных средств с учетом их назначения.
22. Углеродные волокна(Применение,, назначение характеристики).
23. Стекланные волокна(Применение,, назначение характеристики)

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов.2-е изд.: М., Машиностроение, 1992.-447 с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьев О.Н. Материаловедение.-М.:Машиностроение, 1990.-528 с. 3-е изд.
3. Сапунов, С.В. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 202 с. (Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56171 — Загл. с экрана.).
4. Богодухов, С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Богодухов, А.В. Синюхин, Е.С. Козик. — Электрон. дан. —

М. : Машиностроение, 2014. — 352 с. Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=63212 — Загл. с экрана.

5. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, С.А. Вологжанина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47615 — Загл. с экрана.

5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»
www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ
<http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, ауд. 211.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS 365, Red 7, Мой Офис

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, ауд. 133С, 217С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Компьютерный класс.	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатории НОЦ «Оптические и электронные компоненты» (ауд. 119С, 122С, 123С, 131С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Две технологические лаборатории с лабораторной и промышленной установками по росту монокристаллов методом Чохральского: (Кристалл 603). Лаборатория по исследованию контроля качества интегральных схем, укомплектованная терагерцовым спектрометром Tera K15 для анализа целостности и качества поверхности исследуемых образцов. Спектрально-измерительный комплекс в спектральном диапазоне от 150 до 20000 нм, состоящий из монохроматора MSDD 1000 с комплектом приемников и излучателей на указанный спектральный диапазон. Квантовые генераторы: YAG:Nd (средняя энергия в импульсе 200мДж, длительность импульса 15 нс), YLF:Nd (средняя энергия в импульсе 300мкДж, длительность импульса 10 нс), полупроводниковый лазер мощностью 10кВт с длиной волны генерации 980 нм, титан-сапфировый лазер, маломощный полупроводниковый лазер с длиной волны генерации 980 нм.
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное	MS 365

	оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS 365