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
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01 ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность Фундаментальная физика

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

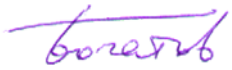
Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

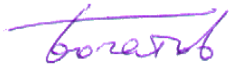
Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.02 Физика (профиль) «Фундаментальная фиика»

Программу составил:
Н.М.Богатов, професор



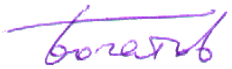
подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем
протокол № 14 от «16» апреля 2021 г
заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М. _____



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 13 от «16» апреля 2021 г
Председатель УМК факультета Богатов Н.М. _____



подпись

Рецензенты:

Галуцкий В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры оптоэлектроники

Григорьян Л.Р., генеральный директор ООО НПФ “Мезон”

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Предмет изучения дисциплины – физические процессы в полупроводниковых материалах.

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических и методологических основ физики полупроводников.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины:

- сформировать способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (ОПК-1)
- сформировать способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3)
- сформировать способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5).

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы физики полупроводников» относится к блоку 1, вариативной части, дисциплин по выбору.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами «Физика», «Математика», «Физика конденсированного состояния». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных* компетенций ОПК-1, ОПК-3, ПК-5

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-1	Способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	Методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, векторного и тензорного анализа, решения дифференциальных уравнений.	Создавать математические модели электронных процессов в полупроводниках, используя методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, векторного и тензорного	Методами определения параметров полупроводников и полупроводниковых структур и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
				анализа, теории дифференциальных уравнений.	
2.	ОПК-3	Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Знать методики измерения электрофизических и оптических свойств полупроводников, методы обработки и теоретического анализа экспериментальных данных.	Измерять параметры полупроводников с помощью современного физического оборудования, анализировать экспериментальные данные с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Современным оборудованием для измерения электрофизических и оптических свойств полупроводников, программным обеспечением для обработки и анализа экспериментальных данных.
3.	ПК-5	Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	Атомную и электронную структуру полупроводников, особенности транспорта электронов и дырок в полупроводниках.	Синтезировать законы электричества и оптики для построения физики полупроводников и анализа экспериментальной информации.	Современными методами обработки, анализа и синтеза теоретической и экспериментальной информации для определения свойств полупроводников.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		4			
Контактная работа, в том числе:	**54,3**	**54,3**			
Аудиторные занятия (всего):	**48**	**48**			
Занятия лекционного типа	16	16	-	-	-

Лабораторные занятия		32	32	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:		**6,3**	**6,3**			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		**63**	**63**			
Проработка учебного (теоретического) материала		50	50	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		13	13	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		-	-	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость	**час.**	**144**	**144**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**54,3**	**54,3**			
	зач. ед.	**4**	**4**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре *(для студентов ОФО)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	КСР	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Структура и свойства полупроводников	17	4		4		9
2.	Примеси в полупроводниках.	15	2		4		9
3.	Кинетические свойства полупроводников.	15	2		4		9
4.	Рекомбинация носителей заряда	15	2		4		9
5.	Оптические переходы в полупроводниках.	15	2		4		9
6.	Границы раздела в полупроводниках.	17	2		6		9
7.	Вольт-амперные характеристики структур с n-p-переходом	17	2		6		9
	Всего:		16		32		63

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:
2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1	Структура полупроводников.	Удельное сопротивление металлов, полупроводников и диэлектриков. Ковалентные связи в полупроводниках. Гетеровалентные связи в полупроводниках. Зона проводимости, зона запрещенных энергий, валентная зона. Электроны и дырки в полупроводниках.	Устный опрос.
2	Примеси в полупроводниках.	Донорные примеси в полупроводниках. Акцепторные примеси в полупроводниках. Мелкие и глубокие примесные уровни.	Устный опрос.
3	Кинетические свойства полупроводников.	Средняя длина и среднее время свободного пробега. Гидродинамическая модель транспорта носителей заряда. Подвижность электронов и дырок в полупроводниках. Уравнения переноса электронов и дырок в полупроводниках.	Устный опрос.
4	Рекомбинация носителей заряда.	Излучательная рекомбинация неравновесных носителей заряда. Рекомбинация неравновесных носителей заряда через примесные центры. Оже рекомбинация неравновесных носителей заряда. Рекомбинация в случае низкой концентрации неравновесных носителей заряда. Рекомбинация в случае высокой концентрации неравновесных носителей заряда.	Устный опрос.
5	Оптические переходы в полупроводниках.	Собственное поглощение в прямозонных полупроводниках (разрешенные оптические переходы). Собственное поглощение в прямозонных полупроводниках (запрещенные оптические переходы). Собственное поглощение в непрямозонных полупроводниках.	Устный опрос.
6	Границы раздела в полупроводниках.	N-P переходы в полупроводниках. Энергетическая диаграмма структуры с n-p переходом в равновесии. Неравновесная энергетическая диаграмма структуры с n-p переходом. Гетеропереходы в полупроводниках. Барьер Шоттки. Уравнения, описывающие транспорт носителей заряда в полупроводниковой структуре с n-p переходом в случае слабой инжекции носителей заряда.	Устный опрос.
7	Вольт-амперные характеристики структур с n-p-переходом.	Эквивалентная схема полупроводниковой структуры с n-p переходом, 4-х параметрическая модель ВАХ. Физические явления, влияющие на перенос носителей заряда в полупроводниковой структуре с n-p переходом, 5-ти параметрическая модель ВАХ. Механизмы пробоя n-p перехода. Тепловой пробой. Туннельный пробой. Лавинный пробой. Вольтамперная характеристика освещенного n-p перехода.	Устный опрос.

2.3.2 Занятия семинарского типа.
Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ		Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Измерение электропроводности полупроводников.	Провести измерение ВАХ полупроводникового материала. Вычислить сопротивление и электропроводность полупроводникового материала при различном внешнем напряжении.	Защита отчета по лабораторной работе
2.	Исследование температурной зависимости электропроводности полупроводников.	Измерение ВАХ при различной температуре полупроводника. Определить энергии активации примесей по температурной зависимости сопротивления.	Защита отчета по лабораторной работе
3.	Исследование фотопроводимости полупроводников.	Измерение ВАХ при различном уровне освещенности. Изучение кинетики фотопроводимости. Определение темнового сопротивления и удельной чувствительности полупроводника.	Защита отчета по лабораторной работе
4.	Изучение принципов работы спектрофотометров.	Изучение принципов работы спектрофотометра. Провести измерение спектров калиброванных стекол. Провести сравнительный анализ экспериментальных спектров с калибровочными таблицами стекол, вычислить погрешность измерений.	Защита отчета по лабораторной работе
5.	Измерение спектров полупроводникового материала с различной концентрацией носителей заряда.	Изучение принципов работы спектрофотометра. Провести измерение спектров полупроводникового материала. Определение коэффициентов оптического поглощения полупроводников. Расчет ширины запрещенной зоны полупроводникового материала по экспериментальным данным.	Защита отчета по лабораторной работе
6.	Изучение работы полупроводникового диода (p-n перехода).	Изучение основных свойств, характеристик и параметров полупроводниковых диодов (p-n перехода). Экспериментальное исследование ВАХ диода. Анализ экспериментальных кривых в области прямого и обратного напряжения.	Защита отчета по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Компьютерный анализ вольтамперных характеристик полупроводниковых структур.
2. Изучение неклассических свойств n-p перехода
3. Изучение плазмонов и горячих электронов в полупроводниках.

4. Исследование оптико-электрических свойств соединения Al Ga In As, полученного методом МОС-гидридной эпитаксии.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка теоретического материала	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВО «КубГУ», 2012. - 33 с.
2	Реферат	1. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. https://e.lanbook.com/book/93331. 2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. https://e.lanbook.com/book/93303.
3	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660.

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 печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Интерактивные образовательные технологии: технология развития критического мышления в процессе дискуссии, лекции с проблемным изложением, использование средств мультимедиа, технология моделирования или информационно-логического проектирования, защита отчетов лабораторных работ в интерактивной форме.

№ п/п	Раздел	Вид работ	Форма	Компетенции
1.	1	Дискуссия: «Роль полупроводников в современной электронной технике»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
2.	1	Защита отчета лабораторной работы «Измерение электропроводности полупроводников»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5

3.	2	Беседа: «Применение примесей в полупроводниковой электронике».	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
4.	2	Обсуждение проблемы: «Управление свойствами полупроводниковых структур с помощью легирования примесями»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
5.	2,3	Защита отчета лабораторной работы «Исследование температурной зависимости электропроводности полупроводников»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
6.	3	Беседа: «Факторы, определяющие среднее время свободного пробега носителей заряда в полупроводниках».	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
7.	3	Технология мысленного эксперимента «Определение подвижности носителей заряда в полупроводниках»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
8.	3,4,5	Защита отчета лабораторной работы «Исследование фотопроводимости полупроводников»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
9.	4	Обсуждение проблемы: «Причины рекомбинации электронов и дырок в полупроводниках»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
10.	5	Защита отчета лабораторной работы «Изучение принципов работы спектрофотометров»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
11.	5	Обсуждение проблемы: «Влияние ширины зоны запрещенных энергий на оптические свойства полупроводников»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
12.	5	Защита отчета лабораторной работы «Измерение спектров полупроводникового материала с различной концентрацией носителей заряда»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
13.	6,7	Защита отчета лабораторной работы «Изучение работы полупроводникового диода (p-n перехода)»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
14.	6,7	Технология мысленного эксперимента «Определение диффузионной длины носителей заряда в полупроводниковых структурах с p-n переходом»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
15.	6,7	Технология мысленного эксперимента «Разработка схемотехнической модели фотоэлектрических полупроводниковых структур с p-n переходом»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
16.	6,7	Обсуждение проблемы: «Повышение КПД фотоэлектрического преобразования полупроводниковых структур с p-n переходом»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

– контрольные вопросы по разделам учебной программы для самостоятельной подготовки и устного опроса по разделам учебной программы;
– контрольные задания для оценки достигнутых умений и навыков;
– задания и контрольные вопросы для защиты лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент защищает полученные им экспериментальные результаты и объясняет их теоретически. В процессе защиты студент должен продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе, умение использовать математический аппарат, строить математические модели изучаемых физических явлений, владение методами обработки

экспериментальных данных, программным обеспечением, современным экспериментальным оборудованием.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине (или ее части), выполнения практических, контрольных, лабораторных работ.

Результаты сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лекционных, практических занятиях, если они предусмотрены учебным планом, выполнения самостоятельной работы в виде лабораторных работ и контрольных заданий. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных семинаров и лабораторных.

Студенты, у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины по контрольным вопросам и заданиям..

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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 печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 624 с. Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/71742**.

2. Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с.

Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/56612**.

3. Богатов, Н.М. Физика полупроводников: лабораторный практикум / Н.М. Богатов, Л.Р. Григорьян, М.С. Коваленко, О.Е. Митина. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. – 110 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 296 с.

Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/70766**.

2. Кульков, В.Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 272 с.

Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/90003**.

3. Захаров, А.Ю. Теоретические основы физического материаловедения. Статистическая термодинамика модельных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 256 с.

Режим доступа: **https://e.lanbook.com/book/72580**.

5.3. Периодические издания:

1. Физика и техника полупроводников
2. Физика твердого тела
3. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. http://moodle.kubsu.ru/course/view.php?id=378#section-2
2. http://e.lanbook.com/
3. http://www.sciencedirect.com/
4. http://www.scopus.com/
5. http://www.elibrary.ru/
6. http://iopscience.iop.org/

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

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- выполнение домашних заданий по лабораторным занятиям.
- подготовка к устной защите лабораторных работ.
- изучение разделов дисциплин по средством рекомендуемой литературы.
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении вопросов дисциплины.

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Использование специализированых пакетов математических программ (MathLab, MathCad и др.).
2. Работа в MS Office, ОС Linux и Windows при подготовке отчетов по лабораторным работам.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. ПО «LIDER» для управления измерителем параметров полупроводниковых приборов ИППП-1.
2. ПО для управления спектрофотометрами СФ-256 УВИ и БИК.
3. ПО MS Excel, ПО MS Word
4. ПО Paint

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения занятий по дисциплине «Основы физики полупроводников» имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

– лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала;

– специализированный класс, с компьютерами и подключенным к ним периферийным измерительным;

– аппаратурное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине;

– литература в библиотеке университета.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
2.	Семинарские занятия	Не запланированы.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория 132С, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-1, спектрофотометр СФ-256 УВИ, спектрофотометр СФ-256 БИК, ПК для обработки экспериментальных данных.
4.	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ

5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
7.	Самостоятельная работа	Кабинет электронных ресурсов для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.