

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.



2017г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.08.01 «ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ»

Направление подготовки	03.03.02 «Физика»
Направленность (профиль)	Фундаментальная физика
Программа подготовки	Академический бакалавриат
Форма обучения	Очная
Квалификация (степень) выпуска	Бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика»

Программу составил:

доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры  
физики и информационных систем

Богатов Н.М.



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

«04» мая 2017 г, протокол № 16

Заведующий кафедрой (разработчика)

Богатов Н.М.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

«04» мая 2017 г, протокол № 16

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Богатов Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «04» мая 2017 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Григорьян Л.Р., кандидат физ.-мат наук, директор ООО НПФ «Мезон»

Шапошникова Т.Л., доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО «КубГТУ»

## 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 анализа, теории дифференциальных уравнений.	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
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, особенно в транспорте 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)			
		7			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>54,3</b>	<b>54,3</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>48</b>	<b>48</b>			
Занятия лекционного типа	16	16	-	-	-
Лабораторные занятия	32	32	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			

Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>63</b>	<b>63</b>			
Проработка учебного (теоретического) материала	50	50	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	13	13	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	-	-	-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>54,3</b>	<b>54,3</b>		
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		

## 2.2 Структура дисциплины:

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

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов						
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа	
			Л	ПЗ	ЛР	КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Уравнение Шредингера для полупроводников	17	4		4			9
2.	Волновая функция электронов в полупроводниках.	15	2		4			9
3.	Образование энергетических зон в полупроводниках.	15	2		4			9
4.	Эффективная масса носителей заряда в полупроводниках	15	2		4			9
5.	Водородоподобная модель примесных состояний.	15	2		4			9
6.	Плотность квантовых состояний в окрестности края энергетических зон.	17	2		6			9
7.	Концентрация электронов и дырок в полупроводниках	17	2		6			9
	<i>Всего:</i>		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.	Уравнение Шредингера для полупроводников.	Уравнение Шредингера для кристалла в общем виде. Уравнение Шредингера для кристалла в	Устный опрос.

		<p>адиабатическом приближении.</p> <p>Уравнение Шредингера для кристалла в валентном приближении.</p> <p>Приближение самосогласованного поля.</p> <p>Уравнение Шредингера для кристалла в одноэлектронном приближении.</p>	
2.	Волновая функция электронов в полупроводниках.	<p>Периодичность потенциала самосогласованного поля в кристалле.</p> <p>Функция Блоха.</p> <p>Приближение слабо связанных электронов.</p> <p>Приближение сильно связанных электронов.</p>	Устный опрос.
3.	Образование энергетических зон в полупроводниках.	<p>Обменный интеграл и интеграл перекрытия.</p> <p>Образование энергетической зоны из энергетического уровня изолированного атома.</p> <p>Энергия электрона в поле простой кубической решетки в приближении сильно связанных электронов.</p> <p>Граничные условия Борна-Кармана.</p> <p>Значения компонент волнового вектора электрона в кристалле.</p> <p>Число различных энергетических состояний в разрешенной зоне кристалла.</p> <p>Связь между импульсом и длиной волны свободного электрона, волновое число.</p> <p>Квазиимпульс и энергия электрона в периодическом поле кристалла.</p> <p>Обоснование существования зоны запрещенных энергий на основе приближения сильно связанных электронов.</p>	Устный опрос.
4.	Эффективная масса носителей заряда в полупроводниках.	<p>Эффективная масса электронов.</p> <p>Эффективная масса дырок.</p> <p>Зонная структура кремния.</p> <p>Зонная структура германия.</p> <p>Зонная структура прямозонных полупроводников (GaAs).</p> <p>Циклотронный резонанс.</p> <p>Экспериментальное определение эффективной массы электрона (дырки) методом циклотронного резонанса.</p>	Устный опрос.
5.	Водородоподобная модель примесных состояний.	<p>Метод эффективной массы.</p> <p>Водородоподобная модель примесных состояний.</p> <p>Расчет энергии и радиуса орбиты электрона «мелкого» донорного уровня в германии.</p>	Устный опрос.
6.	Плотность квантовых состояний в окрестности края энергетических зон.	<p>Плотность квантовых состояний при параболической зависимости энергии электронов.</p> <p>Плотность квантовых состояний в окрестности дна зоны проводимости с эллипсоидальными изоэнергетическими поверхностями.</p> <p>Эффективная масса плотности состояний в окрестности дна зоны проводимости кремния.</p> <p>Эффективная масса плотности состояний в окрестности дна зоны проводимости германия</p>	Устный опрос.

		Эффективная масса плотности состояний в окрестности вершины валентной зоны кремния. Эффективная масса плотности состояний в окрестности вершины валентной зоны германия.	
7.	Концентрация электронов и дырок в полупроводниках.	Концентрация электронов в окрестности дна зоны проводимости. Концентрация дырок в окрестности вершины валентной зоны. Плотность квантовых состояний в окрестности дна зоны проводимости кремния. Плотность квантовых состояний в окрестности дна зоны проводимости германия. Плотность квантовых состояний в окрестности вершины валентной зоны кремния. Плотность квантовых состояний в окрестности вершины валентной зоны германия. Концентрация электронов в окрестности дна зоны проводимости в равновесном невырожденном состоянии. Концентрация дырок в окрестности вершины валентной зоны в равновесном невырожденном состоянии.	Устный опрос.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Задачи лабораторной работы	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Исследование эффекта пробоя в р-п переходе.	Изучение эффектов пробоя в р-п переходе. Измерение ВАХ стабилитрона. Сравнительный анализ экспериментальных и теоретических данных лавинного пробоя.	Защита отчета по лабораторной работе в интерактивной форме
2.	Исследование работы биполярного и полевого транзистора.	Изучение теории биполярного и Полевого транзисторов. Измерение семейства ВАХ биполярного и полевого транзисторов при различных схемах. Расчет основных параметров транзисторов.	Защита отчета по лабораторной работе в интерактивной форме
3.	Изучение фотодиода.	Изучение теории фотодиода. Измерение ВАХ фотодиода при различной освещенности. Расчет параметры оптимального режима работы фотодиода на основе экспериментальных ВАХ.	Защита отчета по лабораторной работе в интерактивной форме
4.	Исследование работы солнечного элемента.	Изучение теории солнечного элемента. Измерения темновых и световых ВАХ	Защита отчета по лабораторной

	солнечного элемента. Расчет характеристик солнечного элемента по экспериментальным данным.	работе в интерактивной форме
--	---	------------------------------

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Компьютерное моделирование электронных состояний в полупроводниках.
2. Компьютерное моделирование внутреннего электрического поля в неоднородных полупроводниках.
3. Компьютерное моделирование плазмонов и горячих электронов в полупроводниках.
4. Расчет параметров полупроводниковых структур с n-p переходом по экспериментальным ВАХ.

### 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> . 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> .
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. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .

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: «Квантовое описание полупроводников»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
2.	1-7	Защита отчета лабораторной работы «Исследование эффекта пробоя в p-n переходе»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
3.	1,2,3	Беседа: «Квантовые состояния электронов в полупроводниках».	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
4.	1-7	Обсуждение проблемы: «Управление свойствами полупроводниковых структур с помощью электрического поля»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
5.	1-7	Защита отчета лабораторной работы «Исследование работы биполярного и полевого транзистора»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
6.	1-7	Беседа: «Факторы, определяющие параметры транзисторов».	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
7.	3,4	Технология мысленного эксперимента «Определение эффективной массы носителей заряда в полупроводниках»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
8.	1-7	Защита отчета лабораторной работы «Изучение фотодиода»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
9.	1-7	Обсуждение проблемы: «Повышение эффективности фотодиодов»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
10.	1-7	Защита отчета лабораторной работы «Исследование работы солнечного элемента»	Интерактивная	ОПК-1, ОПК-3, ПК-5
11.	1-7	Обсуждение проблемы: «Влияние ширины зоны запрещенных энергий на оптические свойства солнечных элементов»	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 – экзамен.

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

Результаты сдачи экзамена 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, по результатам экзамена в устной или письменной форме. 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.

4. Физика полупроводников [Текст] : учебник / К. В. Шалимова. - Изд. 4-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 392 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 9785811409228

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>.

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

5. Физика полупроводников [Текст] : учебник / К. В. Шалимова. - Изд. 4-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 392 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 9785811409228

6. Структура и свойства наноразмерных образований [Текст] : реалии современной нанотехнологии : [учебное пособие] / Н. Г. Рамбиди . - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 375 с. : ил. - Библиогр. : с. 375. - ISBN 9785915590891

7. Взаимодействие излучения с атомами и наночастицами [Текст] : [учебное пособие] / В. А. Астапенко. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 492 с. : ил. - (Физтеховский учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785915590839

8. Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы [Текст] : [учебное пособие] / В. А. Астапенко. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 583 с. : ил. - (Физтеховский учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785915591119

9. Основы физики конденсированного состояния [Текст] : [учебное пособие] / Ю. В. Петров. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. - 213 с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 9785915591102

10. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Старосельский. - Москва : Юрайт, 2011. - 464 с. - (Основы наук). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785991608084

### **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 средствам 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 специализированных 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;
- аппаратное 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 презентацион-

		ной 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, ауд. 208С.