


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета
  
 \_\_\_\_\_ Страхов С. Ю.  
 (подпись) ФИО  
 « 14 » 01 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	12.03.02 Оптическое приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Приборы и системы лучевой энергетики
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	4	144	34	17	0	17	110	0	18	92	диф. зач.
4	7	5	180	68	34	0	34	112	0	0	112	экз.
ВСЕГО		9	324	102	51	0	51	222	0	18	204	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**12.03.02 Оптотехника**

год набора группы: 2019


Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА  
Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

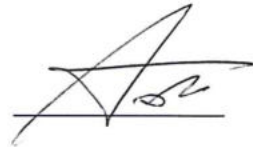
Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
ПСК-1.1 — Способность к математическому моделированию полупроводниковых структур, предназначенных для приема и излучения лучевых потоков

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-4**

*знания:*

различных методов моделирования кристаллических структур на основе квантовой механики;  
методов квантовой механики при создании компьютерных программ для моделирования оптических систем;

основных физических принципов, лежащих в основе квантовой механики.;

*умения:*

понимать и уметь применять методы компьютерного моделирования, работать с программным обеспечением, позволяющим исследовать квантово-механические процессы в твердых телах.;

*навыки:*

исследование эффектов, объяснимых с точки зрения квантовой механики, разработка простейших компьютерных программ..

### **ПСК-1.1**

*знания:*

различных методов моделирования кристаллических структур на основе квантовой механики;  
методов квантовой механики при создании компьютерных программ для моделирования оптических систем;

основных физических принципов, лежащих в основе квантовой механики.;

*умения:*

понимать и уметь применять методы компьютерного моделирования, работать с программным обеспечением, позволяющим исследовать квантово-механические процессы в твердых телах.;

*навыки:*

исследование эффектов, объяснимых с точки зрения квантовой механики, разработка простейших компьютерных программ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **вариативной части по выбору студента блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОПТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ПРИБОРОВ, ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-4	ПСК-1.1
3	6	Раздел 1. Общие сведения о методах компьютерного моделирования, применительно к физике твердого тела. 1.1. Методы моделирования из первых принципов. 1.2 Подуэмпирические методы моделирования. Сравнение с известными экспериментальными данными. 1.3 Язык программирования Python. Основной синтаксис. Применение к физическому моделированию.	32	7	4	3	25	10	10
3	6	Раздел 2. К-р метод моделирования. 2.1 Приближения, используемые в к-р методе. 2.2 Общая формулировка. 2.3 Практическое использование при написании компьютерного кода.	33	8	4	4	25	15	15
3	6	Раздел 3. Метод сильной связи. 3.1 Метод сильной связи в применении к оптическим системам. 3.2. Приближения, используемые в методе сильной связи. Общая формулировка.	40	10	5	5	30	10	10
3	6	Раздел 4. Метод эффективной массы. 4.1 Вывод основных формул в методе эффективной массы. 4.2 Приближения, используемые в методе эффективной. Вывод основных формул. 4.3 Практическое использование при написании компьютерного кода.	39	9	4	5	30	10	10
Всего за 6 семестр			144	34	17	17	110	45	45
4	7	Раздел 5. Метод моделирования Монте-Карло. 5.1 Метод моделирования случайных процессов Монте-Карло. 5.2 Общая формулировка. Примеры использования, принцип написания алгоритмов на основе метода Монте-Карло. 5.3 Практическое использование при написании компьютерного кода.	41	16	8	8	25	15	15
4	7	Раздел 6. Методы моделирования из первых принципов. 6.1 DFT методы. Уравнение Кона-Шэма. Приближение. Реализация в различных программных пакетах. 6.2 Молекулярная динамика. Общая формулировка, пределы применимости 6.3 Практическое использование при написании компьютерного кода.	41	16	8	8	25	10	10
4	7	Раздел 7. Моделирование оптического спектра объемных полупроводников. 7.1 Моделирование объемных материалов. 7.2 Оптические переходы в кремнии. 7.3 Моделирование методом Сильной связи.	48	18	9	9	30	15	15
4	7	Раздел 8. Моделирование оптического спектра полупроводниковых нанокристаллов. 8.1 Моделирование нанокристаллов кремния. 8.2 Оптические переходы в кремниевых нанокристаллах. 8.3 Моделирование методом Сильной связи и методом Монте-Карло.	50	18	9	9	32	15	15
Всего за 7 семестр			180	68	34	34	112	55	55
Всего по дисциплине			324	102	51	51	222	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о методах компьютерного моделирования, применительно к физике твердого тела.	Язык программирования Python	3
2	Раздел 2. К-р метод моделирования.	Практическое использование К-р метода при написании компьютерного кода.	4
3	Раздел 3. Метод сильной связи.	Практическое использование метода сильной связи при написании компьютерного кода.	5
4	Раздел 4. Метод эффективной массы.	Практическое использование метода эффективной массы при написании компьютерного кода.	5
Всего за 6 семестр			17
5	Раздел 5. Метод моделирования Монте-Карло.	Практическое использование метода Монте-Карло при написании компьютерного кода.	8
6	Раздел 6. Методы моделирования из первых принципов.	Практическое использование метода DFT метода при написании компьютерного кода	8

7	Раздел 7. Моделирование оптического спектра объемных полупроводников.	Написание компьютерного кода для расчета спектра объемного кремния	9
8	Раздел 8. Моделирование оптического спектра полупроводниковых нанокристаллов.	Написание компьютерного кода для расчета спектра нанокристаллов кремния.	9
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о методах компьютерного моделирования, применительно к физике твердого тела.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	25
2	Раздел 2. К-р метод моделирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
3		Подготовка к практическому занятию.	10
4	Раздел 3. Метод сильной связи.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
5		Подготовка к практическому занятию.	15
6	Раздел 4. Метод эффективной массы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
7		Подготовка к практическому занятию.	15
Всего за 6 семестр			110
8	Раздел 5. Метод моделирования Монте-Карло.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	10
9		Подготовка к практическому занятию.	15
10	Раздел 6. Методы моделирования из первых принципов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	10
11		Подготовка к практическому занятию.	15
12	Раздел 7. Моделирование оптического спектра объемных полупроводников.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
13		Подготовка к практическому занятию.	15
14	Раздел 8. Моделирование оптического спектра полупроводниковых нанокристаллов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	16
15		Подготовка к практическому занятию.	16
Всего за 7 семестр			112

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ задания на работу. Составление плана. Подбор и изучение литературных источников.	2 - 4	4
Этап 2. Разработка расчетной модели. Проведение расчетов. Формирование работы.	5 - 12	10
Этап 3. Оформление пояснительной записки. Защита.	13 - 15	4
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>18</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6		КПос	Тест	КПос	Тест	КПос	Тест	КПос	Тест	КПос	Тест	КПос			Тест		диф. зач.
7		КПос	Тест	КПос	Тест	КПос	Тест	КПос	Тест	КПос	Тест	КПос			Тест		

Условные обозначения:

- КПос – контроль посещаемости;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- контроль посещаемости;
- тест.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- контроль посещаемости;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. СПб.: Лань, 2008, 59 экз.
2. А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника. М.: Высшая школа, 2001, 50 экз.
3. Д. Бейдер. Чистый Python. Тонкости программирования для профи. Санкт-Петербург: Питер, 2021, эл. рес.
4. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html> — The Python Tutorial &#8212; Python 3.10.2 documentation.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Python 3.4.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Python 3.4.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **вариативной части по выбору студента блока 1** программы подготовки по направлению **12.03.02 Оплотехника**. Дисциплина реализуется на факультете **И Информационных и управляющих систем** БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-4 способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности;  
ПСК-1.1 Способность к математическому моделированию полупроводниковых структур, предназначенных для приема и излучения лучевых потоков.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов моделирования, используемых в твердом теле, основных принципов компьютерного моделирования физических систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- контроль посещаемости;
- тест.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- контроль посещаемости;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **9 з.е., 324 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**222 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 324 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 222 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Общие сведения о методах компьютерного моделирования, применительно к физике твердого тела.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все) Е. Г. Бородин, В. В. Лендовский. Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Все) Д. Бейдер. Чистый Python. Тонкости программирования для профи: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (Все)	25
Итого по разделу 1		25
<b>Раздел 2. К-р метод моделирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все) А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все) Е. Г. Бородин, В. В. Лендовский. Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Все)	15
Подготовка к практическому занятию.	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Все)	10
Итого по разделу 2		25
<b>Раздел 3. Метод сильной связи.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все) А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Подготовка к практическому занятию.	электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Итого по разделу 3		30
<b>Раздел 4. Метод эффективной массы.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все) А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Подготовка к практическому занятию.	электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Итого по разделу 4		30
<b>Раздел 5. Метод моделирования Монте-Карло.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все) А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	10
Подготовка к практическому занятию.	электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Итого по разделу 5		25
<b>Раздел 6. Методы моделирования из первых принципов.</b>		

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все)	10
Подготовка к практическому занятию.	А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Итого по разделу 6		25
<b>Раздел 7. Моделирование оптического спектра объемных полупроводников.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все)	15
Подготовка к практическому занятию.	А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	15
Итого по разделу 7		30
<b>Раздел 8. Моделирование оптического спектра полупроводниковых нанокристаллов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (Все)	16
Подготовка к практическому занятию.	А. Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Все)	16
Итого по разделу 8		32

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- контроль посещаемости;
- тест;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Контроль посещаемости

Посещаемость занятий.

#### Тест

Тесты включают в себя 5 вопросов по материалам лекций. Время на выполнение теста - 3 минуты. Для получения зачета по тесту необходимо ответить правильно на четыре вопроса из пяти.

#### Дифференцированный зачет

К зачету допускаются студенты, которые успешно сдали все контрольные мероприятия предусмотренные рабочей программой.

Зачет проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответить на два вопроса.

Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и формул.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены незначительные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и формул. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя.

#### Экзамен

К экзамену допускаются студенты, которые успешно сдали все контрольные мероприятия предусмотренные рабочей программой.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответ на два вопроса.

Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и законов.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены незначительные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и законов. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-4	ПСК-1.1	
3	6	Раздел 1. Общие сведения о методах компьютерного моделирования, применительно к физике твердого тела.	32	7	4	3	25	10	10	Тест, Контроль посещаемости
3	6	Раздел 2. К-р метод моделирования.	33	8	4	4	25	15	15	Тест, Контроль посещаемости
3	6	Раздел 3. Метод сильной связи.	40	10	5	5	30	10	10	Тест, Контроль посещаемости
3	6	Раздел 4. Метод эффективной массы.	39	9	4	5	30	10	10	Тест, Контроль посещаемости
Всего за 6 семестр			144	34	17	17	110	45	45	
4	7	Раздел 5. Метод моделирования Монте-Карло.	41	16	8	8	25	15	15	Тест, Контроль посещаемости
4	7	Раздел 6. Методы моделирования из первых принципов.	41	16	8	8	25	10	10	Тест, Контроль посещаемости
4	7	Раздел 7. Моделирование оптического спектра объемных полупроводников.	48	18	9	9	30	15	15	Тест, Контроль посещаемости
4	7	Раздел 8. Моделирование оптического спектра полупроводниковых нанокристаллов.	50	18	9	9	32	15	15	Тест, Контроль посещаемости
Всего за 7 семестр			180	68	34	34	112	55	55	
Всего по дисциплине			324	102	51	51	222	100	100	