

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 1 от «31» августа 2020г.

Зав. кафедрой  /Балапанов М.Х.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

  
\_\_\_\_\_/Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Кристаллография**


программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки  
Физика конденсированного состояния вещества

Квалификация  
бакалавр

<p>Разработчик (составитель) д. физ.-мат. наук, профессор (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p> /<u>Якшибаев Р.А.</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
--	---

Год приема: 2020

2020г.

Составитель: \_д.ф.-м.н., профессор Якшибаев Р.А.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей физики \_\_\_\_\_ протокол № 1 от «31» августа 2020г..

Заведующий кафедрой



Балапанов М.Х.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (*с ориентацией на карты компетенций*) 4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5(15)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания 6
  - 4.2. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости) 10(18)
  - 4.3. Задания для самостоятельной работы студентов по спецкурсу «Кристаллография» 12
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 13
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 14

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Кристаллография» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОПК-3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)
Знания	1. История развития кристаллографии как науки. Элементы геометрической кристаллографии. Опытные законы кристаллографии. Внешний облик кристаллов. Пространственная решетка. Узел. Узловая прямая. Узловая плоскость. Индексы Миллера. Элементарная ячейка и её параметры.	ПК-1
	2 Обратная решётка. Основные свойства обратной решетки. Вывод основных формул структурной кристаллографии с использованием обратного пространства. Симметрия структуры кристаллов. Сингонии. Решетки Бравэ.	ПК-1
	3. Кристаллографические проекции. Стереографическая, гномостерео-графическая и гномоническая проекции. Соотношение между ними. Сетки Вульфа, Болдырева, Закса.	ПК-1
	4. Симметрия. Элементы симметрии континуума. Классы симметрии и их обозначение по международной классификации симметрии кристаллов. Элементы симметрии дисконтинуума. Фёдоровские пространственные группы. Общие соображения к их выводу.	ПК-1
	5. Основные типы структур, их изображение. Принципы формирования таких структур. Кристаллохимия. Экспериментальные методы определения кристаллических структур и их сравнительная характеристика.	ПК-1 ОПК-3
	6. Реальная структура кристаллов. Дефекты кристаллов и их классификация. Равновесные концентрации точечных дефектов. Стехиометрические дефекты. Линейные дефекты (дислокации). Линейные и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Роль	ПК-1

	дислокаций в формировании физических свойств кристаллов.	
	7. Рост кристаллов. Равновесная форма кристаллов. Механизмы кристаллизации. Методы выращивания монокристаллов.	ОПК-3
Умения	1. Читать и понимать научную литературу кристаллографии в области предстоящей профессиональной деятельности.	ОПК-3 ПК-1
	2. Объяснять наблюдаемые физические свойства кристаллов на основе их структуры, установить связь между физическими свойствами твердых тел и их кристаллической структурой.	ОПК-3 ПК-1
	3. Уметь моделировать свойства твердых тел путем изменения их кристаллической структуры и технологии синтеза.	ОПК-3 ПК-1
	4. Определять основные направления технологического прогресса в области синтеза новых кристаллов.	ОПК-3 ПК-1
Владения (навыки)	1. Владеть навыками проведения экспериментов по определению основных характеристик кристаллической структуры твердых тел	ОПК-3 ПК-1
	2. Владеть навыками решения стандартных задач по кристаллографии.	ОПК-3 ПК-1
	3. Иметь навыки работы с научной и специальной литературой	ОПК-3 ПК-1

## 2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Кристаллография» входит в раздел «Б1.В.1.03. Кристаллография» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»

Дисциплина изучается на *3 курсе* в *5 семестре*.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Молекулярная физика

Химия

Термодинамика

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения курсов по профилю «Физика конденсированного состояния вещества», таких как «физика металлов и сплавов», «физика реальных кристаллов», «физика полупроводников», для освоения магистерских курсов и написания бакалаврской и магистерской диссертации.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1

### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

**ПК-1:** способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Неудовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (уровень)	Знать: 1. Элементы геометрической кристаллографии. Опытные законы кристаллографии. 2 Основные свойства обратной решетки. Сингонии. Решетки Бравэ. 3. Кристаллографические проекции и соотношения между ними. 4. Элементы симметрии континуума. Классы симметрии и их обозначение по международной классификации симметрии кристаллов. Элементы	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё

	<p>симметрии дисконтинуума. Фёдоровские пространственные группы.</p> <p>5. Основные типы структур, их изображение. Принципы формирования таких структур. Кристаллохимия. Экспериментальные методы определения кристаллических структур.</p> <p>6. Реальная структура кристаллов. Основные виды дефектов кристаллов, их характеристика и роль в формировании физических свойств кристаллов.</p>				
Второй этап (уровень)	<p>1. Читать и понимать научную литературу кристаллографии в области предстоящей профессиональной деятельности.</p> <p>2. Объяснять наблюдаемые физические свойства кристаллов на основе их структуры, установить связь между физическими свойствами твердых тел и их кристаллической структурой.</p> <p>3. Уметь моделировать свойства твердых тел путем изменения их кристаллической структуры и технологии синтеза.</p> <p>4. Определять основные направления технологического прогресса в области синтеза новых кристаллов.</p>	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (уровень)	<p>1. Владеть навыками проведения экспериментов по определению основных характеристик кристаллической структуры твердых тел</p> <p>2. Владеть навыками решения</p>	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

	стандартных задач по кристаллографии. 3. Иметь навыки работы с научной и специальной литературой				
--	---	--	--	--	--

**ОПК-3** - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (уровень)	Знать: 1) Основные типы структур, их изображение. Принципы формирования таких структур. Кристаллохимия. Экспериментальные методы определения кристаллических структур и их сравнительная характеристика. 2) Рост кристаллов. Равновесная форма кристаллов. Механизмы кристаллизации. Методы, выращивания монокристаллов.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (уровень)	1. Читать и понимать научную литературу кристаллографии в области предстоящей профессиональной деятельности. 2. Объяснять наблюдаемые физические свойства кристаллов на основе их структуры, установить связь между физическими свойствами твердых тел и их кристаллической структурой. 3. Уметь моделировать свойства твердых тел путем изменения их кристаллической структуры и	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве



	технологии синтеза. 4. Определять основные направления технологического прогресса в области синтеза новых кристаллов.				
Третий этап (уровень)	1. Владеть навыками проведения экспериментов по определению основных характеристик кристаллической структуры твердых тел 2. Владеть навыками решения стандартных задач по кристаллографии. 3. Иметь навыки работы с научной и специальной литературой	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Критериями оценивания освоения компетенций являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: 1. История развития кристаллографии как науки. Элементы геометрической кристаллографии. Опытные законы кристаллографии. Внешний облик кристаллов. Пространственная решетка. Узел. Узловая прямая. Узловая плоскость. Индексы Миллера. Элементарная ячейка и её параметры.	ПК-1	Устный опрос Контрольная работа
	2. Обратная решётка. Основные свойства обратной решетки. Вывод основных формул структурной кристаллографии с использованием обратного пространства. Симметрия структуры кристаллов. Сингонии. Решетки Бравэ.	ПК-1	Устный опрос Контрольная работа

	3. Кристаллографические проекции. Стереографическая, гномостереографическая и гномоническая проекции. Соотношение между ними. Сетки Вульфа, Болдырева, Закса.	ПК-1	Устный опрос Контрольная работа
	4. Симметрия. Элементы симметрии континуума. Классы симметрии и их обозначение по международной классификации симметрии кристаллов. Элементы симметрии дисконтинуума. Фёдоровские пространственные группы. Общие соображения к их выводу.	ПК-1	Устный опрос Контрольная работа
	5. Основные типы структур, их изображение. Принципы формирования таких структур. Кристаллохимия. Экспериментальные методы определения кристаллических структур и их сравнительная характеристика.	ПК-1 ОПК-3	Устный опрос Контрольная работа
	6. Реальная структура кристаллов. Дефекты кристаллов и их классификация. Равновесные концентрации точечных дефектов. Стехиометрические дефекты. Линейные дефекты (дислокации). Линейные и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Роль дислокаций в формировании физических свойств кристаллов.	ПК-1	Устный опрос Контрольная работа
	7. Рост кристаллов. Равновесная форма кристаллов. Механизмы кристаллизации. Методы выращивания монокристаллов.	ОПК-3	Устный опрос Контрольная работа
2-й этап	Уметь:	ОПК-3	Устный опрос
Умения	1. Читать и понимать научную литературу кристаллографии в области предстоящей профессиональной деятельности.	ПК-1	Курсовая работа
	2. Объяснять наблюдаемые физические свойства кристаллов на основе их структуры, устанавливать связь между физическими свойствами твердых тел и их кристаллической структурой.	ОПК-3 ПК-1	Устный опрос Курсовая работа
	3. Уметь моделировать свойства твердых тел путем изменения их кристаллической структуры и технологии синтеза.	ОПК-3 ПК-1	Устный опрос Курсовая работа
	4. Определять основные направления технологического прогресса в области синтеза новых кристаллов.	ОПК-3 ПК-1	Устный опрос Курсовая работа
3-й этап	1. Владеть навыками проведения экспериментов по определению основных характеристик кристаллической структуры твердых тел	ОПК-3 ПК-1	Контрольная работа
Владеть навыками	2. Владеть навыками решения стандартных задач по кристаллографии.	ОПК-3 ПК-1	Контрольная работа

	3. Иметь навыки работы с научной и специальной литературой	ОПК-3 ПК-1	Курсовая работа

### **4.3 Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении № 2.

## Экзаменационные билеты

### Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов. Образец экзаменационного билета предоставлен ниже.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт

Кафедра общей физики

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Кристаллография»

Направление 03.03.02 «ФИЗИКА»

Профиль «Физика конденсированного состояния»

1. Пространственная решетка. Узел. Узловая прямая. Узловая плоскость. Индексы Миллера.
2. Дефекты кристаллов и их классификация.

«Утверждаю» \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ОФ, профессор М.Х. Балапанов

### Вопросы к экзамену

1. История развития кристаллографии как науки. Элементы геометрической кристаллографии. Опытные законы кристаллографии. Внешний облик кристаллов.
2. Пространственная решетка. Узел. Узловая прямая. Узловая плоскость. Индексы Миллера. Элементарная ячейка и её параметры.
3. Обратная решётка. Основные свойства обратной решетки. Вывод основных формул структурной кристаллографии с использованием обратного пространства.
4. Преобразование индексов при изменении осей решетки.
5. Симметрия структуры кристаллов. Сингонии. Решетки Браве.
6. Кристаллографические проекции. Стереографическая, гномостереографическая и гномоническая проекция. Соотношение между ними. Сетки Вульфа, Болдырева, Зака.

7. Симметрия. Элементы симметрии континуума. Теоремы сочетания элементов симметрии. Графическое изображение элементов симметрии.
8. Классы симметрии и их обозначение по международной классификации симметрии кристаллов.
9. Элементы симметрии дисконтинуума. Фёдоровские пространственные группы. Общие соображения к их выводу.
10. Основные типы структур, их изображение. Принципы формирования таких структур. Кристаллохимия.
11. Экспериментальные методы определения кристаллических структур и их сравнительная характеристика.
12. Реальная структура кристаллов. Дефекты кристаллов и их классификация. Равновесные концентрации точечных дефектов. Стехиометрические дефекты.
13. Линейные дефекты (дислокации). Линейные и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Роль дислокаций в формировании физических свойств кристаллов.
14. Рост кристаллов. Равновесная форма кристаллов. Механизмы кристаллизации. Методы выращивания монокристаллов.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 80 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов и выполнить курсовую работу.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов;
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

#### **Критерии оценивания ответа на экзамене:**

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый), из оценки за решение задачи (6 баллов) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

За ответы на вопросы билета выставляется

- **15-18 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:

- 3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;

- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;

- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;

- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

#### **4.4. Примеры заданий для самостоятельной работы студентов**

1. Выписать для простой кубической решетки индексы Миллера (hkl) и определить соответствующие плоскости.
2. Составить таблицы формул структурной кристаллографии для различных сингоний.
3. Нарисовать объемную картину перехода от гексагональной к ромбической решетке.
4. Нарисовать 14 типов решеток Бравэ.
5. Найти проекции плоскостей по координатам  $\rho$  и  $\varphi$ .
6. Практически изучить природные кристаллы, определить классы симметрии и другие характеристики.
7. Выписать операции симметрии класса  $m\bar{3}m$ .
8. Определить координаты атомов для основных типов структур.
9. Сравнить достоинства и недостатки методов РСА и нейтронографии.
10. Изучить термодинамические аспекты возникновения дефектов.
11. Изучить влияние дислокаций на механические свойства.
12. Вырастить монокристаллы NaCl.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Шаскольская М. П. Кристаллография.- М.: Высшая школа, 2008 г.

#### **Дополнительная литература:**

2. Костов И. Кристаллография.- М.: Мир.2005.
3. Бокий Г. Б. Кристаллохимия.- М.: Наука, 1971г.
4. Келли А., Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах.- М.: Мир,1974г.
5. Най Дж. Физические свойства кристаллов.- Иностранная литература, 1960г.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения занятий: аудитории № 324 или №318.	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор ,экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории №324 или № 318	Практические занятия	Доска, компьютер, мультимедийный проектор ,экран
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.



## Приложение № 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины \_« Кристаллография»

на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	35,2
лекций	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	2
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету дифференцированному (Контроль)	34,8

Форма контроля:

экзамен 5 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	СР +контроль			
1	2	3	4	6	7	8	9
<b>Модуль 1.</b>							
1.	История развития кристаллографии как науки. Элементы геометрической кристаллографии. Опытные законы кристаллографии. Внешний облик кристаллов.	2	-	2	1, 2		Устный опрос
2.	Пространственная решетка. Узел. Узловая прямая. Узловая плоскость. Индексы Миллера. Элементарная ячейка и её параметры.	2	-	2	1, 2		Контрольная работа
3.	Обратная решётка. Основные свойства обратной решетки. Вывод основных формул структурной кристаллографии с использованием обратного пространства.	2	-	4	1, 2		Устный опрос
4.	Преобразование индексов при изменении осей решетки.	2	-	2	1, 2		Контрольная работа
5.	Симметрия структуры кристаллов. Сингонии. Решетки Браве.	2	-	2	1, 2		Устный опрос
6.	Кристаллографические проекции. Стереографическая, гномостереографическая и гномоническая проекции. Соотношение между ними. Сетки Вульфа, Болдырева, Закса.	2	-	2	1, 2		Контрольная работа
<b>Модуль 2.</b>							
7.	Симметрия. Элементы симметрии континуума. Теоремы сочетания элементов симметрии. Графическое изображение элементов симметрии.	2	-	2	1		Устный опрос
8.	Классы симметрии и их обозначение по международной классификации симметрии кристаллов.	2	-	2	1		Контрольная работа

9.	Элементы симметрии дисконтинуума. Фёдоровские пространственные группы. Общие соображения к их выводу.	2	-	2	1, 5		Устный опрос
10.	Основные типы структур, их изображение. Принципы формирования таких структур. Кристаллохимия.	2	-	2	1, 3		Контрольная работа
<b>Модуль 3.</b>							
11.	Экспериментальные методы определения кристаллических структур и их сравнительная характеристика.	2	-	4, 8	1, 3		Устный опрос
12.	Реальная структура кристаллов. Дефекты кристаллов и их классификация. Равновесные концентрации точечных дефектов. Стехиометрические дефекты.	2	-	2	1, 2, 4		Контрольная работа
13.	Линейные дефекты (дислокации). Линейные и винтовые дислокации. Вектор Бюргера. Роль дислокаций в формировании физических свойств кристаллов.	4	-	4	1, 4		Устный опрос
14.	Рост кристаллов. Равновесная форма кристаллов. Механизмы кристаллизации. Методы выращивания монокристаллов.	4	-	4	1, 2		Устный опрос
	КУРСОВАЯ РАБОТА				1, 2, научные статьи и монографии по заданию научного руководителя	Курсовая работа представляет собой аналитический обзор литературы по заданной теме (теория и методы исследований)	
	Всего часов:	32	-	36,8			

**Рейтинг – план дисциплины**

«Кристаллография»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Физика»,

профиль «Кристаллография»

курс 3, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
Текущий контроль				
1. Устный опрос	8	2	0	16
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	14	1	0	14
<b>Модуль II.</b>				
Текущий контроль				
1. Устный опрос	8	2	0	16
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	14	1	0	14
<b>Модуль III.</b>				
Текущий контроль				
3. Устный опрос	6	2	0	12
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	1	1	0	8
<b>Поощрительные баллы</b>				
Участие в научных конференциях			0	10
<b>Итого поощрительных баллов</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Экзамен</b>	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	<b>30</b>
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	