

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

ИТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе, качеству  
образования, первый проректор  
Хагуров Т.А.  
30» мая 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Б1.В.08 Современные технологии получения оптических**  
**сред**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность 03.04.02 Физика  
*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация Физика конденсированного  
состояния (теория, эксперимент, дидактика)  
*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация магистр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.08 Современные технологии получения оптических

составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент, дидактика)»

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

В.В. Галуцкий, профессор, д.ф.-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.В.08

Современные технологии получения оптических сред

утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол №9 «8» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой, д.ф.-м.н., профессор Лебедев К.А.

  
ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 11 «21» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета.

д.ф.-м.н., профессор Богатов Н.М.



Рецензенты:

В.А. Никитин, к.т.н., доцент кафедры оптоэлектроники

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон» кандидат физико-математических наук

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Освоение компетенций, формирование у студентов системы понятий и представлений о современных методах получения оптических сред, отражение развития методов кристаллизации и стеклообразования. Наибольшее внимание при изучении дисциплины уделяется физическим основам процессов кристаллообразования, современной приборной базе, используемой для получения оптических сред.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. Усвоение магистрантами знаний, умений и навыков, необходимых для самостоятельного занятия научной деятельностью;
2. Формирование у магистрантов представления об основных проблемах научно-исследовательской деятельности, связанной с получением оптических сред различными методами;

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.В.08 Современные технологии получения оптических сред» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 03.04.02 Физика направленности "Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент, дидактика)".

Для успешного усвоения дисциплины студенты должны обладать базовыми знаниями и умениями по предшествующим дисциплинам «Математический анализ», «Атомная физика», «Физика атомного ядра и частиц», «Дифференциальные, интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электродинамика и электродинамика сплошных сред».

«Б1.В.08 Современные технологии получения оптических сред» служит основой для понимания специальных дисциплин, изучаемых по направлению 03.04.02 Физика как в магистратуре, так и далее в аспирантуре. Студент, освоивший данный курс, подготовлен к деятельности, требующей углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки, в том числе к научно – исследовательской, а при сочетании освоения дополнительной образовательной программы педагогического профиля – к педагогической деятельности.

Вид промежуточной аттестации: экзамен.

### 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 следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора*                                                                                                                                                                                                             | Результаты обучения по дисциплине<br>( <i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i> )                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-2 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</b> |                                                                                                                                                     |
| ИПК-2.1. Умеет оформлять результаты наблюдений и научно-исследовательских работ                                                                                                                                                            | Знает основных классов оптических материалов и четкое понимание особенности их применения                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                            | Умеет применять знания о физико-химических процессах, происходящих в оптических кристаллах и стеклах на современной аппаратуре                      |
|                                                                                                                                                                                                                                            | Владеет современными экспериментальными методиками исследования основных оптических и/или физико-химических свойств оптических кристаллов и стекол. |
| ИПК-2.2. Владеет методами и средствами решения задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие                                                                                                                         | Знает основы современных представлений о структуре, оптических, физических и физико-химических свойствах оптических материалов различных классов,   |

| Код и наименование индикатора*                                                                                                      | Результаты обучения по дисциплине<br>( <i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i> )                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| актуальных способов решения задач                                                                                                   | определяющих сферу их применения                                                                                           |
|                                                                                                                                     | Умеет учитывать особенности фазовых диаграмм при получении оптических кристаллов.                                          |
|                                                                                                                                     | Владеет навыками получения оптических кристаллов и покрытий.                                                               |
| <b>ПК-3 Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования</b>               |                                                                                                                            |
| ИПК-3.1. Использует современные методы проведения исследований и разработок                                                         | Знает механизмы формирования основных свойств оптических материалов различных классов.                                     |
|                                                                                                                                     | Умеет классифицировать методы роста кристаллов.                                                                            |
|                                                                                                                                     | Владеет навыками эффективного использования имеющихся компьютерных программ для моделирования свойств оптических покрытий. |
| ИПК-3.2. Умеет использовать средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и разработок | Знает режимы выращивания кристалла методом Чохральского                                                                    |
|                                                                                                                                     | Умеет готовить шихту для варки оптических стекол                                                                           |
|                                                                                                                                     | Владеет методикой вакуумного нанесения тонких пленок                                                                       |

*\*Вид индекса индикатора соответствует учебному плану.*

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ                                                                                         | Всего часов | Форма обучения   |                  |                  |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
|                                                                                                    |             | очная            |                  | очно-заочная     | заочная       |
|                                                                                                    |             | 3 семестр (часы) | X семестр (часы) | X семестр (часы) | X курс (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                                             | <b>48,3</b> | <b>48,3</b>      |                  |                  |               |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                                                 |             |                  |                  |                  |               |
| занятия лекционного типа                                                                           | 24          | 24               |                  |                  |               |
| лабораторные занятия                                                                               |             | 24               |                  |                  |               |
| практические занятия                                                                               | 24          |                  |                  |                  |               |
| семинарские занятия                                                                                |             |                  |                  |                  |               |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                                                     | <b>0,3</b>  | <b>0,3</b>       |                  |                  |               |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                              |             |                  |                  |                  |               |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                     | 0,3         | 0,3              |                  |                  |               |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                                        | <b>69</b>   | <b>69</b>        |                  |                  |               |
| Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)                                                        |             |                  |                  |                  |               |
| Контрольная работа                                                                                 |             |                  |                  |                  |               |
| Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)                                                     |             |                  |                  |                  |               |
| Реферат/эссе (подготовка)                                                                          |             |                  |                  |                  |               |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и | 69          | 69               |                  |                  |               |

|                                                                                                                |                                      |             |             |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|--|--|--|
| материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) |                                      |             |             |  |  |  |
| 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>в том числе контактная работа</b> | <b>48,3</b> | <b>48,3</b> |  |  |  |
|                                                                                                                | <b>зач.ед</b>                        | <b>4</b>    | <b>4</b>    |  |  |  |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

| №  | Наименование разделов (тем)                          | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                      | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                      |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1. | Процессы кристаллизации                              | 18               | 6                 |    |    | 12                   |
| 2. | Кристаллизация из газовой фазы                       | 24               | 6                 | 8  |    | 10                   |
| 3. | Кристаллизация из растворов                          | 14               | 2                 |    |    | 12                   |
| 4. | Кристаллизация из расплава                           | 22               | 4                 | 8  |    | 10                   |
| 5. | Раствор-расплавные методы выращивания монокристаллов | 14               | 2                 |    |    | 12                   |
| 6. | Методы получения стекол и стеклообразующих расплавов | 25               | 4                 | 8  |    | 13                   |
|    | <i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>                  |                  | 24                | 24 |    | 69                   |
|    | Контроль самостоятельной работы (КСР)                |                  |                   |    |    |                      |
|    | Промежуточная аттестация (ИКР)                       | 0,3              |                   |    |    |                      |
|    | Подготовка к текущему контролю                       | 26,7             |                   |    |    |                      |
|    | Общая трудоемкость по дисциплине                     | 144              |                   |    |    |                      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

**Курсовой проект:** не предусмотрен

**Форма проведения аттестации по дисциплине:** экзамен

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)    | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Форма текущего контроля |
|----|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Процессы кристаллизации        | Фазовое равновесие. Поверхностная энергия. Образование зародышей. Структура поверхности и механизм роста кристаллов. Элементы диффузионной теории роста кристаллов. Объемно-диффузионная и поверхностно-диффузионная модель роста кристаллов. Основные физико-химические параметры кристаллизации. Метастабильная область. Скорость роста кристаллов. Эпитаксия. Образование дефектов. Дислокации. | <i>опрос</i>            |
| 2. | Кристаллизация из газовой фазы | Активность поверхности и подготовка подложек и затравок. Структурное совершенство кристаллов. Температура эпитаксии. Особенности гетероэпитаксиального роста пленок. Методы, использующие физическую конденсацию (метод молекулярных пучков, катодное распыление, метод                                                                                                                            | <i>опрос</i>            |

|    |                                                      |                                                                                                                                                                                     |              |
|----|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    |                                                      | объемной паровой фазы,). Методы кристаллизации с участием химических реакций.                                                                                                       |              |
| 3. | Кристаллизация из растворов                          | Механизмы роста из растворов. Методы выращивания кристаллов из низкотемпературных водных растворов. Выращивание KDP ADP. Гидротермальные растворы.                                  | <i>опрос</i> |
| 4. | Кристаллизация из расплава                           | Основные методы выращивания монокристаллов. Метод Чохральского, Стокбаргера-Бриджмена, Вернейля, зонная плавка. Перенос тепла в кристалле и расплаве. Дефекты в кристаллах. Примеси | <i>опрос</i> |
| 5. | Раствор-расплавные методы выращивания монокристаллов | Раствор-расплавы. Роль растворителя. Плотность, вязкость, диаграммы плавкости. Исследование фазовых равновесий в раствор-расплавах. Области устойчивости кристаллических фаз.       | <i>опрос</i> |
| 6. | Методы получения стекол и стеклообразующих расплавов | Строение стекла. Оптические свойства стекол. Физико-химические основы стекловарения. Кристалловолокна. Оптические керамики                                                          | <i>опрос</i> |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)

| №  | Наименование раздела (темы)                          | Тематика занятий/работ                     | Форма текущего контроля |
|----|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Кристаллизация из газовой фазы                       | Вакуумное нанесение тонких пленок          | <i>Защита ЛР</i>        |
| 2. | Кристаллизация из расплава                           | Выращивание кристалла методом Чохральского | <i>Защита ЛР</i>        |
| 3. | Методы получения стекол и стеклообразующих расплавов | Варка стекол и исследование их свойств     | <i>Защита ЛР</i>        |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

не предусмотрены

### 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 | Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) | Методические указания по организации аудиторной и самостоятельной работ, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г |

|   |                                |                                                                                                                                                                                                      |
|---|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Подготовка к текущему контролю | Методические рекомендации для подготовки к практическим, семинарским и лабораторным занятиям, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г |
|---|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Б1.В.04 Статистическая радиофизика».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

#### **Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**

| №<br>п/п | Код и наименование<br>индикатора<br>(в соответствии с п. 1.4)                                                                                        | Результаты обучения<br>(в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Наименование оценочного средства                       |                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|
|          |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Текущий контроль                                       | Промежуточная<br>аттестация |
| 1        | ИПК-2.1. Умеет оформлять результаты наблюдений и научно-исследовательских работ                                                                      | Знание основных классов оптических материалов и четкое понимание особенности их применения<br>Умение применять знания о физико-химических процессах, происходящих в оптических кристаллах и стеклах на современной аппаратуре<br>Владение современными экспериментальными методиками исследования основных оптических и/или физико-химических свойств оптических кристаллов и стекол. | Защита лабораторной работы – по теме, разделу<br>Опрос | Вопрос на экзамене 1-9      |
| 2        | ИПК-2.2. Владеет методами и средствами решения задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач | Знание основ современных представлений о структуре, оптических, физических и физико-химических свойствах оптических материалов различных классов, определяющих сферу их применения<br>Умеет учитывать особенности фазовых диаграмм при получении оптических кристаллов.<br>Владеет навыками получения оптических кристаллов и покрытий.                                               | Защита лабораторной работы – по теме, разделу<br>Опрос | Вопрос на экзамене 10-18    |
| 3        | ИПК-3.1. Использует современные методы проведения исследований и разработок                                                                          | Знает механизмы формирования основных свойств оптических материалов различных классов.<br>Умеет классифицировать методы роста кристаллов.<br>Владеет навыками эффективного использования имеющихся компьютерных программ для моделирования свойств оптических покрытий.                                                                                                               | Защита лабораторной работы – по теме, разделу<br>Опрос | Вопрос на экзамене 19-27    |
| 4        | ИПК-3.2. Умеет использовать средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и разработок                  | Знает режимы выращивания кристалла методом Чохральского<br>Умеет готовить шихту для варки оптических стекол<br>Владеет методикой                                                                                                                                                                                                                                                      | Защита лабораторной работы – по теме, разделу<br>Опрос | Вопрос на экзамене 28-35    |

|  |  |                                       |  |  |
|--|--|---------------------------------------|--|--|
|  |  | вакуумного нанесения<br>тонких пленок |  |  |
|--|--|---------------------------------------|--|--|

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**  
**Примерный перечень вопросов и заданий**

1. Каковы причины отличия энергии взаимодействия частиц в поверхностном слое от энергии в глубине расплава?
2. Что характеризует величина поверхностного натяжения?
3. Почему самопроизвольно поверхность увеличиваться не может?
4. Как методом максимального давления в пузырьке можно экспериментально определить величину поверхностного натяжения и плотность расплава?
5. Как зависит коэффициент взаимной диффузии от концентрации?
6. Каковы причины уменьшения вязкости с ростом температуры?
7. В каких единицах измеряется вязкость расплавов?
8. Как определяют энергию активации вязкого течения?
9. Перечислите основные особенности аморфного и кристаллического состояний веществ.
10. Поясните, что является движущей силой диффузии.
11. Напишите в математической форме зависимости для первого и второго законов Фика.
12. Каков физический смысл коэффициента диффузии?
13. Напишите уравнение, выражающее зависимость коэффициента диффузии от температуры.
14. От чего зависит коэффициент диффузии в разбавленных растворах?
15. Стеклообразное состояние вещества является метастабильным и обладает повышенным значением свободной энергии по сравнению с кристаллическим. Какой вывод можно сделать из этого заключения?
16. Как влияет состав силикатно-оксидного расплава на его вязкость?
17. При каких условиях можно получить «металлические стекла», имеющие аморфную структуру?
18. Какие факторы и как влияют на кристаллизацию стекла?
19. Чем обусловлена и как определяется микронеоднородность получаемых стекол?
20. Почему состав стекла влияет на его показатель преломления?

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Фазовое равновесие.
2. Поверхностная энергия.
3. Образование зародышей.
4. Структура поверхности и механизм роста кристаллов.
5. Элементы диффузионной теории роста кристаллов.
6. Объемно-диффузионная и поверхностно-диффузионная модель роста кристаллов.
7. Основные физико-химические параметры кристаллизации. Метастабильная область.
8. Скорость роста кристаллов
9. Эпитаксия.
10. Образование дефектов.
11. Дислокации.

12. Активность поверхности и подготовка подложек и затравок.
13. Структурное совершенство кристаллов.
14. Температура эпитаксии. Особенности гетероэпитаксиального роста пленок.
15. Методы, использующие физическую конденсацию (метод молекулярных пучков).
16. Методы, использующие физическую конденсацию (катодное распыление).
17. Методы, использующие физическую конденсацию (метод объемной паровой фазы).
18. Методы кристаллизации с участием химических реакций.
19. Механизмы роста из растворов. Методы выращивания кристаллов из низкотемпературных водных растворов.
20. Выращивание KDP ADP.
21. Гидротермальные растворы.
22. Основные методы выращивания монокристаллов. Метод Чохральского.
23. Основные методы выращивания монокристаллов. Стокбаргера-Бриджмена.
24. Основные методы выращивания монокристаллов. Вернейля.
25. Основные методы выращивания монокристаллов. Зонная плавка
26. Перенос тепла в кристалле и расплаве.
27. Дефекты в кристаллах. Примеси
28. Раствор-расплавы. Роль растворителя.
29. Плотность, вязкость, диаграммы плавкости.
30. Исследование фазовых равновесий в раствор-расплавах. Области устойчивости кристаллических фаз.
31. Строение стекла.
32. Оптические свойства стекол.
33. Физико-химические основы стекловарения.
34. Кристалловолокна.
35. Оптические керамики

### Критерии оценивания результатов обучения

| <i>Оценка</i>                                                | <i>Критерии оценивания по экзамену</i>                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Высокий уровень «5»<br/>(отлично)</i>                     | <i>оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</i> |
| <i>Средний уровень «4»<br/>(хорошо)</i>                      | <i>оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.</i>                                                              |
| <i>Пороговый уровень «3»<br/>(удовлетворительно)</i>         | <i>оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.</i>        |
| <i>Минимальный уровень<br/>«2»<br/>(неудовлетворительно)</i> | <i>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки</i>                                                                                                                      |

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов : учебное пособие для вузов / Н. И. Леонюк, Е. В. Копорулина, Е. А. Волкова, В. В. Мальцев. - Москва : Юрайт, 2022. - 152 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/492446> . - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-04738-7. - Текст : электронный.

2. Дубровский, Владимир Германович. Теория формирования эпитаксиальных наноструктур / В. Г. Дубровский. - М. : ФИЗМАТЛИТ , 2009. - 350 с. : ил. - (Фундаментальная и прикладная физика). - Библиогр.: с. 338-350. - ISBN 9785922110693 : 200 р. - Текст : непосредственный.

3. Любалин, Марк Дмитриевич. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллографический анализ и эксперимент / М. Д. Любалин. - СПб. : Наука , 2008. - 390 с. : ил. - Библиогр.: с. 378-390. - ISBN 9785020251908 (ошибоч.) : 200 р. - Текст : непосредственный.

4. Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография. /В.А. Исаев // Краснодар: Кубанский гос. ун - т, 2015. - 173 с.

5. Рост кристаллов. Методы выращивания и свойства кристаллов : [учебное пособие] / А. Г. Аванесов, В. А. Исаев, В. А. Лебедев, Е. В. Строганова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2005. - 62 с. : ил. - Библиогр.: с. 61. - 1 р. 50 к. - Текст : непосредственный..

### **5.2. Периодическая литература**

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ»

<https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. ScienceDirect – ведущая информационная платформа Elsevier <https://www.elsevier.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Известия высших учебных заведений. Радиофизика.
6. Информатизация и связь
7. Успехи физических наук
8. Журнал экспериментальной и теоретической физики
9. Письма в "Журнал экспериментальной и теоретической физики"
10. Радиотехника и электроника

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

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

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

#### **Профессиональные базы данных:**

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

#### **Информационные справочные системы:**

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

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

#### **КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись.

Вопросы, возникающие в ходе лекции, если не заданы сразу, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а так же подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий. Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с

учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой. Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем (или более продуктивно – дополнить конспект лекции).

Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно. Необходимо изучить список рекомендованной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления.

Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения (в этом Вам помогут вопросы, выносимые на зачетное тестирование и экзамен). Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

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

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

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

| Наименование специальных помещений                                                                                                                                                 | Оснащенность специальных помещений                                                                   | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 300С, 201С, 227С, 114С, 209 С, 315 С                                                                                     | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер                  | Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 227С, 119 С, 122 С, 315 С, 133 С | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер<br>Оборудование: | Операционная система MS Windows.<br>Офисный пакет приложений MicrosoftOffice.<br>Система MATLAB                                                                                                                                                                                                                          |

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

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207С)                         | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное                                                                                                                          | Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. |

|  |                                                                                                                          |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|