

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Петухов Игорь Валентинович**

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКО-ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ
Код УМК 82890

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физико-химия и технология материалов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия (ПБ)

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физико-химия и технология материалов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (ПБ) (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

ОПК.3 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований

ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физико-химия и технология материалов

Рассмотрены основные физико-химические процессы, лежащие в основе технологических процессов создания, обработки и изменения свойств материалов. Излагаются современные представления о дефектах кристаллического строения материалов, их влиянии на свойства материалов, процессы деформации и разрушения материалов, а также процессы термической обработки материалов, процессы кристаллизации, фазовые превращения и современные материалы, находящие применение в высокотехнологичных отраслях промышленности.

Дефекты кристаллического строения материалов

Рассматриваются основные виды дефектов кристаллического строения, их возникновение в процессе создания и обработки материалов, влияние дефектов структуры на свойства материалов, в том числе, механические свойства, на процессы деформации и разрушения материалов.

Фазовые превращения в материалах

Рассматриваются основные технологические операции при создании функциональных материалов и фазовые превращения, которые при этом имеют место.

Термическая обработка материалов

Рассматриваются процессы термической обработки материалов, фазовые превращения, инициируемые термической обработкой, процессы старения и упрочнения материалов.

Образование и рост новой фазы

Рассматриваются процессы кристаллизации при создании и обработке материалов, основные механизмы роста кристаллов, основные методы выращивания кристаллов, методы направленной кристаллизации.

Основные тенденции современного материаловедения

Рассматриваются актуальные проблемы развития современного материаловедения, новые материалы используемые в высокотехнологичных отраслях промышленности, их применение и методы обработки.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Петухов И. В. Физико-химические основы изменения свойств материалов: учебное пособие для студентов вузов / И. В. Петухов. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-1013-2. - 249. - Библиогр. в конце глав
2. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 2 : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 100 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13991>
3. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники. Часть 1 : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 98 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13990>

Дополнительная:

1. Трескова, Н. В. Технология изоляционных и отделочных материалов и изделий. Часть 1. Технология теплоизоляционных материалов : учебное пособие / Н. В. Трескова, А. Э. Бегляров. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. — 122 с. — ISBN 978-5-7264-0921-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/26161.html>
2. Технология металлов и материаловедение / В. В. Кнорозов [и др.] ; ред. Л. Ф. Усова. - Москва: Металлургия, 1987. - 800.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://chemport.ru> Химический портал

<http://xumuk.ru> Сайт о химии для химиков Xumuk.ru

<http://web.archive.org> Соросовский образовательный журнал, 1995-2001 гг.

<http://chem.msu.ru/rus/journal/jvho> Журнал Российского химического общества им. Д.И.Менделеева (Российский химический журнал)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физико-химия и технология материалов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Образовательный процесс по дисциплине Физико-химия и технология метериалов предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную образовательную среду университета. При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru)

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия):

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лаборатория физических методов исследования (ауд. 310), оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной

доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа:

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физико-химия и технология материалов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>знать основные теории, учения и концепции, связанные со структурой кристаллических материалов и дефектами их строения, владеть экспериментальными методами исследования структуры материалов, уметь прогнозировать функциональные свойства материалов из их структуры.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний в области физико-химии и технологии материалов, материаловедения, не знает терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике изучаемой дисциплины. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенций Отсутствие умений осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами. Не владеет навыками практической деятельности для исследования поведения материалов</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основ физико-химии и технологии материалов, материаловедения, терминологии и основных понятий. Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами. Фрагментарное владение навыками мыслительной деятельности для прогнозирования поведения материалов.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ физико-химии и технологии материалов, материаловедения, терминологии и основных понятий. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками мыслительной деятельности для прогнозирования поведения материалов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания в области физико-химии и технологии материалов, материаловедения, алгоритмов постановки и достижения цели, знает терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике изучаемой дисциплины. Сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами Успешное и систематическое применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения материалов. Успешное и систематическое владение навыками практической деятельности для исследования поведения материалов.</p>
ОПК.3 способность осваивать новые технологии и	знать основные технологические процессы, используемые для изменения	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> Отсутствие знаний в области физико-химии и технологии материалов, материаловедения

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>применять их для проведения естественнонаучных исследований</p>	<p>свойств существующих материалов и создания новых материалов, уметь использовать практические навыки экспериментальной работы для изучения структуры и свойств материалов, а также модификации их свойств и структуры. Владеть способностью анализировать, используемые технологические процессы для изменения свойств и структуры материалов в нужном направлении.</p>	<p>Неудовлетворител Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенций, Отсутствие умений, Отсутствие навыков.</p> <p>Удовлетворительн Частично сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами. Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения материалов.</p> <p>Хорошо Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ физико-химии и технологии материалов, материаловедения, терминологии и основных понятий. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения материалов.</p> <p>Отлично Сформированные систематические знания в области физико-химии и технологии материалов, материаловедения, алгоритмов постановки и достижения цели, знает терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>изучаемой дисциплины. Сформированное умение осуществлять мыслительную деятельность, выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе выбора физико-химических процессов и технологий для формирования материалов с заданными функциональными свойствами. Успешное и систематическое применение навыков мыслительной деятельности для прогнозирования поведения материалов. Успешное и систематическое применение навыков практической деятельности для исследования поведения материалов.</p>
<p>ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p>	<p>владеть навыками планирования и проведения эксперимента в области физико-химии и технологии материалов, методами получения и исследования химических веществ и материалов, способность выполнять стандартные операции по получению и исследованию структуры и свойств материалов по предлагаемым методикам</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>не владеет навыками планирования и проведения эксперимента в области физико-химии и технологии материалов, методами получения и исследования химических веществ и материалов, отсутствует способность выполнять стандартные операции по получению и исследованию структуры и свойств материалов по предлагаемым методикам</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Частично сформированные умения планирования и проведения эксперимента в области физико-химии и технологии материалов, владение отдельными методами получения и исследования химических веществ и материалов, способность выполнять некоторые стандартные операции по получению и исследованию структуры и свойств материалов по предлагаемым методикам</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В, целом, сформированные навыки планирования и проведения эксперимента в области физико-химии и технологии материалов, владение методами получения и исследования химических веществ и материалов при наличии некоторых</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>пробелов, сформированные способности по выполнению стандартных операций по получению и исследованию структуры и свойств материалов по предлагаемым методикам при наличии некоторых пробелов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>сформированные навыки планирования и проведения эксперимента в области физико-химии и технологии материалов, успешное владение методами получения и исследования химических веществ и материалов, сформированные способности по выполнению стандартных операций по получению и исследованию структуры и свойств материалов по предлагаемым методикам</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС ПБ

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Дефекты кристаллического строения материалов Письменное контрольное мероприятие	знать основные физико-химические процессы, лежащие в основе технологических процессов создания, обработки и изменения свойств материалов, теоретические представления о дефектах кристаллического строения материалов, их влиянии на свойства материалов, процессы деформации и разрушения материалов, теорию термической обработки материалов, процессов кристаллизации, фазовых превращений, знать тенденции современного материаловедения.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p> <p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>Термическая обработка материалов</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>знать основные физико-химические процессы, лежащие в основе технологических процессов создания, обработки и изменения свойств материалов, теоретические представления о дефектах кристаллического строения материалов, их влиянии на свойства материалов, процессы деформации и разрушения материалов, теорию термической обработки материалов, процессов кристаллизации, фазовых превращений, знать тенденции современного материаловедения.</p>
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.3 способность осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований</p>	<p>Основные тенденции современного материаловедения</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>знать основные физико-химические процессы, лежащие в основе технологических процессов создания, обработки и изменения свойств материалов, теоретические представления о дефектах кристаллического строения материалов, их влиянии на свойства материалов, процессы деформации и разрушения материалов, теорию термической обработки материалов, процессов кристаллизации, фазовых превращений, знать тенденции современного материаловедения.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Дефекты кристаллического строения материалов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
<p>знать взаимосвязь между структурой материала, наличием в нем дефектов кристаллического строения и свойствами материала, уметь прогнозировать поведение и свойства материала в зависимости от его структуры.</p>	6
<p>Знать механизмы пластической деформации материалов, уметь определять основные характеристики из диаграмм "напряжение-деформация"</p>	6

уметь рассчитать концентрацию точечных дефектов при заданных условиях, знать основные методы выявления и исследования дефектов структуры	6
знать теорию точечных дефектов в материалах, знать основные виды точечных, линейных, поверхностных и объемных дефектов, причины их возникновения в материалах	6
знать механизмы разрушения материалов, метод фрактографии, основные термины и определения и область применения данного метода.	6

Термическая обработка материалов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
умеет подобрать способ термической обработки материала для изменения его свойств и структуры в заданном направлении	6
знает классификацию фазовых превращений в твердом состоянии. Умеет на основании фазовой диаграммы сделать предположение о микроструктуре материала.	6
знает теорию фазовых превращений в твердом теле, сопровождающиеся диффузией, теорию бездиффузионных фазовых превращений, знает основные механизмы распада твердых растворов	6
знает теорию фазовых превращений в материалах, основные технологические операции на пути создания функциональных материалов, физические и химические методы гомогенизации.	6
знает теорию термической обработки, основные виды процессов отжига, процессов рекристаллизации, основные модели спекания, принципы химико-термической обработки материалов.	6

Основные тенденции современного материаловедения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
знает основные виды композиционных материалов, структуру, свойства, технологические процессы получения композиционных материалов и их компонентов, области применения композиционных материалов.	8
уметь прогнозировать структуру и фазовый состав, свойства функциональных материалов на основе знания теории процессов образования и роста новой фазы, фазовых превращений, термической обработки материалов.	8
знает теоретические основы роста кристаллов, процессы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования, теорему Вульфа-Гиббса, механизмы роста кристаллов.	8
знает основные проблемы современного материаловедения, материалы применяемые в высокотехнологичных отраслях промышленности, методы их обработки,	8

последовательность технологических операций, применяемое оборудование	
Знает основные методы выращивания кристаллов из расплава, методы направленной кристаллизации, условия стабильности фронта роста при направленной кристаллизации, теорию эвтектического роста, рост кристаллов из пара, условия возникновения эпитаксиального роста, рост по механизму пар-жидкость-кристалл.	8