

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Васильевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2026 10:35:38
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322523



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния
Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)**

Образование кристаллов

Направление подготовки (специальность)
03.04.02 Физика

Направленность (профиль)
Физика новых материалов и высоких технологий

Присваиваемая квалификация
магистр

Форма обучения
Очная

Год набора **2026**

Челябинск, 2026 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.04.02 «Физика»

Направленность (профиль) Физика новых материалов и высоких технологий

Дисциплина: Образование кристаллов

Семестр: первый

Форма промежуточной аттестации: зачет

Примечание: текущий и промежуточный контроль усвоения программного материала базируется на применении балльно-рейтинговой системе оценивания результатов.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Образование кристаллов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-2	Способен к анализу данных научной литературы, научно-технической документации, других информационных ресурсов и формулировке на его основе задач, связанных с реализацией профессиональных функций	ПК-2.1. Обладает знаниями основных теоретических положений и методов в области физики наноструктурированных материалов ПК-2.2. Демонстрирует умения сбора и анализа информации по тематике проводимых научных исследований в области физики наноструктурированных материалов ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ в области физики наноструктурированных материалов.	Для достижения ПК-2.1: знать современные подходы к моделированию, описанию и управлению процессами конденсации Для достижения ПК-2.2: уметь ставить задачи по регулированию сложными процессами кристаллообразования Для достижения ПК-2.3: владеть навыками описания протекания сложных физико-химических процессов



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	Для достижения ПК- 2.1: знать современные подходы к моделирова- нию, описанию и управлению процесса- ми конденсации Для достижения ПК- 2.2: уметь ставить зада- чи по регулированию сложными процессами кристаллообразования Для достижения ПК- 2.3: владеть навыками описания протекания сложных физико- химических процессов	Коды занятий: 1.2, 1.4, 1.6, 2.6, 3.7.	Письменный опрос по содержанию основных понятий (сам. работы 1,2,3).	Теоретические вопросы к зачету № 8- 10, 15-17, 25, 26, 28
		Коды занятий: 1.2-1.4; 2.4; 3.3-3.5.	Письменный опрос по содержанию основных понятий (сам. работы 1,2,3).	Теоретические вопросы к зачету № 1- 2, 18-20, 28
		Коды занятий: 1.5; 2.1- 2.3; 3.1; 3.6; 3.7.	Письменный опрос по содержанию основных понятий (сам. работы 1,2,3).	Теоретические вопросы к зачету № 2- 7, 11-17, 21-27.

Примечание: полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре физики конденсированного состояния.

3.2 Содержание оценочных средств

Поскольку учебным планом магистерской программы по дисциплине «Образование кристаллов» предусмотрены только лекционные виды учебных занятий, текущий контроль результатов обучения сводится к контролю посещаемости учебных занятий и выполнению обучающимися в семестре трех письменных самостоятельных работ по проверке усвоения ими теоретического материала. Посещение лекции и ведение соответствующего ее конспекта оценивается в два балла. Таким образом, по показателям посещаемости учебных занятий обучающиеся могут получить в семестре 0-34 балла. Каждая самостоятельная работа включает в себя 11 вопросов по изученному материалу. За каждый состоятельный ответ самостоятельной работы начисляется два балла. Если ответ в целом



корректный но недостаточно полный и отдельные его аспекты требуют уточнения (конкретизации), - начисляется один балл. При отсутствии ответа на вопрос либо неверном ответе – начисляется 0 баллов. Следовательно, максимальная оценка за одну самостоятельную работу сводится к начислению 22 баллов, за три самостоятельные работы – 66 баллов. Повторное переписывание самостоятельных работ не предусматривается. По показателям текущего контроля результатов обучения каждый обучающийся может набрать до 100 баллов включительно при высоких показателях учебной дисциплины (34 балла) и полному выполнению самостоятельных работ (66 баллов).

Перечень типичных вопросов (заданий) к самостоятельным работам приведен ниже.

3.2.1. Самостоятельная работа 1.

1. Дать определение кристаллического состояния.
2. Какие материалы относят к квазикристаллам ?
3. Дать определение удельной поверхностной энергии конденсированной фазы.
4. Сформулировать условия термодинамического равновесия в гетерогенной системе (принцип Гибба-Кюри-Вульфа).
5. Записать уравнение Гиббса-Томсона относительно давления насыщающих паров над искривленной поверхностью и указать смысл входящих в него величин.
6. Записать выражение для химического потенциала конденсированной фазы с учетом ее размерного фактора. Указать смысл входящих в него величин.
7. Записать выражение, определяющее снижение температуры плавления кристаллов малых размеров, и указать смысл входящих в него величин.
8. Указать физический смысл константы Вульфа. От чего она зависит?
9. Дать определение сингулярных поверхностей (граней).
10. Сформулировать критерий термодинамической устойчивости гранных форм кристаллов.
11. Сформулировать необходимые и достаточные условия отнесения объекта к кристаллическим материалам

3.2.2. Самостоятельная работа 2.

1. Сформулировать основные положения модели кристалла по Косселю.



2. Записать уравнение Херринга и указать смысл входящих в него величин.
3. Дать определение эффекта Ребиндера. Какие материалы относят к пластификаторам?
4. Дать определение средней работы отрыва по Странскому-Каишеву.
5. Дать определение равновесной формы кристаллов по Странскому-Каишеву.
6. Дать определение константы Маделунга и указать от чего она зависит.
7. Записать уравнение Эренфеста для ориентационной зависимости удельной поверхностной энергии.
8. Дать определение атомно-гладких граней кристалла.
9. Дать определение атомно-шероховатых граней кристалла.
10. Почемку с точки зрения двухуровневой модели фазовой границы в процессе кристаллообразования возникает естественная огранка?
11. В чем несостоятельность подхода Эренфеста в расчете ориентационной зависимости удельной поверхностной энергии?

3.2.3 Самостоятельная работа 3.

1. Дать определение процесса кристаллообразования.
2. Записать выражения для расчета движущих сил процесса кристаллообразования при изотермическом процессе и указать смысл входящих в него величин.
3. Записать выражение для расчета движущих сил процесса кристаллообразования для изобарического процесса и указать смысл входящих в него величин.
4. Дать определение процессов прямой конденсации.
5. Что понимается под кинетическим режимом выращивания?
6. Дать определение диффузионного режима выращивания кристаллов.
7. Что понимается под лимитирующей стадией процесса и как она определяется?
8. В чем состоит основная проблема классической теории роста кристаллов из газовой фазы?
9. Записать выражение, определяющее среднее расстояние между витками спирали на фазовой границе в теории БКФ. Указать от чего оно зависит.
10. Указать связь нормальной скорости роста грани с величиной относительного пересыщения в теории БКФ.



11. Дать определение спинодали.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

При проведении промежуточной аттестации (зачета) учитываются показатели эффективности работы обучающегося в течение семестра. Эти показатели, в свою очередь, складываются из результатов посещаемости учебных занятий (максимальная оценка 34 балла) и результатов усвоения программного материала, которые оцениваются по выполнению заданий на самостоятельных работах (максимальная оценка по трем самостоятельным работам составляет 66 баллов). Таким образом, наивысшая консолидированная оценка эффективности работы обучающегося по показателям текущего контроля составляет 100 баллов.

Начисление баллов по выполненным заданиям самостоятельной работы носит дифференцированный характер в зависимости от количества правильных ответов. При этом применяется следующая шкала оценивания: количество правильных ответов из 11 вопросов умножается на коэффициент 2

Если по результатам текущей успеваемости обучающийся набирает от 84 до 100 баллов, он получает оценку «зачтено» без дополнительного аттестационного испытания (автоматический зачет). При показателях текущей аттестации от 61 до 83 баллов на зачете он освобождается от одного вопроса билета (по самостоятельному выбору). Показатели текущей успеваемости в интервале 46-60 баллов допускают получение зачета на общих основаниях (сдачу зачета в форме письменного ответа на два вопроса билета из разных разделов программы). Результаты текущей успеваемости, составляющие менее 45 баллов включительно за семестр, не дают основания для допуска к сдаче зачета по данной дисциплине. В этом случае обучающемуся в ведомости проставляется запись «незачтено».

Зачет на общих основаниях представляет собой аттестационное испытание, при котором обучающемуся предлагается самостоятельно в течение двух академических часов дать письменный ответ на два вопроса билета из разных разделов программы. При этом использование электронных или каких-либо других носителей информации не допускается.



4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

По содержанию письменных ответов с обучающимся проводится собеседование. При этом максимальная оценка за ответ билета на один вопрос составляет 15 баллов. Критерии оценивания ответа и начисляемые при этом баллы приведены в таблице.

Характеристики ответа	Начисляемые баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Полно и логически последовательно раскрыто содержание вопроса билета, отвечающее современному уровню знания в данной предметной области. Грамотно определены ключевые понятия, корректно сформулирована постановка задачи, приведены необходимые математические выкладки (выводы основных соотношений), обозначены границы их применимости.	15	высокий
Полно и логически последовательно раскрыто содержание вопроса билета, отвечающее современному уровню знания в данной предметной области. Грамотно определены ключевые понятия, корректно сформулирована постановка задачи, приведены необходимые математические выкладки (выводы основных соотношений), обозначены границы их применимости. В ответе присутствуют несущественные ошибки (неточности), которые обучающийся самостоятельно находит и устраняет.	13-14	высокий
Содержание ответа на вопрос билета в целом соответствует уровню знания в данной предметной области. Ответ достаточно полный и содержит необходимые математические выкладки (выводы	12	средний



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

<p>основных соотношений), корректно обозначены границы их применимости. Однако в ответе присутствуют несущественные ошибки (неточности), которые обучающийся самостоятельно определить и исправить не может.</p>		
<p>Содержание ответа на вопрос билета в целом соответствует уровню знания в данной предметной области. Ответ достаточно полный и содержит необходимые математические выкладки (выводы основных соотношений), корректно обозначены границы их применимости. Однако некоторые аспекты обсуждаемого вопроса раскрыты недостаточно полно и требуют уточнения. Обучающийся справляется с устранением указанного недостатка только после наводящих вопросов преподавателя.</p>	10-11	средний
<p>Содержание ответа на вопрос билета в целом соответствует уровню знания в данной предметной области. Ответ содержит определения необходимых понятий, физические (математические) соотношения. Обучающийся затрудняется в выводе этих соотношений, однако может применять их на практике.</p>	9	базовый
<p>Содержание ответа на вопрос билета в целом соответствует уровню знания в данной предметной области. Ответ содержит определения необходимых понятий, физические (математические) соотношения. Обучающийся затрудняется как в выводе этих соотношений, так и в применении их на практике без помощи преподавателя.</p>	8	базовый
<p>Ответ в целом не соответствует уровню</p>	5-7	недостаточный



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

знаний в данной предметной области, хотя может содержать правильные формулировки отдельных понятий. При записи основных соотношений обучающийся допускает грубые ошибки, затрудняется в их выводе и применении на практике		
Ответ в целом не соответствует уровню знаний в данной предметной области. Формулировки базовых понятий даются с существенными неточностями. Обучающийся затрудняется записать необходимые соотношения и применить их на практике	1-4	недостаточный
Обучающийся затрудняется дать письменный ответ на поставленный вопрос в билете. Обучающийся дает ответ на вопрос другого билета.	0	недостаточный

Если по итогам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающийся набирает количество баллов в интервале от 84 до 100, уровень сформированности компетенций считается высоким; в интервале 74-83 балла – средним; в интервале 62-73 балла – базовым; менее 62 баллов – недостаточным.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично:

предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины, что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Образование кристаллов»
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 11

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

решения;

2. Средний уровень соответствует оценке хорошо:
предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины;

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:
предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» дисциплины;

4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно:
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины.

