

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Владимирович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 10.07.2026 10:57:38  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bf098f3b6cb77a486b9a8788b8322327



МИНОБРАЗОВАНИЯ России  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Факультет/институт/филиал/ Химический  
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика  
растворов и соединений»,  
по направлению подготовки 04.04.01 Химия  
направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 1 из 10

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

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

**ФТД.02 Термодинамика растворов и соединений**

**Направление подготовки (специальность)  
04.04.01 Химия**

**Направленность (профиль)  
Физико-химические процессы в современных технологиях**

**Присваиваемая квалификация  
Магистр**

**Форма обучения  
очная**

**Год набора 2026**

**Челябинск, 2026 г.**

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                            | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                        | стр. 2 из 10                                                                                                                                                                                                           | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

**04.04.01 Химия,  
направленность (профиль) Физико-химические процессы в современных технологиях,**

**фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
ФТД.02 «Термодинамика растворов и соединений»,**

**2026 год набора, очная форма обучения:**

Утвержден:

Проректор по учебной работе утверждено \_\_\_\_\_ А.А. Саламатов

Согласован:

Ученым советом факультета/института/  
филиала/ химического

Протокол заседания от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Председатель Ученого совета  
факультета/института/филиала согласовано \_\_\_\_\_ В.А. Бурмистров

Заседанием кафедры аналитической и физической химии

Протокол заседания от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой согласовано \_\_\_\_\_ А.И. Бирюков

Автор (составитель) \_\_\_\_\_ С.Е. Працкова

Структура фонда оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об утверждении шаблонов документов».

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                            | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                        | стр. 3 из 10                                                                                                                                                                                                           | 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.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|  | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический                                      |                        |               |
|                                                                                   | Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                        |               |
| Версия документа - 1                                                              | стр. 4 из 10                                                                                                                                                                                                                                                | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки (специальности) 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Физико-химические процессы в современных технологиях

Дисциплина ФТД.02 Термодинамика растворов и соединений

Семестр(ы) изучения: 3

Форма (ы) промежуточной аттестации: 3 семестр – зачёт.

## 2. Перечень формируемых компетенций

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «ФТД.02 Термодинамика растворов и соединений»

направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции согласно ФГОС                                                                                           | Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО                                                                                                                                 | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>УК 1</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.3. Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, оценивает практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации. | Знать анализ проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними.<br><br>Уметь критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников.<br><br>Владеть разработкой и содержательной аргументацией стратегии решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подхода. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                        |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |              |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ».                                              |              |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                                                                     | стр. 5 из 10 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

### 3. Содержание оценочных средств по дисциплине

#### 3.1 Виды оценочных средств

| Код, наименование компетенции согласно ФГОС                                                                                     | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                       | Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)     | Семестр | Номер задания          | Наименование оценочного средства             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------|----------------------------------------------|
| УК 1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | 1.1 Знать анализ проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними. | 1. Термодинамическая теория неидеальных растворов и гетерогенных систем | 3       | Вопросы к зачету №1-7  | Задание открытого типа с развернутым ответом |
|                                                                                                                                 |                                                                                               | 2. Термодинамические модели твердых и жидких растворов неэлектролитов   | 3       | Вопросы к зачету №8-11 | Задание открытого типа с развернутым ответом |
|                                                                                                                                 |                                                                                               | 3. Стабильность растворов. Дальний порядок                              | 3       | Вопросы к зачету №12   | Задание открытого типа с развернутым ответом |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                        |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|---------------|
|  МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |              |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ».                                              |              |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                                                                     | стр. 6 из 10 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

|  |                                                                                                                                                                                    |                                           |   |                          |                                              |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|--------------------------|----------------------------------------------|
|  | <b>1.2 Уметь</b><br>критически<br>оценивать<br>надежность<br>источников<br>информации,<br>работать с<br>противоречивой<br>информацией из<br>разных источников.                     | Термодинамические функции соединений      | 3 | Вопросы к зачету №13-15  | Задание открытого типа с развернутым ответом |
|  | <b>1.3 Владеть</b><br>разработкой и<br>содержательной<br>аргументацией<br>стратегии решения<br>проблемной<br>ситуации на основе<br>системного и<br>междисциплинарног<br>о подхода. | Термодинамические модели ионных растворов | 3 | Вопросы к зачету № 16-19 | Задание открытого типа с развернутым ответом |

### 3.2 Содержание оценочных средств

Вопросы к зачету:

1. Обобщённое понятие раствора. Экстенсивные и интенсивные величины. Парциальные молярные величины.
2. Термодинамическое определение понятия «неидеальный раствор». Термодинамические функции неидеальных растворов.
3. Описание термодинамических свойств растворов с помощью активностей и коэффициентов активностей.
4. Описание термодинамических свойств растворов с помощью избыточных термодинамических функций.
5. Термодинамические функции гетерогенных смесей.
6. Общий подход к проблеме конденсированных состояний вещества. Энергия раствора замещения.
7. Ближайший порядок в растворах замещения. Статистическая (конфигурационная) сумма.
8. Термодинамические свойства раствора замещения (квазихимическая модель). Идеальные (совершенные) растворы. Регулярные растворы.
9. Обобщённая теория молекулярных «регулярных» растворов.
10. Атермические (атермальные) растворы.
11. Ассоциированные растворы.

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                            | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                        | стр. 7 из 10                                                                                                                                                                                                           | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

12. Критерии стабильности при бесконечно малых флуктуациях состава. Стабильность бинарного раствора. Спинодаль. Функция стабильности.

13. Кооперативные явления. Фазовые переходы второго рода. Теория упорядоченности бинарных сплавов.

14. Стехиометрические и нестехиометрические соединения. Дефекты решётки.

15. Химический потенциал соединения. Активность соединения.

16. Теория совершенных (идеальных) ионных растворов.

17. Теория регулярных ионных растворов с общим ионом.

18. Термодинамические свойства растворов, содержащих оксиды железа.

19. Обобщённая теория ионных «регулярных» растворов.

#### **4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

##### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных учебных занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине, выполнение самостоятельной расчетной работы.

Качество усвоения знаний завершается зачетом.

Для получения зачета необходимо выполнить самостоятельную расчетную работу и ответить на теоретический вопрос.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

##### **Дополнительные материалы и оборудование**

При выполнении заданий промежуточной аттестации экзаменуемый имеет право пользоваться:

- Периодическая система химических элементов им. Д.И. Менделеева,
- Справочник по аналитической химии Ю.Ю. Лурье.

##### **4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

Ответы на вопросы к зачету

1. План ответа: Понятие раствора. Экстенсивные и интенсивные величины: принципиальные отличия, Парциальные мольные величины.

2. План ответа: Понятия идеального и неидеального раствора.

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                            | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                        | стр. 8 из 10                                                                                                                                                                                                           | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

## Термодинамические функции.

3. План ответа: Концентрация, активность, коэффициент активности и связь этих величин.

4. План ответа: Термодинамические функции, избыточные термодинамические функции (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, энергия Гельмгольца)

5. План ответа: Гомогенные и гетерогенные системы, термодинамические функции описывающие данные системы.

6. План ответа: Конденсированные состояния веществ. Раствор замещения.

7. План ответа: Раствор замещения, ближайший порядок. Статистическая сумма.

8. План ответа: Виды растворов: идеальный, регулярный, раствор замещения и их термодинамические свойства.

9. План ответа: Основные положения теории. Уравнение для избыточной энергии Гиббса.

10. План ответа: Понятие раствор. Определение атермального раствора.

11. План ответа: Понятие раствор. Определение ассоциированного раствора.

12. План ответа: Флуктуация. Стабильность раствора, функция стабильности, спинодаль.

13. План ответа: Кооперативные явления. Виды фазовых переходов. Теория упорядоченности бинарных сплавов.

14. План ответа: Стехиометрические и нестехиометрические соединения. Дефекты решётки.

15. План ответа: Химический потенциал. Активность соединения.

16. План ответа: Основные положения теории совершенных (идеальных) ионных растворов.

17. План ответа: Основные положения теории регулярных ионных растворов с общим ионом.

18. План ответа: Термодинамические свойства растворов, содержащих оксиды железа.

19. План ответа: Основные положения теории «регулярных» растворов.

## Критерии оценивания зачета

Во время зачета студент в течение отведенного времени готовит письменный ответ на теоретический вопрос. Правильный ответ оценивается по следующим критериям. Зачёт ставится, если получаемая оценка за ответ

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                            | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                        | стр. 9 из 10                                                                                                                                                                                                           | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

на вопрос не ниже «удовлетворительно»

| Отлично                                                                                                                                                                                     | Хорошо                                                                                                                              | Удовлетворительно                                                                                                                                                                 | Неудовлетворительно                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований. | ответ студента имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается. | студент обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки при ответе. | студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл. |

#### 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично и предполагает формирование компетенций на высоком уровне: обучающийся глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы; логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер.

2. Средний уровень соответствует оценке хорошо и предполагает формирование компетенций на среднем уровне: ответ обучающегося соответствует указанным выше критериям, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора.

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно и предполагает формирование компетенций на начальном уровне: обучающийся обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно,

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                            | МИНОБРНАУКИ России<br>Федеральное государственное бюджетное<br>образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Факультет/институт/филиал/ Химический |                        |               |
| Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Термодинамика растворов и соединений»,<br>по направлению подготовки 04.04.01 Химия<br>направленности (профилю) Физико-химические процессы в современных технологиях<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ». |                                                                                                                                                                                                                        |                        |               |
| Версия документа - 1                                                                                                                                                                                                                                        | стр. 10 из 10                                                                                                                                                                                                          | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно- концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

**Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1**