


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ИФФВТ  
от « 24 » мая 2023 г., протокол № 10

Председатель \_\_\_\_\_ /В.В. Рыбин/  
(подпись)  
« 24 » мая 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Физическая химия. Фазовые равновесия</b>
Факультет	<b>Инженерно-физический факультет высоких технологий</b>
Кафедра	<b>Кафедра Физического материаловедения</b>
Курс	<b>4</b>

Специальность (направление) **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**  
(бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Материаловедение наноструктурированных композиционных материалов**

Форма обучения: **очная**

*(очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются))*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2023 г.**

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Калашников Е.Г.	ФМ	Доцент, к.ф.-м.н.

<b>СОГЛАСОВАНО</b>
Заведующий кафедрой ФМ
 _____ /В.Н. Голованов/
13 мая 2023 г.



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** Сформировать теоретические представления о механизмах структурообразования в металлических материалах и на их основе научить анализировать структуры металлов и сплавов, возникающие при различных процессах: кристаллизации, полиморфных превращениях, деформации и последующем отжиге, старении и других процессах.

**Задачей освоения дисциплины** является получение знаний о возможностях предсказания характера изменений структуры в результате внешних воздействий и направление изменения свойств; обучить практике выявления и анализа структур.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП, ОПОП:

Дисциплина является дисциплиной по выбору и относится к базовой части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из наиболее важных профессиональных дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.

Дисциплина читается в 7 семестре 4 курса и базируется на отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения курса физики и химии в средней школе, а также предшествующих дисциплинах:

- Ядерная физика
- Квантовая теория. Квантовая теория конденсированного состояния
- Общее материаловедение
- Физико-химические методы контроля и анализа материалов
- Физические свойства твердых тел
- Неорганическая и органическая химия

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:


- Получение и обработка металлов и соединений
- Физика конденсированного состояния

а также для прохождения учебных и производственных практик, проектной деятельности и научно-исследовательской работы.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1 Способен использовать на практике знания об особенностях строения наноструктурированных композиционных материалов различного	<p><b>Знать:</b> физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ.</p>

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

назначения, о влиянии фазового и структурного состояния на свойства материалов.	<b>Владеть:</b> навыками использования в исследованиях и расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов.
---	---

#### 4.ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) -23Е


##### 4.2. по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения–очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		7	1-6,8
1	2	3	
Контактная работа обучающихся с преподавателем	36	36	–
Аудиторные занятия:			
Лекции	18	18	–
практические и семинарские занятия	18	18	–
лабораторные работы (лабораторный практикум)	–	–	–
Самостоятельная работа	36	36	–
Текущий контроль (количество и вид: контр. работа, коллоквиум, реферат)	Устный опрос, контр. работы	Устный опрос, контр. работы	–
Курсовая работа	–	–	–
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт	зачёт	–
Всего часов по дисциплине	72	72	–

##### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы		

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Система, фаза, компонент, степени свободы.	8	2	2			4
Тема 2. Гомогенное зарождение новой фазы.	8	2	2			4
Тема 3. Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.	8	2	2			4
Тема 4. Термодинамика растворов.	8	2	2			4
Тема 5. Регулярные растворы.	8	2	2			4
Тема 6. Термодинамическое описание фазового равновесия в двухкомпонентных системах.	8	2	2			4
Тема 7. Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.	8	2	2			4
Тема 8. Распад пересыщенных твёрдых растворов.	8	2	2			4
Тема 9. Термодинамика аллотропных фазовых переходов.	8	2	2			4
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>			<b>36</b>


### 5.СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Система, фаза, компонент, степени свободы.

Условия фазовых равновесий в однокомпонентной системе. Энергия Гиббса и фазовые переходы. Равновесие в однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Форма А

Страница 5 из 12

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

Условия устойчивости состояния.

Тема 2. Гомогенное зарождение новой фазы.

Степень пересыщения пара. Конденсация. Формула Томсона (Кельвина). Формула Лапласа. Кристаллизация из раствора. Уравнение Оствальда-Фрейндлиха. Кристаллизация из расплава. Снижение температуры плавления ультрамалых частиц.

Тема 3. Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.

Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.

Тема 4. Термодинамика растворов.

Бинарные жидкие и твёрдые растворы. Твёрдые растворы замещения и внедрения. Упорядоченные твёрдые растворы. Энергия Гиббса смешивания. Идеальные твёрдые растворы. Химический потенциал компонента.

Тема 5. Регулярные растворы.

Квазихимическая модель. Активность. Законы Генри и Рауля. Реальные растворы.

Тема 6. Термодинамическое описание фазового равновесия в двухкомпонентных системах.

Диаграмма состояний с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге.

Тема 7. Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.

Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.

Тема 8. Распад пересыщенных твёрдых растворов.

Изменение свойств и структуры сплавов при старении. Эволюция от зоны Гинье-Престона к равновесной фазе. Изменение энергии Гиббса в твёрдом растворе с температурой и концентрацией. Метастабильные и лабильные состояния.

Тема 9. Термодинамика аллотропных фазовых переходов.

Термодинамика аллотропных фазовых переходов.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Система, фаза, компонент, степени свободы.


Условия фазовых равновесий в однокомпонентной системе. Энергия Гиббса и фазовые переходы. Равновесие в однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Условия устойчивости состояния.

Тема 2. Гомогенное зарождение новой фазы.

Степень пересыщения пара. Конденсация. Формула Томсона (Кельвина). Формула Лапласа. Кристаллизация из раствора. Уравнение Оствальда-Фрейндлиха. Кристаллизация из расплава. Снижение температуры плавления ультрамалых частиц.

Тема 3. Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.

Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

#### Тема 4. Термодинамика растворов.

Бинарные жидкие и твёрдые растворы. Твёрдые растворы замещения и внедрения. Упорядоченные твёрдые растворы. Энергия Гиббса смешивания. Идеальные твёрдые растворы. Химический потенциал компонента.

#### Тема 5. Регулярные растворы.

Квазихимическая модель. Активность. Законы Генри и Рауля. Реальные растворы.

Тема 6. Термодинамическое описание фазового равновесия в двухкомпонентных системах. Диаграмма состояний с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге.

Тема 7. Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.

Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.

#### Тема 8. Распад пересыщенных твёрдых растворов.

Изменение свойств и структуры сплавов при старении. Эволюция от зоны Гинье-Престона к равновесной фазе. Изменение энергии Гиббса в твёрдом растворе с температурой и концентрацией. Метастабильные и лабильные состояния.

#### Тема 9. Термодинамика аллотропных фазовых переходов.

Термодинамика аллотропных фазовых переходов.

### **7.ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)**


Не предусмотрены учебным планом.

### **8.ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Контрольные работы по темам 1-9.

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Система, фаза, компонент, степени свободы.
2. Условия фазовых равновесий в однокомпонентной системе.
3. Энергия Гиббса и фазовые переходы.
4. Равновесие в однокомпонентной системе.
5. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Условия устойчивости состояния.
6. Гомогенное зарождение новой фазы.
7. Степень пересыщения пара. Конденсация. Формула Томсона (Кельвина). Формула Лапласа.
8. Кристаллизация из раствора. Уравнение Оствальда-Фрейндлиха.
9. Кристаллизация из расплава. Снижение температуры плавления ультрамалых частиц.
10. Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.
11. Термодинамика растворов. Бинарные жидкие и твёрдые растворы.
12. Твёрдые растворы замещения и внедрения. Упорядоченные твёрдые растворы.
13. Энергия Гиббса смешивания. Идеальные твёрдые растворы.
14. Химический потенциал компонента.
15. Регулярные растворы. Квазихимическая модель.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

16. Активность. Законы Генри и Рауля. Реальные растворы.
17. Термодинамическое описание фазового равновесия в двухкомпонентных системах.
18. Диаграмма состояний с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге.
19. Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.
20. Распад пересыщенных твёрдых растворов.
21. Изменение свойств и структуры сплавов при старении.
22. Эволюция от зоны Гинье-Престона к равновесной фазе.
23. Изменение энергии Гиббса в твёрдом растворе с температурой и концентрацией. Метастабильные и лабильные состояния.
24. Термодинамика аллотропных фазовых переходов.


## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, зачета и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1. Система, фаза, компонент, степени свободы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 2. Гомогенное зарождение новой фазы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> <li>Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 3. Гетерогенное зарождение новой фазы. Смачивание. Краевой угол.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 4. Термодинамика растворов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-</li> </ul>	4	проверка решения задач,



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

	методического и информационного обеспечения дисциплины <ul style="list-style-type: none"> <li>• Решение задач</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>		устный опрос, зачет
Тема 5. Регулярные растворы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> </ul> Подготовка к сдаче зачета	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 6. Термодинамическое описание фазового равновесия в двухкомпонентных системах.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 7. Диаграмма состояний системы с эвтектикой и предельной растворимостью компонентов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> </ul> Подготовка к сдаче зачета	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 8. Распад пересыщенных твердых растворов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет
Тема 9. Термодинамика аллотропных фазовых переходов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины</li> <li>• Решение задач</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	4	проверка решения задач, устный опрос, зачет


## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### Основная:

1. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская [и др.] ; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 168 с. — ISBN 978-5-7882-1549-5. — Текст : электронный //



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** :электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон.дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2023].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»:** электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование:** федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ :** модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.


Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / \_\_\_\_\_  
Должность сотрудника УИГТ ФИО подпись дата

## **11.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине на основании ФГОС ВПО, ФГОС ВО		

предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

## 12. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/ исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик



доцент, Калашников Евгений Гаврилович