

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Синергетические эффекты в материаловедение

Направление подготовки: 22.04.01 - материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Жарин Е.И. (Кафедра материалов, технологий и качества, Автомобильное отделение), EIZharin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы синергетики, в соответствии с которыми эффективное управление свойствами материалов и их оптимизация возможны только в условиях самоорганизации структур

Должен уметь:

использовать новые представления синергетики для описания сложных структур и моделирование физико-химических процессов при получении новых материалов

Должен владеть:

методологией управления структурообразованием в материалах с использованием неравновесных и самоорганизующихся технологий

Должен демонстрировать способность и готовность:

-основные принципы синергетики, в соответствии с которыми эффективное управление свойствами материалов и их оптимизация возможны только в условиях самоорганизации структур;

-использовать новые представления синергетики для описания сложных структур и моделирование физико-химических процессов при получении новых материалов;

-методологией управления структурообразованием в материалах с использованием неравновесных и самоорганизующихся технологий.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов (Материаловедение и технологии материалов)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Цели и задачи курса.	4	3	6	0	18
2.	Тема 2. Фрактальные структуры.	4	3	6	0	18
3.	Тема 3. Новая методология определения и прогнозирования механических свойств сплавов	4	3	6	0	18
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля)</b>						
	<b>Тема 1. Цели и задачи курса.</b>	4	3	6	0	18
Принципы равновесной термодинамики. Принцип минимума производства энтропии. Принцип текущего и локального равновесия. Принципы мозаичной неравновесной термодинамики. Принцип наименьшего принуждения. Принцип подчинения. Принцип неравновесность - источник упорядоченности. Самоорганизация диссипативных структур.						

#### **Тема 2. Фрактальные структуры.**

Геометрические фракталы и фрактальная размерность. Естественные фракталы. Масштабно-инвариантные фракталы. Немасштабируемые фракталы. Самоотображающиеся фракталы. Стратифицированные случайные фракталы. Дробные броуновские фракталы. Экспериментальные методы фрактального анализа. Фрактальные микроструктуры.

#### **Тема 3. Новая методология определения и прогнозирования механических свойств сплавов.**

Критерии механики разрушения. Динамика разрушения твердых тел. Устойчивость кристаллической решетки и прочность кристаллов. Самоподобие эволюционных процессов и числа Фибоначчи. Взаимо-связь параметров, контролирующей устойчивость макрзоны предразрушения. Инвариантность и универсальность связей механических свойств в критических точках. Связь фрактальной размерности структуры зоны предразрушения с инвариантным комплексом механических свойств. Связь фрактальной размерности структуры зоны предразрушения с равномерной и предельной деформациями. Хладноломкость как критическое состояние деформируемого материала. Особенности вязкохрупкого перехода у сплавов с различной исходной структурой. Инвариантные кинетические диаграммы усталостного разрушения. Параметрическая диаграмма механического состояния металлов и сплавов. Критерий Мора. Критерий Писаренко-Лебедева. Критерий Баландина. Критерий Миролубова. Предельные поверхности разрушения. Механизмы и классификация видов разрушения. Дислокационные механизмы зарождения и роста трещин. Фрактография поверхностей распространяющихся трещин.

#### **Тема 4. Синергетика технологии обработки сплавов и оптимизация их структуры**

Особенности структурообразования в неравновесных условиях получения и обработки сплавов. Легирование металлов как способ управления обратными связями. Оптимизация структуры сплавов конструкционного назначения. Методы достижения аморфного состояния металлических сплавов. Факторы, влияющие на склонность сплавов к аморфизации. Структура аморфных сплавов. Анализ стеклования металлов с позиций неравновесной динамики

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 4</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Тестирование	ПК-3	1. Цели и задачи курса. 4. Синергетика технологии обработки сплавов и оптимизация их структуры
2	Коллоквиум	ПК-3	3. Новая методология определения и прогнозирования механических свойств сплавов.
3	Устный опрос	ПК-3	2. Фрактальные структуры.
	<i>Экзамен</i>	ПК-3	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1
Коллоквиум	Высокий уровень владения материалом по теме. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала.	Средний уровень владения материалом по теме. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован средний уровень понимания материала.	Низкий уровень владения материалом по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат освоен частично. Продемонстрирован удовлетворительный уровень понимания материала.	Неудовлетворительный уровень владения материалом по теме. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат не освоен. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания материала.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

**Семестр 4**

**Текущий контроль**

**1. Тестирование**

Темы 1, 4

1. Принципы равновесной термодинамики
2. Принцип минимума производства энтропии
3. Принцип текущего и локального равновесия
4. Принципы мозаичной неравновесной термодинамики
5. Принцип наименьшего принуждения
6. Принцип подчинения
7. Принцип "неравновесность ? источник упорядоченности
8. Самоорганизация диссипативных структур. Термодинамические аспекты пластической деформации
9. Кинетика пластической деформации
10. Эффекты неустойчивости пластической деформации на макроуровне

**2. Коллоквиум**

Тема 3

1. Критерии механики разрушения. 2. Динамика разрушения твердых тел. 3. Устойчивость кристаллической решетки и прочность кристаллов. 4. Взаимосвязь параметров, контролирующих устойчивость макрзоны предразрушения. 5. Инвариантность и универсальность связей механических свойств в критических точках. 6. Связь фрактальной размерности структуры зоны предразрушения с инвариантным комплексом механических свойств. 7. Связь фрактальной размерности структуры зоны предразрушения с равномерной и предельной деформациями. 8. Хладноломкость как критическое состояние деформируемого материала. 9. Особенности вязкохрупкого перехода у сплавов с различной исходной структурой. 10. Инвариантные кинетические диаграммы усталостного разрушения.

**3. Устный опрос**

Тема 2

1. Самоподобие микроструктур



2. Фрактальность границ зерен
3. Фрактальные мартенситные структуры
4. Фрактальные дендритные структуры
5. Термодинамические аспекты пластической деформации
6. Кинетика пластической деформации
7. Эффекты неустойчивости пластической деформации на макроуровне
8. Критерии механики разрушения
9. Связь фрактальной размерности структуры зоны предразрушения с инвариантным комплексом механических свойств. 10. Связь фрактальной размерности структуры зоны предразрушения с равномерной и предельной деформациями.

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Самоподобие микроструктур
2. Фрактальность границ зерен
3. Фрактальные мартенситные структуры
4. Фрактальные дендритные структуры
5. Термодинамические аспекты пластической деформации
6. Кинетика пластической деформации
7. Эффекты неустойчивости пластической деформации на макроуровне
8. Критерии механики разрушения
9. Динамика разрушения твердых тел
10. Устойчивость кристаллической решетки и прочность

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	30
Коллоквиум	На занятии обучающиеся выступают с ответами, отвечают на вопросы преподавателя, обсуждают вопросы по изученному материалу. Оцениваются уровень подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

[www.library.intra.ru](http://www.library.intra.ru) - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Microsoft teams - [www.techno.edu.ru](http://www.techno.edu.ru)

Материаловедение. Режим доступа: [www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru) - MATERIALOLOGY. Режим доступа: [www.materialology.com](http://www.materialology.com)

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



Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.</p> <p>Главная задача лекционного курса ? сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими магистрами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний.</p> <p>Основные функции лекций: 1. Познавательно-обучающая; 2. Развивающая; 3. Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. Источниковедческая.</p> <p>Суть познавательно-обучающей функции состоит в передаче обучающимся знаний, необходимых для формирования у них компетенций, определенных ФГОС.</p> <p>Развивающая функция выражается в формировании у обучающихся творческого, научно доказательственного мышления, в повышении уровня их интеллекта, способностей, деловых качеств, которыми должен обладать специалист.</p> <p>Ориентирующе-направляющая функция заключается в определении рамок и форм глубокого изучения той или иной темы, а также в нацеливании обучающихся на усвоение ими требований и содержания квалификационной характеристики выпускника.</p> <p>Активизирующая функция предполагает такое содержание и освещение материала, которые вызывают у слушателей интерес к теме, притягивают, оказывают на них внушающее влияние, побуждающее у них активность на учебных занятиях.</p> <p>Воспитательная функция означает направленность и способность лекций на привитие качеств и цивилизованности гражданской позиции.</p> <p>Организирующая функция лекционного курса больше всего характерна установочным и вводным лекциям.</p> <p>Источниковедческая функция заключается в обзорном ознакомлении обучающихся с имеющейся по вопросам лекции учебной, методической, монографической литературой, научными статьями, политико-правовыми актами, документами международного права и т.д.</p> <p>Основные требования к содержанию лекционного курса:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соответствие ФГОС, ОПОП и рабочей программе учебной дисциплины.</li> <li>2. Освещение истории развития науки и роли в ней известных ученых.</li> <li>3. Наполнение лекций факторами, обеспечивающими их воспитательную направленность.</li> <li>4. Реализация внутри и междисциплинарных логических связей, обеспечение преемственности освещаемых положений, координации сообщаемого на лекциях материала с содержанием других видов аудиторной и самостоятельной учебной работы.</li> </ol> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий чтение лекций может осуществляться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия - форма учебного занятия, на котором педагог организует детальное рассмотрение студентами отдельных теоретических положений учебной дисциплины и формирует умения и навыки их практического применения путем выполнения соответствия поставленных задач. В структуре практического занятия лекция нашла сочетание с практическими занятиями и научно-исследовательской работой.</p> <p>Правильно организованные практические занятия имеют важное воспитательное и практическое значение (реализуют дидактический принцип связи теории с практикой) и ориентированы на решение следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- углубление, закрепление и конкретизацию знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы;</li> <li>- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности;</li> <li>- развитие умений наблюдать и объяснять явления, изучаемые;</li> <li>- развития самостоятельности и т.д.</li> </ul> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий проведение практических занятий может осуществляться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.</p> <p>Самостоятельная работа проводится с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;</li> <li>□ углубления и расширения теоретических знаний;</li> <li>□ формирования умений использовать специальную литературу;</li> <li>□ развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;</li> <li>□ формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;</li> <li>□ развития исследовательских умений.</li> </ul> <p>Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.</p> <p>Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.</p> <p>Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самоконтроль и самооценка обучающегося;</li> <li>- контроль и оценка со стороны преподавателя.</li> </ul> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий самостоятельная работа может осуществляться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>
устный опрос	<p>Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя, т.к. при непосредственном контакте создаются условия для его неформального общения со студентом.</p> <p>Устный опрос позволяет выявить детали, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. Собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий устный опрос может осуществляться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
тестирование	<p>Тест является простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест состоит из небольшого количества элементарных задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10-30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии. Частота тестирования определяется преподавателем.</p> <p>Тесты классифицируются: 1. по уровню контроля: вступительные, текущие, тематические, тесты промежуточной и итоговой аттестации; 2. по содержанию: гомогенные (основанные на содержании одной дисциплины), гетерогенные (основанные на содержании нескольких дисциплин), в свою очередь подразделяющиеся на полидисциплинарные тесты (набор гомогенных тестов по отдельным дисциплинам) и междисциплинарные тесты (каждое задание такого теста включает элементы содержания нескольких дисциплин); 3. по методологии интерпретации результатов: нормативно ориентированные (позволяют сравнивать учебные достижения отдельных испытуемых друг с другом), критериально ориентированные (позволяют измерить уровень индивидуальных учебных достижений относительно полного объема знаний, навыков и умений, которые должны быть усвоены обучаемыми по конкретной дисциплине); 4. по форме предъявления: бланковые, компьютерные ординарные, компьютерные адаптивные. 5. по целям: обучающие (предназначены для самоконтроля студента и определения траектории обучения), аттестующие (использоваться как для проведения текущего контроля успеваемости в течение семестра, так и для проведения промежуточной и рубежной аттестации).</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий тестирование может осуществляться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>
коллоквиум	<p>Целью коллоквиума является формирование у студента навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.</p> <p>На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. От студента требуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;</li> <li>знание разных точек зрения, высказанных в экономической литературе по соответствующей проблеме, умение сопоставлять их между собой;</li> <li>наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.</li> </ul> <p>Коллоквиум это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий коллоквиум может осуществляться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>
экзамен	<p>Для контроля усвоения данной дисциплины предусмотрен экзамен, на котором студентам необходимо ответить на вопросы экзаменационных билетов. Оценка по экзамену является итоговой по курсу и проставляется в приложении к диплому.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий экзамен может проводиться на следующих платформах: в команде "Microsoft Teams" и иных дистанционных ресурсах.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" и магистерской программе "Материаловедение и технологии материалов".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.02 Синергетические эффекты в материаловедение

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 22.04.01 - материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 04.06.2021). - Текст : электронный.
2. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94129> (дата обращения: 12.08.2020). - Текст : электронный.
3. Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник / И.О. Леушин. - Москва : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-732-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012428> (дата обращения: 04.06.2021). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Структура, свойства и производство композитных материалов : монография / [кол. авт.: Бобрышев А. Н. и др]. - Москва : Academia, 2009. - 267 с : ил. - Библиогр.: с. 263-264. - ISBN 978-5-87444-328-3. - Текст : непосредственный (55 экз.).
2. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 192 с. - ISBN 978-5-8114-1424-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168961> (дата обращения: 04.06.2021). - Текст : электронный.
3. Материаловедение : учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасенко, С.А. Пахомова, М.В. Унчикова, С.А. Герасимов ; под ред. Л.В. Тарасенко. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 475 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004868-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967022> (дата обращения: 04.06.2021). - Текст : электронный.
4. Физико-механика долговечности и прочности композитных материалов : монография / [авт. кол.: А. Н. Бобрышев и др.]. - Москва : Academia, 2007. - 226 с. : ил., табл. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-87444-338-2. - Текст : непосредственный (57 экз.).

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.02 Синергетические эффекты в материаловедении

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.