Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 17:48:01
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический институт

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Нагорнова И.В./
«_27_» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

Технология композитов

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2025 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся по направлению. подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, изучающих дисциплину «Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденным приказом МОН РФ от 24 апреля 2018 г. № 306;
- Основной образовательной программой высшего образования по профилю «Технологии композитов» направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов;
- Академическим учебным планом профиля «Технологии композитов» направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Разработчик (и):

Доцент кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»,

к.техн.н_____/Ю.А. Васина/

Профессор кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»,

д.техн.н, профессор_____/А.В. Дедов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»,

к.физ.-мат.н., доцент_____/Г.О.Рытиков/

Руководитель образовательной программы

д.техн.н., профессор_____/А.П.Кондратов/

Содержание

1. Цели освоения дисциплины 4
2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2 Тематически план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание разделов дисциплины 7
3.4 Тематика лабораторных занятий 8
4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. 8
5. Материально-техническое обеспечение дисциплины 9
6. Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя 9
7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов» относятся:

– обретение обучающимися способности к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов, в том числе, получение знаний по существующим и перспективным способам управления составом и структурой материалов;

– обретение обучающимися способности определять эксплуатационные характеристики, прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств композиционных материалов на основе полимеров с помощью методов цифрового проектирования материальных систем;

– обретение обучающимися способности к осуществлению технологического обеспечения производства лакокрасочных материалов с использованием цифровых инструментов прогнозирования структуры и свойств материалов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов» относятся освоение обучающимися навыков, умений и знаний, обеспечивающих возможность:

- выявлять потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы упрочняющей обработки;
- разрабатывать мероприятия по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов;
- корректно оформлять документы, регламентирующие технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).

Обучение по дисциплине «Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1. Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов	ИПК-1.3. Выявляет потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы упрочняющей обработки.
ПК-2. Способен определять эксплуатационные характеристики, прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах	ИПК-2.1. Разрабатывает мероприятия по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.
ПК-3. Способен осуществлять технологическое обеспечение производства лакокрасочных материалов	ИПК-3.1. Разрабатывает и оформляет документы, регламентирующие технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).

Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина Б1.1.9.1 «Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов» относится к числу дисциплин обязательной части основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина связана логически и структурно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Б1.1.1.4 Методология научных исследований.
Б1.1.5.1 Физикохимия межфазных взаимодействий.
Б1.1.5.2 Материаловедение и технологии композитов.
Б1.1.5.3 Методология выбора материалов и технологий производства композитов.
Б1.1.6.1 Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов
Б1.1.6.2 Электронная микроскопия и спектрометрия.
Б1.1.6.3 Материаловедческая экспертиза.
Б1.1.9.1 Технологии искусственного интеллекта в материаловедении
Б1.1.9.2 Моделирование процессов производства композитных материалов
Б1.2.1.1 Технологии производства жидкофазных композитных материалов
Б1.2.1.2 Проектирование и изготовление изделий из композитных материалов
Б1.2.1.3 Технологии обработки поверхностей
Б1.2.1.4 Рециклинг изделий из композитных материалов
Б1.2.ЭД.1 Изделия из стекло- и углепластиков
Б1.2.ЭД.2 Фотохимические технологии в производстве композитов
Б1.2.ЭД.3 Газонаполненные полимерные материалы
Б2.1.1 Учебная практика (ознакомительная).
Б2.2.1 Производственная практика (научно-исследовательская работа).
Б3.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.
ФТД 2. Математическая обработка результатов измерений.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 108 часов – самостоятельная работа обучающихся). Дисциплина изучается **на втором курсе в третьем семестре:** лекции – 18 часов, практические занятия – 18 часов. Форма итогового контроля – **экзамен**.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**108**	**108**
	Подготовка к лекционным занятиям	36	36
	Подготовка к практическим занятиям	36	36
	Подготовка к аттестации	36	36
3	**Аттестация**		экзамен
	Итого	**144/4**	**144**

3.2 Тематически план изучения дисциплины

n/n	Содержание	Всего	Виды учебной работы и трудоемкость в часах		
			Лек	ПЗ	СРС
1	**Влияние состава и структуры на свойства материалов**	**6**	**2**		**4**
2	*Практическое занятие* «Прогнозирование свойств металлических сплавов»	**6**		2	4
3	**Управление структурой и свойствами кристаллических материалов**	**6**	**2**		**4**
4	*Практическое занятие* «Изучение изменений кристаллических структур при высоких давлениях»	**6**		2	4
5	**Управление структурой и свойствами аморфных материалов**	**6**	**2**		4
6	*Практическое занятие* «Изучение свойств полимерных материалов стереорегулярного строения»	**6**		2	4
7	**Получение функциональных материалов с заданными свойствами**	**6**	**2**		**4**
8	*Практическое занятие* «Способы получения материалов с заданными свойствами»	**6**		2	4
9	**Теоретические и научные подходы к получению уникальных материалов**	**6**	**2**		**4**
10	*Практическое занятие* «Компьютерный дизайн материалов»	**6**		2	4
11	**Научные основы управления структурой и свойствами метаматериалов**	**6**	**2**		**4**
12	*Практическое занятие* «Метаматериал как композитный материал с искусственной структурой»	**6**		2	4
13	**Управление фрактальной структурой материалов**	**6**	**2**		**4**
14	*Практическое занятие* «Управление свойствами материала методом изменения его структуры»	**6**		2	4
15	**Управление структурой и свойствами ауксетиков**	**6**	**2**		**4**
16	*Практическое занятие* «Особенности структуры и свойств ауксетиков»	**6**		2	4
17	**Супрамолекулярные структуры как отражение самоорганизации материалов.**	**6**	**2**		**4**
18	*Практическое занятие* «Супрамолекулярные клатраты в промышленности»	**6**		2	4
	Форма аттестации: экзамен	**36**			36
	Всего часов по дисциплине	**144**	18	18	108

3.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Влияние состава и структуры на свойства материалов. Предмет и содержание дисциплины. Зависимость свойств материала от его состава и структуры. Химические и физические структуры материалов. Химические и межмолекулярные связи. Влияние водородных связей на свойства материалов. Кристаллические и аморфные структуры. Полиморфизм и анизотропия свойств материалов. Влияние структуры на механические свойства на примере ауксетиков. Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств различных материалов.

Раздел 2. Управление структурой и свойствами кристаллических материалов. Особенности структуры и свойств кристаллических материалов. Металлические и неметаллические кристаллические материалы. Зависимость свойств металла от типа кристаллической решетки. Различие свойств идеальных и реальных кристаллов. Структура и свойства квазикристаллов. Получение кристаллических материалов с заданными свойствами. Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств кристаллов.

Раздел 3. Управление структурой и свойствами аморфных материалов. Особенности структуры и свойств аморфных материалов. Условия получения аморфного состояния вещества. Отличие свойства аморфных веществ от таковых для монокристаллов и поликристаллических материалов. Аморфные материалы как вязкоупругие среды. Аморфные металлы, аморфные неметаллы и аморфные полупроводники. Получение аморфных материалов с заданными свойствами. Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств аморфных веществ.

Раздел 4. Получения функциональных материалов с заданными свойствами. Научные основы получения материалов с заданными свойствами: металлов и металлических сплавов, полимерных материалов (пластмасс и эластомеров), композиционных материалов с матрицами из различных материалов, керамических материалов (керамических красок). Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств композиционных материалов.

Раздел 5. Теоретические и научные подходы к получению уникальных материалов. Уникальные материалы, получаемые при сверхвысоких давлениях и температурах. Теоретические предсказания кристаллической структуры материалов. Компьютерный дизайн материалов. Программное обеспечение для предсказания морфологии и кристаллической структуры уникальных материалов.

Раздел 6. Управление структурой и свойствами метаматериалов. Метаматериал как композиционный материал с искусственно созданной периодической структурой. Синтез метаматериалов внедрением в исходный природный материал различных периодических структур с разными геометрическими формами. Особенности зависимости свойств метаматериалов от их структуры. Примеры практического применения метаматериалов в технике. Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств метаматериалов.

Раздел 7. Управление структурой и свойствами фракталов. Фрактал как структура, обладающая свойством самоподобия. Природные объекты, обладающие фрактальными свойствами. Кристаллы как материалы с фрактальной структурой. Структура и свойства фрактального кластера. Управление свойствами материала на основе образования или изменения его фрактальной структуры. Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств фрактальных структур.

Раздел 8. Управление структурой и свойствами ауксетиков. Ауксетики – материалы, имеющие отрицательные значения коэффициента Пуассона. Особенности структуры, физических и механических свойств ауксетиков. Материалы, обладающие аускетическими свойствам: монокристаллы и поликристаллические вещества, биологические объекты, бумага, органические цепные молекулы, полимеры. Применение ауксетиков. Цифровые инструменты прогнозирования морфологии и свойств ауксетиков.

Раздел 9. Супрамолекулярные структуры как отражение самоорганизации материалов. Самосборка как процесс образования упорядоченной надмолекулярной структуры. Типичные примеры самосборки: супермолекулы, супрамолекулярные ансамбли, твёрдые соединения включения. Кристаллоструктурные клатраты (интерметаллиды), слоистые интеркалаты (графит). Супрамолекулярные клатраты в промышленности. Цифровое моделирование свойств композитов методом конструирования супрамолекулярных структур.

3.4 Тематика практических и лабораторных занятий

n/n	Содержание
1	«Прогнозирование свойств металлических сплавов»
2	«Изучение изменений кристаллических структур при высоких давлениях»
3	«Изучение свойств полимерных материалов стереорегулярного строения»
4	«Способы получения материалов с заданными свойствами»
5	«Компьютерный дизайн материалов»
6	«Метаматериал как композитный материал с искусственной структурой»
7	«Управление свойствами материала методом изменения его структуры»
8	«Особенности структуры и свойств ауксетиков»
9	«Супрамолекулярные клатраты в промышленности»

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ФГОС 22.04.01 Материаловедение и технологии... – ФГОС fgos.ru›fgos/fgos-22-04-01-materialovedenie-i-…
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 14.12.2015) "Об образовании в Российской Федерации".

4.2. Основная литература:

1. Материаловедение: учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 648 с.
2. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / под общ. ред. О.С. Комарова. – 2-е изд., испр. – Мн. : Новое знание, 2007. – 566 с.

4.3. Дополнительная литература:

1. Выбор и применение материалов. В 5 т. Т. 1. Общие принципы выбора и применения материалов: учебное пособие - Издательский дом "Белорусская наука", 2019. – 329 с.
2. Материаловедение и технологии конструкционных материалов / О. А. Масанский, В. С. Казаков, А. М. Токмин и др. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 268 с. (http://www.knigafund.ru/books/181853)
3. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы. Новосибирск, НГТУ. 2002 – 383 с.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Основы управления свойствами материалов

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8042

4.5. Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Электронная библиотека МПУ» http://elib.mgup.ru:

1. Аморфные тела: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аморфные_тела.
2. Кристаллы:: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кристаллы.
3. Жидкие кристаллы: http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1540.html.
4. «Запрещённая» химия и новые неожиданные материалы: https://postnauka.ru/lectures/50488.
5. Фрактал: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрактал.
6. Метаматериал: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метаматериал.
7. Супрамолекулярная_химия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Супрамолекулярная_химия.

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс общего фонда, оснащённый необходимым комплектом мебели и функционирующих персональных компьютеров с широкополосным доступом в глобальную телекоммуникационную сеть Internet для проведения лекционных занятия и организации самостоятельной работы обучающихся.

2. Аудитория общего фонда, оснащенная необходимым комплектом мебели и электронной доской или переносным/стационарным компьютером и проектором для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы обучающихся.

3. Программное обеспечение, необходимое для прогнозирования структуры и свойств различных материалов.

6. Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся

6.1 Методические рекомендации для преподавателя

Рекомендовано широкое применение активных и интерактивных методов, современных информационных технологий, научной, справочной и учебно-методической литературы при подготовке учебно-методических материалов и реализации учебного процесса, в том числе, демонстрация учебных видеоматериалов во время лекционных занятий и разработка электронных презентаций, таблиц и документов обучающимися в рамках самостоятельной работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины. Посещение лекционных занятий является обязательным. Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом. Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам контроля по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Практические занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой интерактивную форму познавательной деятельности обучающихся. Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным. Подготовка к лабораторным работам, осуществляемым на практических занятиях, обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется обучающимися в следующем порядке: ознакомление с перечнем вопросов к аттестации; повторение лекционного материала с помощью прочтения и пересказа содержания конспектов; повторение основных методов и техник выполнения лабораторных работ; консультация с преподавателем по вопросам, в которых студент не смог разобраться самостоятельно.

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемным направлениям дисциплины, анализа актуальных научных концепций и систематизации совокупности обретённых навыков, умений и знаний.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Степень сформированности компетенций, достигнутая в результате изучения дисциплины, определяется преподавателем методом экспертного оценивания содержания выполненных обучающимся заданий аттестационного мероприятия (экзамена).

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Содержание компетенции
ПК-1.	Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов.
ПК-2.	Способен определять эксплуатационные характеристики, прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах
ПК-3.	Способен осуществлять технологическое обеспечение производства лакокрасочных материалов

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания степени сформированности компетенций является уровень достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ПК-1. Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов.

Код и индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания			
	2	**3**	**4**	**5**
ИПК-1.3. Выявляет потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы упрочняющей обработки.	Обучающийся демонстрирует отсутствие овладения знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для выявления потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы армирующей обработки.	Обучающийся демонстрирует минимально необходимое овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для выявления потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы армирующей обработки.	Обучающийся демонстрирует частичное овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для выявления потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы армирующей обработки.	Обучающийся демонстрирует полное овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для выявления потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы армирующей обработки.

ПК-2. Способен определять эксплуатационные характеристики, прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах				
ИПК-2.1. Разрабатывает мероприятия по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.	Обучающийся демонстрирует отсутствие овладения знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки мероприятий по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.	Обучающийся демонстрирует минимально необходимое овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки мероприятий по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.	Обучающийся демонстрирует частичное овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки мероприятий по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.	Обучающийся демонстрирует полное овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки мероприятий по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.
ПК-3. Способен осуществлять технологическое обеспечение производства лакокрасочных материалов				
ИПК-3.1. Разрабатывает и оформляет документы, регламентирующие технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).	Обучающийся демонстрирует отсутствие овладения знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки и оформления документов, регламентирующих технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).	Обучающийся демонстрирует минимально необходимое овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки и оформления документов, регламентирующих технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).	Обучающийся демонстрирует частичное овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки и оформления документов, регламентирующих технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).	Обучающийся демонстрирует полное овладение знаниями, умениями и навыками в области прогнозирования морфологии и свойств различных материалов с использованием цифровых инструментов, необходимыми для разработки и оформления документов, регламентирующих технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Определение степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения проводится ведущими занятия по дисциплине преподавателями методом экспертной оценки. К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Оценка	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены значительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Структура и содержание дисциплины «Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов» основной образовательной программы «Технологии композитов» по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (магистратура)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы					Формы аттестации	
				Лек	Лаб	ПЗ	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф	К/р	Э	З
1.1	**Влияние состава и структуры на свойства материалов**	**3**	1	**2**			**4**						+		
1.2	*Практическое занятие* «Прогнозирование свойств металлических сплавов»	3	1			2	4								
1.3	**Управление структурой и свойствами кристаллических материалов**	**3**	**2**	**2**			**4**						+		
1.4	*Практическое занятие* «Изучение изменений кристаллических структур при высоких давлениях»	3	2			2	4								
1.5	**Управление структурой и свойствами аморфных материалов**	**3**	**3**	**2**			4						+		
1.6	*Практическое занятие* «Изучение свойств полимерных материалов стереорегулярного строения»	3	4			2	4								
1.7	**Получение функциональных материалов с заданными свойствами**	**3**	**4**	**2**			**4**						+		
1.8	*Практическое занятие* «Способы получения материалов с заданными свойствами»	3	4			2	4								
1.9	**Теоретические и научные подходы к получению уникальных материалов**	**3**	**5**	**2**			**4**						+		
1.10	*Практическое занятие* «Компьютерный дизайн материалов»	3	5			2	4								
1.11	**Научные основы управления структурой и свойствами метаматериалов**	**3**	**6**	**2**			**4**						+		
1.12	*Практическое занятие* «Метаматериал как композитный материал с искусственной структурой»	3	6			2	4								
1.13	**Управление фрактальной структурой материалов**	**3**	**7**	**2**			**4**						+		
1.14	*Практическое занятие* «Управление свойствами материала методом изменения его структуры»	3	7			2	4								
1.15	**Управление структурой и свойствами ауксетиков**	**3**	**8**	**2**			**4**						+		
1.16	*Практическое занятие* «Особенности структуры и свойств ауксетиков»	3	8			2	4								
1.17	**Супрамолекулярные структуры как отражение самоорганизации материалов.**	**3**	**9**	**2**			**4**						+		
1.18	*Практическое занятие* «Супрамолекулярные клатраты в промышленности»	3	9			2	4								
	Форма аттестации													Э	
	Всего часов по дисциплине	**144**		**18**		**18**	**72**							**36**	

Приложение 1
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

ООП (профиль): «Технология композитов»

Форма обучения: очная

Типы профессиональной деятельности: научно-исследовательский и технологический

Кафедра: Инновационные материалы принтмедиаиндустрии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

_____

_____

Составители:

к.техн.н., доцент Васина Ю.А.

д.техн.н., профессор, Дедов А.В.

Москва, 2025 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ						
ФГОС ВО **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**						
Компетенции		**Код и индикатор достижения компетенции**		**Технология формиров. компетенций**	**Форма оценочного средства**	**Уровни степени освоения компетенций**
Код	**Формулировка**	**Код**	**Формулировка**			
ПК–1	Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов.	**ИПК-1.3**	Выявляет потребности в формировании гибридных производств, сочетающих технологии композиционных материалов и технологические процессы упрочняющей обработки.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Э	**Базовый уровень:** владеет навыками проведения исследования структуры и свойств композиционных материалов и изделий из них с использованием необходимых цифровых инструментов. **Повышенный уровень:** владеет навыками разработки комплексных решений для проектирования, исследования и производства композиционных материалов и изделий из них с использованием необходимых цифровых инструментов.
ПК-2	Способен определять эксплуатационные характеристики, прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах	**ИПК-2.1.**	Разрабатывает мероприятия по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, ЛР К/Р, Т, Э	**Базовый уровень:** владеет навыками адаптации, разработки и внедрения методик испытания, маркировки и контроля композиционных материалов, использующих цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов. **Повышенный уровень:** владеет навыками определения эксплуатационных характеристик, прогнозирования и описания процессов достижения заданного уровня свойств композиционных материалов и изделий из них с использованием необходимых цифровых инструментов.
ПК-3	Способен осуществлять технологическое обеспечение производства лакокрасочных материалов	**ИПК-3.1.**	Разрабатывает и оформляет документы, регламентирующие технологические процессы производства лакокрасочных материалов (маршрутные карты, операционные карты, регламенты).	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Э	**Базовый уровень:** владеет навыками физико-химической характеризации полимерных и композиционных (в том числе, лакокрасочных) материалов с использованием необходимых цифровых инструментов. **Повышенный уровень:** владеет навыками осуществления технологического обеспечения производства лакокрасочных материалов с использованием необходимых цифровых инструментов

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практическое занятие (ПЗ)	Средство проверки умений обучающегося самостоятельно решать практические задачи и оценки уровня освоения обучающимся практических навыков	Индивидуальные задания практической направленности
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки знаний и умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплекты вариантов контрольных заданий
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Экзамен (Э)	Форма промежуточной аттестации обучающегося, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект билетов

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов»

№ п/п	**Контролируемые разделы дисциплины**	**Код контролируемой компетенции**	**Наименование оценочного средства**
1	Влияние состава и структуры на свойства материалов	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
2	Управление структурой и свойствами кристаллических материалов	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
3	Управление структурой и свойствами аморфных материалов	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
4	Получение функциональных материалов с заданными свойствами	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
5	Теоретические и научные подходы к получению уникальных материалов	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
6	Научные основы управления структурой и свойствами метаматериалов	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
7	Управление фрактальной структурой материалов	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
8	Управление структурой и свойствами ауксетиков	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э
9	Супрамолекулярные структуры как отражение самоорганизации материалов.	ПК–1, ПК–2, ПК-3	ПЗ, Т, К/Р, Э

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Компетенция	Код по ФГОС	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов.	ПК-1	**Промежуточный контроль:** экзамен **Текущий контроль**: индивидуальное задание на практическом занятии; контрольная работа.	Все разделы
Способен определять эксплуатационные характеристики, прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах	ПК–2	**Промежуточный контроль:** экзамен **Текущий контроль**: индивидуальное задание на практическом занятии; контрольная работа.	Все разделы
Способен осуществлять технологическое обеспечение производства лакокрасочных материалов	ПК-3	**Промежуточный контроль:** экзамен **Текущий контроль**: индивидуальное задание на практическом занятии; контрольная работа.	Все разделы

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1. Критерии выставления оценки за экзамен по дисциплине

(формирование компетенций ПК–1, ПК-2, ПК-3)

отлично: при ответах на вопросы экзаменационного билета обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, корректно и быстро отвечает на уточняющие вопросы;

хорошо: при ответах на вопросы экзаменационного билета обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности; при этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

удовлетворительно: при ответах на вопросы экзаменационного билета обучающийся демонстрирует некоторое соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, в некоторой степени оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, с трудом применяет их в ситуациях повышенной сложности; при этом могут быть допущены значительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

неудовлетворительно: при ответах на вопросы экзаменационного билета обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, испытывает непреодолимые затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

2.2. Критерии выставления оценки за выполнение индивидуального задания на практическом занятии

(формирование компетенций ПК–1, ПК-2, ПК-3)

– индивидуальное задание выполнено: разработан и оформлен реферат по теме занятия, подготовлена презентация доклада на занятии, произведены без ошибок все необходимые расчеты и сделаны обоснованные выводы;

– индивидуальное задание не выполнено: не разработан и/или не оформлен реферат по теме занятия, не подготовлена презентация доклада на занятии, расчеты произведены с ошибками и отсутствуют обоснованные выводы.

2.3. Критерии оценки выполнения контрольной работы

(формирование компетенций ПК–1, ПК-2, ПК-3)

Контрольная работа выполняется по вариантам, включающим вопросы по изученному материалу. Выполнение контрольной работы оценивается в соответствии с процентом правильных ответов.

– «отлично» - свыше 75,1% правильных ответов;
– «хорошо» - от 50,1% до 75% правильных ответов;
– «удовлетворительно» - от 25,1% до 50% правильных ответов;
– «неудовлетворительно» - от 0 до 25% правильных ответов

Приложение 3
к рабочей программе

Вопросы тестовых заданий для проведения текущего контроля

(компетенции ПК–1, ПК-2, ПК-3)

Приведённый ниже перечень используется в качестве вопросов при подготовке обучающихся к выполнению заданий в форме бланкового тестирования для контроля освоения разделов дисциплины, а также в качестве вопросов экзаменационных билетов.

Примерное содержание контрольной работы №1

Темы:

1. Влияние состава и структуры на свойства материалов
2. Управление структурой и свойствами кристаллических материалов
3. Управление структурой и свойствами аморфных материалов
4. Получение функциональных материалов с заданными свойствами

Вопросы:

1. Зависимость свойств материала от его состава и структуры.
2. Химические и физические структуры материалов.
3. Химические и межмолекулярные связи.
4. Влияние водородных связей на свойства материалов.
5. Кристаллические и аморфные структуры.
6. Полиморфизм и анизотропия свойств материалов.
7. Влияние структуры на механические свойства на примере ауксетиков.
8. Особенности структуры и свойств аморфных материалов.
9. Условия получения аморфного состояния вещества.
10. Отличие свойства аморфных веществ от монокристаллов и поликристаллических материалов.
11. Аморфные материалы как вязкоупругие среды
12. Аморфные металлы, аморфные неметаллы и аморфные полупроводники.
13. Получение аморфных материалов с заданными свойствами.
14. Особенности структуры и свойств кристаллических материалов.
15. Металлические и неметаллические кристаллические материалы.
16. Зависимость свойств металла от типа кристаллической решетки.
17. Различие свойств идеальных и реальных кристаллов.
18. Структура и свойства квазикристаллов.
19. Получение кристаллических материалов с заданными свойствами.
20. Особенности структуры и свойств аморфно-кристаллических материалов.
21. Условия перехода аморфной структуры материала в аморфно-кристаллическую и кристаллическую и происходящие при этом изменения свойств материалов.
22. Получение аморфно-кристаллических материалов с заданными свойствами.
23. Управления свойствами полимерных материалов путем создания стереорегулярных структур.
24. Управление свойствами композиционных материалов путем подбора свойств матрицы и армирующего компонента.
25. Гибридные композиционные материалы.
26. Управление свойствами керамических материалов путем подбора свойств исходных материалов, регулирования режимов формования, сушки и обжига.

Примеры тестовых заданий контрольной работы №1

1. Укажите причину того, что монокристаллам свойственна определенная геометрическая форма:

	Вариант ответа
А	Поверхностные энергии каждой грани кристалла равны между собой
Б	Монокристаллы имеют дальний порядок расположения структурных элементов
В	Суммарное значение энергии Гиббса всей поверхности кристалла достигает минимального значения при определенном соотношении размеров его граней
Г	Одни грани кристалла достигают максимального значения энергии Гиббса поверхности, а энергия других граней превосходит это значение
Д	Поверхностная энергия ребер как места стыка граней монокристалла достигает минимального значения

2. Выберите метод, который применяют для регистрации фазовых превращений в образце сплава:

1	2	3	4	5
Получение кривых нагревания	Получение кривых охлаждения	Получение сорбционных кривых	Получение кривых гистерезисных потерь	Построение диаграмм состояния сплавов

Примерное содержание контрольной работы №2

Темы:

5. Теоретические и научные подходы к получению уникальных материалов

6. Управление структурой и свойствами метаматериалов

7. Управление структурой и свойствами фракталов

8. Управление структурой и свойствами ауксетиков

9. Супрамолекулярные структуры как отражение самоорганизации материалов

Вопросы:

1. Теоретические предсказания кристаллической структуры материалов.
2. Компьютерный дизайн материалов. Программное обеспечение для предсказания кристаллической структуры.
3. Уникальные материалы, получаемые при сверхвысоких давлениях и температурах.
4. Метаматериал как композиционный материал с искусственно созданной периодической структурой.
5. Синтез метаматериалов внедрением в исходный природный материал различных периодических структур с разными геометрическими формами.
6. Особенности зависимости свойств метаматериалов от их структуры.
7. Примеры практического применения метаматериалов в технике.
8. Фрактал как материал, обладающий свойством самоподобия.
9. Природные объекты, обладающие фрактальными свойствами.
10. Кристаллы как материалы с фрактальной структурой.
11. Структура и свойства фрактального кластера.
12. Управление свойствами материала на основе образования или изменения его фрактальной структуры.
13. Материалы с отрицательными значениями коэффициента Пуассона.
14. Особенности структуры, физических и механических свойств ауксетиков.
15. Материалы, обладающие аускетическими свойствам: моно- и поликристаллические вещества, биологические объекты, бумага, органические цепные молекулы, полимеры.
16. Применение ауксетиков.
17. Самосборка как процесс образования упорядоченной надмолекулярной структуры.
18. Супрамолекулярная химия как сборка объектов на основе структурных особенностях отдельных молекул. Типичные примеры самосборки: супермолекулы, супрамолекулярные ансамбли, твёрдые соединения включения.
19. Кристаллоструктурные клатраты (интерметаллиды), слоистые интеркалаты (графит).
20. Супрамолекулярные клатраты в промышленности.
21. Моделирование свойств композитов путем построения супрамолекулярных структур.

Пример тестовых заданий контрольной работы № 2

1. В отличие от термопластичного полимера, термореактивный полимер:

	Вариант ответа
А	может многократно изменять свою форму при нагревании и последующем охлаждении
Б	при нагреве подвергается необратимому химическому разрушению без плавления
В	изготовлен из разных мономеров или химически связанных молекул
Г	обладает высокоэластичными свойствами и вязкостью и может растягиваться до размеров, во много раз превышающих его начальную длину

2. Супрамолекулярные образования – это:

	Вариант ответа
1	Ансамбли и комплексы, строящиеся самопроизвольно из фрагментов, имеющих геометрическое и химическое соответствие.
2	Ансамбли и комплексы, строящиеся самопроизвольно из макромолекул
3	Ансамбли и комплексы, строящиеся самопроизвольно из фрагментов, образующихся при фазовом переходе I рода
4	Ансамбли и комплексы, строящиеся самопроизвольно из фрагментов, образующихся при фазовом переходе II рода
5	Ансамбли и комплексы, строящиеся самопроизвольно из фрагментов, образующихся при критических температурах и давлениях

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Полиграфический институт
Кафедра **Инновационные материалы принтмедиаиндустрии**
Дисциплина **Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов**
Направление подготовки **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»**
Профиль **«Технологии композитов»**
Форма обучения – **очная**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Самосборка как процесс образования упорядоченной надмолекулярной структуры. Управление свойствами материалов путем построения супрамолекулярных структур.
2. Влияние структуры на механические свойства материалов на примере ауксетиков.
3. Методика получения кристаллических материалов с заданными свойствами.

Утверждено на заседании кафедры « » 202 г., протокол № .

Утверждаю

Заведующий кафедрой

«Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»

Г.О. Рытиков

«___»_____ 202 г.

Методические указания

по проведению экзамена по дисциплине

«Цифровые инструменты прогнозирования свойств материалов»

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Технологии композитов»
Форма обучения – очная

1. К промежуточной аттестации в форме экзамена допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.
2. Экзамен проводится в форме письменного ответа обучающегося на вопросы экзаменационного билета.
3. Каждый обучающийся выбирает из доступного перечня индивидуальный экзаменационный билет. Общее количество билетов превышает численность обучающихся в учебной группе.
4. На подготовку письменного ответа на каждый вопрос билета обучающемуся отводится до 15 мин. Преподаватель имеет право, но не обязан, предоставить обучающемуся дополнительное время на выполнение экзаменационного задания.
5. По истечению отведенного на выполнение всех экзаменационных заданий времени обучающийся передаёт экзаменатору свои письменные ответы для проверки.
6. Преподаватель имеет право, но не обязан потребовать от обучающегося устного обоснования правильности ответов на вопросы экзаменационного билета
7. Преподаватель имеет право, но не обязан задавать обучающемуся дополнительные вопросы по дисциплине, правильность и полноту ответов на которые может учесть при выставлении окончательной оценки. Дополнительное время на подготовку к ответу на дополнительные вопросы обучающемуся не предоставляется.
8. Экзаменатор выставляет обучающемуся оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно, руководствуясь содержанием шкалы оценивания, приведённой в рабочей программе дисциплины.
9. Экзаменатор, проводивший практические или лабораторные занятия с экзаменуемыми обучающимися, имеет право, но не обязан предложить обучающемуся выставление итоговой оценки за дисциплину без ответов на вопросы экзаменационного билета на основании результатов обучения в семестре.
10. Аттестация осуществляется для всех обучающихся учебной группы одновременно.

Методические указания обсуждены и утверждены на заседании кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии» _____ 202__ года, протокол № __.