

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра нанокompозитных материалов**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины
**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ
КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	108	32	32		22	18	2			2
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 68 часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель освоения курса «Методы исследования свойств композитных материалов» сформировать у магистрантов определенную систему знаний, навыков и умений в постановке и решении задач, связанных: с выполнением прикладных экспериментальных работ с целью созданию новых наноструктурированных композиционных материалов; обработка результатов прикладных экспериментальных работ по созданию новых наноструктурированных материалов и разработка новых методик на их основе; разработкой новых методов лабораторных испытаний при получении наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами в период освоения.

Указанная цель достигается за счет углубленного изучения теоретических положений разделов механика композитов, механика разрушения, принципы формирования свойств композитов, методов разрушающего и неразрушающего контроля, методов анализа, микроскопии.

Задачи курса:

- обзор основных методов испытаний физико-механических характеристик материалов применяемых для исследования композиционных материалов, наноматериалов и наночастиц. Термические методы анализа.
- ознакомление с современными достижениями и тенденциями развития сканирующей зондовой микроскопии и электронной микроскопии. Анализ проблем интерпретации микроскопических изображений.
- обучение современным методам экспериментального исследования физико-химических процессов в наноматериалах, функциональных наноматериалах. Дифракционные методы, наногравиметрия, магнитно-резонансные методы, масс-спектрометрия.
- Методы локального и нелокального анализа поверхности, нелинейно-оптические методы.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать особенности исследования композиционных материалов и наноструктур; знать основные параметры, методы исследования, устройства и приборы диагностики и метрологии композиционных материалов и наноразмерных структур и систем.</p> <p>Уметь свободно ориентироваться в основных методах испытаний и исследований, в том числе сканирующей зондовой микроскопии и электронной микроскопии композиционных материалов и наноразмерных структур и систем; понимать суть эффектов, лежащих в основе этих методов; иметь представления о возможностях современной приборной базы для исследования композиционных материалов и наноматериалов; иметь представления об основных методах обработки циф-</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		ровых изображений и данных, полученных с помощью сканирующей зондовой микроскопии; понимать основные научно-технические проблемы в области изучения композиционных материалов и наноматериалов. Владеть методами и технологиями исследования композиционных материалов и наноматериалов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Методы исследования свойств композитных материалов» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.04.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика». Дисциплина «Методы исследования свойств композитных материалов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Дисциплина должна предшествовать выполнению магистерской диссертации т.к. дает магистранту необходимые знания и навыки для выполнения задач на современном уровне, связанных: с выполнением прикладных экспериментальных работ с целью созданию новых наноструктурированных композиционных материалов; обработка результатов прикладных экспериментальных работ по созданию новых наноструктурированных материалов и разработка новых методик на их основе; разработкой новых методов лабораторных испытаний при получении наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами в период освоения.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	108	32	32		22	18	2			2
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 68 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические

занятия, консультации, самостоятельная работа магистранта и её контроль преподавателями с помощью заданий, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: контрольные вопросы на знание материала предыдущей лекции, контрольная работа, задания для самостоятельного решения.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- практические занятия – 32 часа;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 22 часа;
- промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена и экзамен) – 22 часов;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, консультация перед экзаменом, экзамен) составляет 68 часов.

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

Дисциплина «Методы исследования свойств композитных материалов» представляет собой полугодовой курс, читаемый в магистратуре физического факультета НГУ во втором семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Основные свойства полимерных композиционных материалов.	1	8	3	3	2	
2	Сертификационные испытания	2	8	3	3	2	
3	Основные свойства полимерных композиционных материалов.	3	6	2	2	2	
4	Методы определения упругих и прочностных характеристик сложных систем: на сжатие, растяжение, изгиб, ударную вязкость.	4	6	2	2	2	
5.	Динамический механический анализ. Методики испытаний. Интерпретация результатов.	5	6	2	2	2	
6.	Методы определения упругих и прочностных характеристик сложных систем: на сжатие, растяжение, изгиб, ударную вязкость.	6	6	2	2	2	
7.	Динамический механический анализ. Методики испытаний. Интерпретация результатов.	7	6	2	2	2	

8.	Методы локального и нелокального анализа поверхности, нелинейно-оптические методы.	8	5	2	2	1	
9.	Микроскопия как метод диагностики наноструктур: электронная, зондовая, оптическая.	9	5	2	2	1	
10.	Методы структурного анализа, масс-спектрометрия.	10	5	2	2	1	
11.	Дифракционные методы, наногравиметрия, магнитно-резонансные методы.	11	5	2	2	1	
12.	Электрические испытания. Стандарты регламентирующие проведения испытаний.	12	5	2	2	1	
13.	Реологические испытания Усадка при формовании,	13	5	2	2	1	
14.	Термический анализ. Классификация методов термического анализа.	14	5	2	2	1	
15.	Основные понятия термического анализа.	15	5	2	2	1	
16.	Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации		18				18
17.	Консультации		2				2
17.	Экзамен		2				2
Всего			108	32	32	22	24

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Тема 1. Лабораторные методы испытаний физико-механических характеристик материалов.

1. Особенности испытаний термопластов, реактопластов, наполненных и армированных материалов. Классификация методов испытаний (динамические, статические и длительные (усталостные)).
2. Нормативная документация для ненаполненных, наполненных и армированных композиционных материалов. Конфигурация образцов. Кондиционирование. Режимы проведения испытаний. Отбор образцов и обработка результатов.

Тема 2. Методы определения упругих и прочностных характеристик сложных систем (включая ДМА). Особенности деформирования вязкоупругих, хрупких и пластичных материалов.

1. Особенности испытаний термопластов, реактопластов, наполненных и армированных материалов. Классификация методов испытаний (динамические, статические и длительные (усталостные)).
2. Влияние схемы армирования и направления приложения усилия на значение предела прочности и модуля упругости. Скорость испытаний. Масштабный эффект.

Тема 3. Микроскопия и спектроскопия. Поверхностные явления. Адгезионная прочность.

1. Влияние схемы армирования и направления приложения усилия на значение предела прочности и модуля упругости. Скорость испытаний. Масштабный эффект.
2. Адсорбция из растворов разной концентрации, из расплавов. Адсорбционные теории. Изотермы адсорбции Ленгмюра, изотермы БЭТ, полимолекулярная адсорбция. Оценка толщины адсорбционного слоя.

Тема 4. Дифракционные методы, наногравиметрия, магнитно-резонансные методы, масс-спектрометрия

1. Методы структурного анализа, масс-спектрометрия. Особенности применения. Анализ результатов.
2. Дифракционные методы, наногравиметрия, магнитно-резонансные методы.

Тема 5. Электрические и реологические испытания.

1. Методы исследования и аппаратурное оформление. Электрическая прочность диэлектрика, Поверхностное удельное сопротивление, Объемное удельное сопротивление, Относительная диэлектрическая постоянная, Коэффициент рассеяния.
2. Реологические испытания Усадка при формовании, Скорость течения расплава/Индекс расплава, Объемный расход расплава/Объемный индекс расплава - Вязкость расплава.

Тема 6. Термические методы анализа.

1. Термический анализ. Классификация методов термического анализа. Границы применимости. Полная программа ТА для материалов. Технологические инновации в ТА.
2. Основные понятия термического анализа. Приборы ДСК, ТГ, ДТА, СТА. Сравнение методов ДСК, ДТА и СТА.

Программа практических занятий (32 часа)

1. Идентификация полимеров. Набухание и пластификация.
2. Изучение свойств порошковых наполнителей (формы и размеров частиц, плотность, удельную поверхность, смачиваемость различными жидкостями, водопоглощение, свободную поверхность энергию и возможности ее изменения обработкой поверхности порошков. Определение гранулометрического состава седиментационным методом.
3. Изучение механических свойств различных классов волокнистых наполнителей и микропластиков на их основе. Испытания на растяжение, сдвиг, определение адгезионной прочности. Методы оценки адгезионного взаимодействия на границе раздела матрица-наполнитель. Анализ представленных результатов исследования.
4. Приготовление образцов слоистых композиционных материалов на основе термо- и реактопластов. Механические испытания образцов. Модификация нанонаполнителями для увеличения межслоевой прочности.

Самостоятельная работа студентов (40 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	8
Подготовка к контрольным работам	6
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	8
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

1. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова ; с доп. О.В. Егоровой. Москва : Техносфера, 2004. 377 с. (18 экз.)
2. Бартенев Г.М. Физика полимеров / Под ред. А.М. Ельяшевича Л. : Химия, 1990. 430 с., ISBN 5724505541 (10 экз)
3. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева. М. : Колос С, 2007. 367 с., ISBN 978-5-9532-0466-8 (4 экз.)

4. Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию. Москва, «Техносфера», 2010, 300 с., ISBN 978-5-94836-254-0 (1 экз)
5. Рамбиди, Н.Г. Структура полимеров - от молекул до нанодансамблей. Долгопрудный : ИНТЕЛЛЕКТ, 2009. 263 с., ISBN 978-5-91559-016-7 (2 экз)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

6. Справочник по микроскопии для нанотехнологии под. ред. Н. Яо и Ч. Лин Ван. Москва, «Научный мир», 2011, 712 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

1. <http://bittu.org.ru/umkd>
2. <http://nano.msu.ru>
3. <http://viam.ru>
4. <http://www.nanometer.ru>
5. <http://www.rusnano.com>
6. Библиотека Российской академии наук (БАН) <http://www.rasl.ru/>
7. Российская государственная библиотека (РГБ) <http://www.rsl.ru/>
8. Научная библиотека Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова <http://www.nbmgu.ru>
9. Химический каталог <http://www.ximicat.com>

7.2. Информационные справочные системы

1. Журнал «Российские нанотехнологии»
2. Журнал «Успехи химии»
3. Журнал физической химии
4. Журнал «Неорганические материалы»
5. Журнал «Перспективные материалы»
6. Журнал «Успехи физических наук»
7. Журнал «Нано- и микросистемная техника»

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль проводится преподавателем на основе выборочных опросов и контрольной работы (в форме теста). Объектом текущего контроля являются промежуточные результаты, обеспечивающие формирование конечных результатов междисциплинарного курса и конечные результаты учебной дисциплины по уровням освоения.

Промежуточная аттестация

Итоговый (промежуточный) контроль проводится в форме экзамена.

Для текущего и итогового (промежуточного) контроля создается фонд оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов подготовки.

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать особенности исследования композиционных материалов и наноструктур; знать основные параметры, методы исследования, устройства и приборы диагностики и метрологии композиционных материалов и наноразмерных структур и систем.</p>	<p>Проведение контрольных работ, экзамен</p>
<p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Уметь свободно ориентироваться в основных методах испытаний и исследований, в том числе сканирующей зондовой микроскопии и электронной микроскопии композиционных материалов и наноразмерных структур и систем; понимать суть эффектов, лежащих в основе этих методов; иметь представления о возможностях современной приборной базы для исследования композиционных материалов и наноматериалов; иметь представления об основных методах обработки цифровых изображений и данных, полученных с помощью сканирующей зондовой микроскопии; понимать основные научно-технические проблемы в области изучения композиционных материалов и наноматериалов.</p> <p>Владеть методами и технологиями исследования композиционных материалов и наноматериалов.</p>	<p>Проведение контрольных работ, экзамен</p>

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Методы исследования свойств композитных материалов».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно

			количество негрубых ошибок.	несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.2	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Перечень контрольных заданий и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Перечень вопросов к контрольной работе:

Выбрать правильный ответ. Ответ занести в талон ответов.

1. Прочность — это способность материала

- 1 сопротивляться нагрузкам.
- 2 противодействовать деформациям.
- 3 сопротивляться разрушению.
- 4 сопротивляться пластической деформации.

2. Пластичность — это способность материала

- 1 сохранять деформации после снятия деформирующей нагрузки.
- 2 восстанавливать форму и размеры после снятия деформирующей нагрузки.
- 3 деформироваться под действием нагрузки.
- 4 изменять свою форму.

3. Упругость — это способность материала

- 1 изменять свою форму.
- 2 деформироваться под действием нагрузки не разрушаясь.
- 3 восстанавливать форму и размеры после снятия деформирующей нагрузки.
- 4 не деформироваться под действием нагрузки.

4. Относительная деформация это

1 $\Delta l = l_2 - l_1;$

2 $\Delta l = l_1 - l_2;$

3 $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1};$

4 $\varepsilon = \frac{l_1}{\Delta l}$.

5. **Закон Гука определяет зависимость между прочностью металла и деформациями в условиях**

- 1 высоких температур.
- 2 упругой области деформирования.
- 3 пластической области деформирования.
- 4 упругопластической области деформирования.

6. **Какая физическая величина определяет прочность?**

- 1 Сила.
- 2 Относительное удлинение.
- 3 Работа.
- 4 Напряжение.

7. **Паскаль это**

- 1 Н/м².
- 2 кг/см².
- 3 кг/мм².
- 4 Н/мм².
- 5 кг/м².

8. **Твёрдость — это способность материала**

- 1 не деформироваться под действием нагрузки.
- 2 сопротивляться пластическим деформациям.
- 3 сопротивляться упругим деформациям.
- 4 не истираться при эксплуатации.

9. **Ударная вязкость — это способность материала сопротивляться**

- 1 удару.
- 2 сопротивляться разрушению при быстром растяжении.
- 3 удельная работа разрушения при разрушении образца ударом.
- 4 отношение площади вязкого излома к площади хрупкого излома.
- 5 сила, которая разрушает образец при ударе.

10. **Твёрдость по Бринеллю измеряется с помощью**

- 1 стального шарика.
- 2 алмазного шарика.
- 3 алмазной пирамиды.
- 4 алмазного конуса.

11. **Твёрдость по Роквеллу измеряется с помощью**

- 1 стального шарика.
- 2 алмазного шарика.
- 3 алмазной пирамиды.
- 4 алмазного конуса.

12. **HRB это**

- 1 ударная вязкость.
- 2 твёрдость по Роквеллу, определённая с помощью шарика.
- 3 твёрдость по Роквеллу, определённая с помощью конуса.

4 предельное относительное удлинение.

5 твёрдость по Виккерсу.

13. К нано- (ультрадисперсным) относятся среды или материалы, которые характеризуются настолько малым размером морфологических элементов, что он соизмерим

1 с мелким кристаллическим строением.

2 с одним или несколькими фундаментальными физическими свойствами этого вещества.

3 состоящие из кристаллические образования, содержащих несколько атомов.

14. Дисперсность это

1 размер частиц дисперсной фазы.

2 величина, обратная размеру частиц дисперсной фазы.

3 распределение по размеру частиц дисперсной фазы.

15. Под нанокристаллическими (наноструктурными, нанофазными, нанокompозитными) материалами принято понимать такие материалы, у которых размер отдельных кристаллитов или фаз, составляющих их структурную основу, не превышает

1 – 100 нм хотя бы в одном измерении;

2 – 100 Å хотя бы в одном измерении;

3 – 10 нм.

16. Что не входит в параметры технологических свойств термопластов?

1 Влажность.

2 Показатель текучести расплава.

3 Объёмные характеристики (насыпная плотность, гранулометрический состав, сыпучесть).

4 Содержание летучих.

5 Термостабильность расплавов.

6 Усадка.

17. Временное сопротивление это

1 усилие, которое временно выдерживает материал при испытаниях.

2 отношение максимальной нагрузки, которую выдерживает материал при прочности, к площади поперечного сечения образца.

3 сопротивление электрическому току, которое материал может показать.

4 отношение нагрузки в момент разрушения образца к площади поперечного сечения образца.

18. Фаза при рассмотрении структуры материала это

1 часть системы, имеющая одно агрегатное состояние, химический состав, кристаллическое строение и границу раздела от других фаз.

2 кристаллиты с одинаковым химическим составом.

3 часть системы, имеющая одинаковые свойства.

4 часть системы, имеющая одинаковое молекулярное строение.

19. Агломерат (агрегат) это:

1 несколько частиц, соединённых в более крупные образования.

2 часть системы, имеющая одинаковые свойства.

3 несколько частиц, имеющих одинаковый химический состав, соединённых в более крупные образования.

20. Что не входит в параметры технологических свойств реактопластов?

1 Содержание влаги.

2 Прочность реактопласта.

- 3 Гранулометрический состав.
- 4 Текучесть.
- 5 Жизнеспособность.

Перечень вопросов к практическим занятиям:

1. Идентификация полимеров. Набухание и пластификация.
2. Изучение свойств порошковых наполнителей (формы и размеров частиц, плотность, удельную поверхность, смачиваемость различными жидкостями, водопоглощение, свободную поверхностную энергию и возможности ее изменения обработкой поверхности порошков. Определение гранулометрического состава седиментационным методом.
3. Изучение механических свойств различных классов волокнистых наполнителей и микропластиков на их основе. Испытания на растяжение, сдвиг, определение адгезионной прочности. Методы оценки адгезионного взаимодействия на границе раздела матрица-наполнитель. Анализ представленных результатов исследования.
4. Приготовление образцов слоистых композиционных материалов на основе термо- и реактопластов. Механические испытания образцов. Модификация нанонаполнителями для увеличения межслоевой прочности.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. К нано- (ультрадисперсным) относятся среды или материалы, которые характеризуются настолько малым размером морфологических элементов, что он соизмерим _____
2. Дисперсность это _____
3. Под нанокристаллическими (наноструктурными, нанофазными, нанокомпозитными) материалами принято понимать такие материалы, у которых размер отдельных кристаллитов или фаз, составляющих их структурную основу, не превышает _____
4. Что не входит в параметры технологических свойств термопластов?
5. Перечислите факторы, определяющие равновесную термодинамическую работу адгезии W_a и адгезионную прочность t_0 в элементарной ячейке однонаправленного волокнистого композита. Укажите факторы, общие для W_a и t_0 .
6. Перечислите способы увеличения адгезионной прочности соединения «волокно-связующее» для систем с органическими и неорганическими волокнами. Укажите явление, принципиально отличающее процесс формирования адгезионного соединения связующих с органическими и неорганическими волокнами.
7. Изложите сущность метода избыточных величин Гиббса для описания термодинамики поверхностных явлений. Запишите аналог уравнения Гиббса-Гельмгольца для поверхностного слоя, используя метод Гиббса.
8. Укажите: 1) термодинамическое условие стабильного существования поверхности раздела фаз; 2) причины, по которым «силовая» трактовка удельной свободной поверхностной энергии некорректна для границ раздела «твердое тело-газ» и «твердое тело-жидкость».
9. Дайте определение работе адгезии и работе когезии. Сформулируйте термодинамические условия смачивания, несмачивания и растекания, используя понятия «работа адгезии» и «работа когезии».
10. Перечислите основные типы межмолекулярных сил, обеспечивающих взаимодействие незаряженных молекул. Объясните роль этих сил в адгезии фаз различной полярности.
11. Укажите причины адсорбции поверхностно-активных веществ (ПАВ) на границах раздела фаз различной полярности. Назовите основные характеристики ПАВ. Поясните, всегда ли адсорбция ПАВ приводит к снижению межфазной энергии границ раздела фаз.
12. Обсудите возможность нулевого значения равновесного краевого угла смачивания при нанесении капли жидкости на твердую поверхность: а) в среде воздуха; б) в условиях избирательного смачивания.

13. Укажите положительные и отрицательные стороны явления растекания жидкого связующего по поверхности волокна на начальной стадии формирования адгезионного соединения.
14. Перечислите методы определения работы адгезии жидкого связующего к волокну. Укажите условия применимости этих методов.
15. Перечислите методы определения работы адгезии отвержденного связующего к волокну. Укажите условия применимости этих методов.
16. Объясните влияние двойного электрического слоя, образующегося на поверхности раздела «адгезив-субстрат» на результаты измерения адгезионной прочности соединения при различных скоростях отслаивания адгезива от субстрата.
17. Дайте определение взаимодиффузии и самодиффузии. Укажите количественные характеристики этих явлений и взаимосвязь между ними.
18. Назовите модели, описывающие дырочный механизм диффузии. Перечислите постулаты, заложенные в их основы и перспективы развития этих моделей.
19. Назовите две основных группы методов определения адгезионной прочности полимерных композитов. Объясните причины влияния размеров экспериментальных образцов на результаты измерений адгезионной прочности. Укажите возможные причины, по которым не удастся реализовать микромеханические испытания методом отрыва.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
дисциплины «Методы исследования свойств композитных материалов»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного