


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский  
государственный университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт химии и биологии  
Кафедра органической химии и высокомолекулярных соединений**

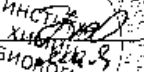
**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы

 Ю.А. Малкашчев  
«26» Мая 2023г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института  
химии и биологии

 Р.Ч. Бажева  
«26» Мая 2023г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.ДВ.08.01 «Полимерные нанокompозиты»**

Направление подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

Профиль подготовки  
**«Технология и переработка полимеров»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Полимерные нанокомпозиты»  
/составитель Борукаев Т.А. - Нальчик: КБГУ, 2023 г., 26 с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов *очной* формы обучения по направлению подготовки 18.03.01 – Химическая технология (Технология и переработка полимеров), 4 семестр, 2 курса.

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом федерального образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (Технология и переработка полимеров), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. №1327 (зарегистрировано в Минюсте России 30 ноября 2015 г. № 39906).

## Содержание

1.1. Цель и задачи дисциплины .....	4
1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
1.3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
1.4. Содержание и структура дисциплины.....	6
1.5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	11
1.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и (или) опыта деятельности.....	15
1.7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
1.8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	24
Лист изменений (дополнений).....	26

## **Изложение рабочей программ дисциплины**

### *1.1. Цель и задачи освоения дисциплины*

Курс «Полимерные нанокомпозиты» принадлежит к числу специализированных учебных дисциплин и является одной из основополагающих в цикле естественнонаучной подготовки химиков-технологов. Она лежит в основе образования специалистов по одному из ключевых направлений современных нанотехнологий – технологии формирования и переработки композиционных наноматериалов, а также исследования их структуры и характеристик изготовленных из них изделий.

В нем излагаются фундаментальные основы химии и физико-химии полимеров как основы полимерных композиционных материалов, наноструктуру полимерных макромолекул, свойства полимерных многокомпонентных систем, термодинамические и молекулярные основы деформационно-прочностных характеристик сложных полимерных тел, специфику, вносимую в это поведение нанодисперсностью компонентов композиционных материалов.

«Полимерные нанокомпозиты» рассматривает общие закономерности поведения индивидуальных полимеров и многокомпонентных полимерных систем в зависимости от характеристик (структурных, размерных, молекулярных) составляющих их компонентов, а также закономерности формирования и переработки многокомпонентных полимерных композиционных материалов, включая наноразмерные, и характеристики изделий из них.

Курс «Полимерные нанокомпозиты» требует предварительной подготовки студентов по таким дисциплинам как общая, физическая, коллоидная и органическая химия и, главным образом, химия и физико-химия высокомолекулярных соединений, а также по физике (фазовые и агрегатные состояния вещества, реология, деформационные свойства твердого тела и др.) и по математике.

### *1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО*

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору Блока 1. Курс «Полимерные нанокомпозиты» предполагает получение студентами профессиональных знаний, умений и навыков в профессиональной деятельности. Она объединяет избранные разделы органической, физической химии, а также основы переработки полимеров, имеющих существенное значение для формирования естественнонаучного и практического мышления специалистов-химиков.

### *1.3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины*

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

а) ПКС-1.3:

способен анализировать передовой опыт в области производства наноструктурированных композиционных материалов и технологии их производства, новых технологий и перспектив их развития.

**Б) ПКС-2.3:**

способен анализировать передовой опыт в области производства наноструктурированных композиционных материалов и технологии их производства, новых технологий и перспектив их развития.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

иметь представление: об основах химии и физико-химии высокомолекулярных соединений, их структуры и поведения в конденсированном и других состояниях, об основных принципах разработки новых полимерных материалов, областях применения и способах переработки полимерных материалов, особенностях нанодисперсных наполнителей и наноструктурированных полимерных систем;

знать: особенности механического и термомеханического поведения полимерных тел и наполненных полимерных систем. Основные типы наполнителей и функциональных добавок. Строение и свойства слоистых алюмосиликатов, нанодисперсных форм углерода, других нанодисперсных веществ. Способы совмещения наполнителей с полимером и формирования нанокompозита. Способы переработки нанокompозиционных материалов в изделия;

уметь: проводить эксперименты по изучению физико-механических свойств композиционных материалов;

анализировать процессы, происходящие при взаимодействии полимеров с нанодисперсными наполнителями, химической модификации алюмосиликатов и углеродных материалов;

овладеть навыками применения основных методов синтеза, анализа и переработки полимеров, дисперсных наполнителей и нанокompозитов

Совокупность указанных представлений, знаний, умений и навыков отражает вышеприведенные требования государственных образовательных стандартов.

*1.4. Содержание и структура дисциплины*

*Таблица 1. Содержание разделов дисциплины*

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формы текущего контроля
1	Введение	Предмет и содержание курса «Полимерные нанокompозиты». Его основные разделы. Значение современных полимерных материалов в технике и технологии. Роль полимерных материалов в становлении материальной и духовной культуры человечества.	Р, К, Т

		Основные типы полимерных материалов — эластомеры и пластики, термопласты и реактопласты. Основы технологии переработки полимерных материалов.	
2	Основы химии и физико-химии ВМС	ВМС как особое высокоорганизованное (низкоэнтропийное) состояние вещества. Макромолекулярная теория строения я ВМС. Особенности строения макромолекул. Молекулярные характеристики полимеров и их влияние на характеристики производных полимерных материалов. Методы исследования полимеров как химических веществ. Растворы полимеров. Полимеры в конденсированном состоянии.	Р, К, Т, ЛЗ
3	Механика и термомеханика полимеров	Фазовые, агрегатные и физические состояния полимерных тел. Деформационно-прочностные свойства полимерных тел в аморфно-кристаллическом, стеклообразном и высокоэластическом состоянии. Молекулярные механизмы упругости и высокоэластичности. Модели вязкоупругого поведения полимерных тел. Механический, динамический механический и термомеханический анализ полимеров. Релаксационные явления в полимерах, принцип температурно-временной супер-позиции. Разрушение полимерных тел. Теоретическая, максимально дости-жимая и техническая прочность, вязкое и хрупкое разрушение, теории Гриффитса, Орована, термофлукту-ационная, релаксационная. Взаимосвязь молекулярных характе-ристик, макроскопических механи-ческих свойств и эксплуатационных характеристик полимерных матери-алов.	К, Т, ЛЗ
4	Дисперсно-наполненные полимерные материалы	Основные принципы регулирования свойств полимерных материалов наполнением. Типы и функции-ональное назначение наполнителей. Особенности механических свойств дисперсно-	К, Т, ЛЗ

		наполненных полимеров. Длинноволокнистые ПКМ на основе реактопластов (ПКМ, стекло-пластики).	
5	Полимерные наноматериалы	Наноматериалы. Наноструктурированные системы. Нанодисперсное состояние вещества. Методы исследования нанодисперсных, нанонаполненных и наноструктурированных материалов. Растровая электронная микроскопия, зондовая сканирующая микроскопия. Методы, основанные на рентгеновской дифракции.	К, Т, ЛЗ
6	Материалы на основе систем, содержащих несколько полимеров	Совместимость и смешение полимеров, гомогенные и гетерогенные смеси полимеров, термодинамика смесей полимеров. Структурированные полимер-полимерные системы. <i>In situ</i> композиты, взаимопроницающие полимерные сетки.	Р, К, Т
7	Слоистые алюмосиликаты как наноматериалы	Химический состав, строение и основные характеристики природных алюмосиликатов (наноглин). Диспергирование алюмосиликата в полимерной матрице. Интеркаляция, эксфолиация. Химическая модификация алюмосиликатов. Полимеризационное наполнение как метод формирования нанокompозитов. Суперконцентраты и мастер-батчи.	К, Т, ЛЗ
8	Свойства полимерных нанокompозитов на основе слоистых алюмосиликатов	Механические свойства нанокompозитов, содержащих наноглины. Зависимость механических свойств от условий совмещения полимера с наноматериалом. Химические и термохимические свойства нанокompозитов. Проницаемость, барьерные характеристики нанокompозитов на основе наноглин. Проблема пожаробезопасности полимерных материалов. Огнезащитные свойства алюмосиликатов. Свойства поверхности полимерных нанокompозитов. Проблема вторичной переработки полимерных материалов.	К, Т, ЛЗ

9	Нанодисперсные формы углерода	Фуллерены, детонационные нано-алмазы и углеродные нанотрубки как аллотропные формы углерода. Коллоидный графит. Способы синтеза фуллеренов и углеродных нано-трубок. Химические и электронные свойства фуллероидных форм углерода. Механические свойства единичных нанотрубок.	К, РК, Т, ЛЗ
10	Полимерные наноматериалы на основе нанодисперсного углерода	Особенности полимерных материалов, наполненных углеродом. Саженополненные полимеры. Углеродное волокно и углепластики. Механические и электрические свойства нанокмползитов на основе угле-родных нанотрубок. Антистатические материалы. Способы введения нанотрубок в полимер.	К, РК, Т, ЛЗ
11	Прочие полимерные наноматериалы	Неорганические природные нанотрубки, нанодисперсный диоксид титана, нанодисперсные металлы в качестве наполнителей для полимерных материалов. Полимерные нанопленки, покрытия и поверхностные слои. Полимерные наноматериалы в медицине. Средства направленной доставки лекарственных препаратов.  Полимеры с системой сопряжения. Полупроводниковые материалы на основе полимеров с собственной проводимостью. Полимерные материалы в аккумуляторной технике и топливных элементах.	К, РК, Т
12	Проблемы внедрения полимерных наноматериалов	Экономические и экологические аспекты применения нанокмползиторных полимерных материалов. Требования безопасности, охраны труда и культуры производства при работе с наноматериалами.	К, РК, Т

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

## Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачет. единицы (144 ч.)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	4 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Контактная работа (в часах):</b>	34	34
Лекционные занятия (Л)	34	34
Практические и семинарские занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	66	66
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (К)	-	-
Самостоятельное изучение разделов/тем	66	66
Курсовая работа (КР)/Курсовой проект (КП)	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>	5	5

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Основные понятия и вопросы химии и физики полимеров. Основные методы получения высокомолекулярных соединений.
2	Термические и механические свойства полимеров
3	Дисперснонаполненные полимерные материалы
4	Наноккомпозиты. Основные понятия. Применение.
5	Наноккомпозитные материалы на основе полимерных смесей
6	Наноккомпозитные полимерные материалы на основе слоистых силикатов.
7	Наноккомпозитные полимерные материалы на основе различных форм углерода
8	Композитные полимерные материалы на основе нанодисперсного углерода
9	Композитные полимерные материалы на основе нанодисперсных добавок природного происхождения
10	Перспективы использования наноматериалов в современной промышленности и технике
7	Проблемы внедрения полимерных наноматериалов

*Таблица 4. Лабораторные работы*

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1	Вступительное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Основные правила проведения физико-химических измерений и обработки их результатов.
2	Получение композитов на основе смесей полимеров методом экструзии
3	Получение органоимодифицированной глины
4	Приготовление суперконцентратов на основе полиолефинов и монтмориллонита методом экструзии
5	Получение нанокompозита на основе органоглины и полимеров
6	Получение нанокompозитов на основе углерод-ных наноматериалов
7	Изготовление образцов на основе полимерных нанокompозитов литьем под давлением
8	Определение прочности и удлинения нанокompозитов при растяжении
9	Определение модуля упругости нанокompозитов при растяжении
10	Определение ударной вязкости полимерных нанокompозитов
11	Определение показателя текучести расплава полимерных композитов
12	Определение плотности прессованных или литых полимерных материалов
13	Определение твердости нанокompозитов

*Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины*

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Полимерные материалы в медицине. Средства направленной доставки лекарственных препаратов, основанные на молекулярной
2	Полимерные материалы в медицине. Средства направленной доставки лекарственных препаратов, основанные на молекулярной
3	Жидкокристаллические полимеры. Композитные материалы на основе ЖК полимеров

#### *1.5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации*

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Полимерные нанокмполиты» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Программные вопросы самоподготовки. Представляют собой короткие задания в тестовом виде (вопрос-ответ). Проверяются знания текущего материала: уравнения, формулировки законов, основные понятия и определения. Самостоятельные работы проводятся на практических занятиях в течение 5-10 минут.

- Вопросы к коллоквиумам. Представляют собой задания по темам курса. Проверяются знания теоретического лекционного материала, тем, вынесенных на самостоятельную проработку, знания и понимание методов переработки полимеров, умения применять теоретические знания для конкретных технологических процессов. Опросы проводятся на лабораторных занятиях.

- Вопросы к лабораторным работам. Представляют перечень вопросов по конкретной лабораторной работе. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные (познавательные) умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

*Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации*

*1 контрольная точка*

1. Макромолекулярная теория строения ВМС.
2. Особенности строения макромолекул.
3. Молекулярные характеристики полимеров и их влияние на характеристики производных полимерных материалов.
3. Растворы полимеров.
4. Полимеры в конденсированном состоянии.
5. Фазовые, агрегатные и физические состояния полимерных тел.
6. Деформационно-прочностные свойства полимерных тел в аморфно-кристаллическом, стеклообразном и высокоэластическом состоянии.

6. Молекулярные механизмы упругости и высокоэластичности.
7. Модели вязкоупругого поведения полимерных тел.
8. Механический, динамический механический анализ полимеров.
9. Термомеханический анализ полимеров.
10. Релаксационные явления в полимерах, принцип температурно-временной суперпозиции.
11. Разрушение полимерных тел.
12. Взаимосвязь молекулярных характеристик, макроскопических механических свойств и эксплуатационных характеристик полимерных материалов.
13. Основные принципы регулирования свойств полимерных материалов наполнением.
14. Типы и функциональное назначение наполнителей.
15. Особенности механических свойств дисперсно-наполненных полимеров.
16. Длинноволокнистые полимерные композиционные материалы на основе реактопластов.
17. Наноматериалы.
18. Наноструктурированные системы.
19. Нанодисперсное состояние вещества.
20. Методы исследования нанодисперсных, наноуполненных и наноструктурированных материалов.
21. Растровая электронная микроскопия, зондовая сканирующая микроскопия.
22. Методы, основанные на рентгеновской дифракции.

## *2 контрольная точка*

1. Совместимость и смешение полимеров.
2. Гомогенные и гетерогенные смеси полимеров.
3. Термодинамика смесей полимеров.
4. Структурированные полимер-полимерные системы.
5. *In situ* композиты, взаимопроникающие полимерные сетки.
6. Химический состав, строение и основные характеристики природных алюмосиликатов (наноглин).
7. Диспергирование алюмосиликата в полимерной матрице.
8. Интеркаляция, эксфолиация.
9. Химическая модификация алюмосиликатов.
10. Полимеризационное наполнение как метод формирования нанокомпозитов.
11. Суперконцентраты и мастер-батчи.
12. Механические свойства нанокомпозитов, содержащих наноглины. Зависимость механических свойств от условий совмещения полимера с наноматериалом.
13. Химические и термохимические свойства нанокомпозитов.
14. Проницаемость, барьерные характеристики нанокомпозитов на основе наноглин.

15. Огнезащитные свойства алюмосиликатов. Свойства поверхности полимерных нанокомпозитов.
16. Фуллерены, детонационные наноалмазы и углеродные нанотрубки как аллотропные формы углерода.
17. Коллоидный графит.
18. Способы синтеза фуллеренов и углеродных нанотрубок.
19. Химические и электронные свойства фуллероидных форм углерода.
20. Механические свойства единичных нанотрубок.

### *3 контрольная точка*

1. Особенности полимерных материалов, наполненных углеродом.
2. Саженаполненные полимеры.
3. Углеродное волокно и углепластики.
4. Механические свойства нанокомпозитов на основе углеродных нанотрубок.
5. Электрические свойства нанокомпозитов на основе углеродных нанотрубок.
6. Антистатические материалы.
7. Способы введения нанотрубок в полимер.
8. Неорганические природные нанотрубки.
9. Нанодисперсный диоксид титана, нанодисперсные металлы в качестве наполнителей для полимерных материалов.
10. Полимерные нанопленки, покрытия и поверхностные слои.
11. Полимерные наноматериалы в медицине.
12. Средства направленной доставки лекарственных препаратов.
13. Полимеры с системой сопряжения.
14. Полупроводниковые материалы на основе полимеров с собственной проводимостью.
15. Полимерные материалы в аккумуляторной технике и топливных элементах.
16. Экономические и экологические аспекты применения нанокомпозиционных полимерных материалов.
17. Требования безопасности, охраны труда при работе с наноматериалами.

### *Критерии формирования оценок по контрольным точкам коллоквиума*

8 баллов, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, знает основные понятия и термины, классификацию мономеров, которыми он апеллирует свободно;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры химических реакций не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

5 баллов, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

3 балла, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении основных понятий мономеров;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры химических реакций;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «8», «5», «3» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, активности, данных студентом на протяжении занятий.

#### *Оценочные материалы для промежуточной аттестации.*

*Целью промежуточных аттестаций* по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Момеры» в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

#### *Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:*

30 баллов – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных технологических заданий. Обучающийся полностью раскрыл все вопросы, т.е. работа выполнена полностью без ошибок.

20 баллов – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются полный ответ на два вопроса;

15 баллов – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно

выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой.

*Менее 15 баллов* – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

#### *1.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и (или) опыта деятельности*

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение семестра (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение лабораторных работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Полимерные нанокompозиты» в VI семестре является зачет.

*Целью промежуточных аттестаций* по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

##### *Критерии оценки качества освоения дисциплины*

***от 91 до 100 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

***от 81 до 90 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На зачете студент демонстрирует знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

***от 61 до 80 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На зачете студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат

неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На зачете студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

*Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке*

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
ПКС-1.3	способен анализировать передовой опыт в области производства наноструктурированных композиционных материалов и технологии их производства, новых технологий и перспектив их развития.	лабораторные работы, коллоквиум
ПКС-2.3	способен разрабатывать методики комплексного анализа структуры и свойств полимеров и полимерных композиционных материалов	

#### *1.7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины*

##### *Основная литература*

1. П. Харрис. Углеродные нанотрубы и их применение. М.: Техносфера, 2006. – 380 с.
2. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. 2-е дополненное издание. М.: Техносфера, 2006. – 450 с.
3. Полимерные нанокомпозиты. / Под редакцией Ю Уинг Май, Жонг Жен Ю. М.: Техносфера, 2009. – 520 с.
4. Структура полимеров – от молекул до наноансамблей: Уч. пособие. Долгопрудный: Из. Дом «Интеллект», 2009, 264 с.
5. Борукаев Т.А., Шаов А.Х., Мурзаканова М.М. Лабораторные работы по полимерным нанокомпозитам: Метод. руковод-ство/Каб.-Балк. гос.ун-т; Нальчик, 2018. 29 с.

### *Дополнительная литература*

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. Пособие. – 3-е испр. изд. / Под ред. А.А. Берлина. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 560 с.
2. Переработка пластмасс / Шварц О., Эбилинг Ф.-В., Фурт Б.; под общ. ред. А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2008. – 320 с.
3. Технология полимерных материалов. / Под ред. В. К. Крыжановского. - СПб.: Профессия, 2008. – 352 с.
4. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты. М.: Химия, 1979. - 420 с.
5. Тагер А. А. Физикохимия полимеров. 3-е издание. М.: Химия, 1978. - 544 с.
6. Кулезнев В. Н., Шершнева В. А. Химия и физика полимеров. М.: Высшая школа, 1988 (или 2-е издание М., КолосС, 2007. - 420 с.).
7. Бартенев Г. М. Прочность и механизм разрушения полимеров. М.: Химия, 1984. - 280 с.
8. Берлин А. А., Вольфсон С. А., Ошмян В. Г., Еникополов Н. С. Принципы создания композиционных полимерных материалов. М.: Химия, 1990. - 240 с.
9. Беспалов Ю. А., Коноваленко Н. Г. Многокомпонентные системы на основе полимеров. Л.: Химия, 1981. - 88 с.
10. Гольдман А. Я. Прогнозирование деформационно-прочностных свойств полимерных и композиционных материалов. Л.: Химия, 1988. - 272 с.
11. Гуль В. Е., Кулезнев В. Н. Структура и механические свойства полимеров. М.: Высшая школа, 1972. - 320 с.
12. Малкин А. Я., Аскадский А. А., Коврига В. В. Методы измерения механических свойств полимеров. М.: Химия, 1978. - 336 с.
13. Наполнители для полимерных композиционных материалов. Справочное пособие. Под ред. Г. С. Каца и Д. В. Милевски. Пер. с англ. Под ред. П. Г. Бабаевского. М.: Химия, 1981. - 736 с.

### *Интернет ресурсы*

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» ООО «Директ-Медиа». Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru>
2. ЭБД РГБ (Полнотекстовая база диссертаций «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»). ФГБУ «Российская государственная библиотека». Режим доступа: URL: - <http://diss.rsl.ru>
3. Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU SCIENCE INDEX. ООО Научная электронная библиотека. Режим доступа: URL: - <http://elibrary.ru/>

### *Методические рекомендации по изучению дисциплины*

Учебная работа по дисциплине «Полимерные нанокомпозиты» состоит из контактной работы (лекции, лабораторные занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 98 % (в том числе лекционных занятий – 46,7%, лабораторных занятий – 46,7%), доля самостоятельной работы – 3,3 %. Соотношение лекционных, лабораторных занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 18.03.01 Химическая технология, профиль - Технология и переработка полимеров.

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо иметь описание работы, знать ход выполнения работы, рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты хода работы и обратиться к преподавателю для уяснения их на предстоящем занятии.

### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины «Полимерные нанокомпозиты»***

Цель курса «Полимерные нанокомпозиты» - подготовка обучающихся, обладающих знаниями в области разработки и получении полимерных нанокомпозитов, а также перспективы и области их применения в современной промышленности.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, участвуют в выполнении лабораторных работ. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, лабораторных занятиях при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы полимерного материаловедения. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к лабораторным занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов лабораторных занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к лабораторным занятиям и участвовать в обсуждении хода выполнения работ. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-

методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям***

Лабораторные занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Лабораторные занятия способствуют приобретению навыков и умений работать с химическим и технологическим лабораторным оборудованием, углублению знаний по дисциплине.

Целью лабораторных занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков работы с лабораторным оборудованием.

В ходе подготовки к лабораторному занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, написать методику выполнения лабораторной работы, разобрать и уяснить ход выполнения работы. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к лабораторным занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих вопросы и механизмы выполнения работы.

На Лабораторных занятиях обучающиеся учатся техническим приемам выполнения различных химических операций, свободно высказывать свои мысли и суждения, способствующие развитию профессиональной компетентности.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;

- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;

### 3. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой, журналами. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: учебники и курсы лекций, различные тематические журналы.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: виртуальные лекции, архивы журналов, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида

общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала лабораторных занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену***

Экзамен на IV-м семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения количества баллов для экзамена служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

Для получения экзамена, обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- ответы на вопросы, приведенные в экзаменационных билетах.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной/устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет перечень вопросов, которые включают в себя теоретические задания. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня вопросов, выносимых на экзамен, доведенных до сведения обучающихся накануне экзамена. Вопросы относятся к различным разделам программы и достаточно полно охватывают материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится экзамен, могут одновременно находиться все студенты.

Результат устного (письменного) экзамена выражаются баллами:

***Отлично - от 91 до 100 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически

последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Хорошо - от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Удовлетворительно - от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично. На зачете студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Незачтено - от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы. На зачете студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины

#### *1.8. Материально-техническое обеспечение дисциплины*

Материально-техническое обеспечение дисциплины (технические средства, лабораторное оборудование и др.) представлено в табл.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Аудитория
1	Учебные лаборатории	главный корпус, 211, 214, 215 ауд.
2	Учебная лаборатория, оснащенная компьютерами (12 шт.)	главный корпус, 222 ауд.
3	Лабораторные одно- и двухшнековые экструдеры с измельчителями, пластометр, дробилка, смеситель, аналитические весы.	Главный корпус НОЦ «Полимер и композиты» 013 лаб.
4	Оборудование для исследования полимерных материалов (разрывная машина, пресс горячего прессования, приборы для определения индекса расплава, ударной вязкости, механических свойств, твердости полимеров и т.д.)	Главный корпус, НОЦ «Полимеры и композиты»

При проведении занятий лекционного типа используются:

*лицензионное программное обеспечение:*

– Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

*свободно распространяемые программы:*

– WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;  
– Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;  
– Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

**Лист изменений (дополнений)  
в рабочей программе дисциплины «Полимерные нанокомпозиты» по  
направлению подготовки 18.03.01 -Химическая технология, профиль  
подготовки -Технология и переработка полимеров  
на 2023 /2024 учебный год**

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений*

Протокол № \_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

*И.о. зав. кафедрой* \_\_\_\_\_ Ю.А. Малкандуев

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Особенности строения макромолекул.
2. Совместимость и смешение полимеров.
3. Особенности полимерных материалов, наполненных углеродом.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Молекулярные характеристики полимеров и их влияние на характеристики производных полимерных материалов.
2. Гомогенные и гетерогенные смеси полимеров.
3. Саженаполненные полимеры.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Растворы полимеров. Растворимость. Вязкость растворов полимеров.
2. Термодинамика смесей полимеров.
3. Углеродное волокно и углепластики.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Фазовые, агрегатные и физические состояния полимерных тел.
2. Структурированные полимер-полимерные системы.
3. Механические свойства нанокомпозитов на основе углеродных нанотрубок.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Деформационно-прочностные свойства аморфных и частично-кристаллических полимеров.
2. *In situ* композиты, взаимопроникающие полимерные сетки.
3. Электрические свойства нанокомпозитов на основе углеродных нанотрубок.

Зав. каф.

Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Термомеханический анализ полимеров.
2. Химический состав, строение и основные характеристики природных алюмосиликатов (наноглин).
3. Антистатические материалы.

Зав. каф.

Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Взаимосвязь молекулярных характеристик, макроскопических механических свойств и эксплуатационных характеристик полимерных материалов.
2. Диспергирование алюмосиликата в полимерной матрице.
3. Способы введения нанотрубок в полимер.

Зав. каф.

Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Основные принципы регулирования свойств полимерных материалов наполнением.
2. Интеркаляция, эксфолиация.
3. Неорганические природные нанотрубки.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Типы и функциональное назначение наполнителей.
2. Химическая модификация алюмосиликатов.
3. Нанодисперсный диоксид титана, нанодисперсные металлы в качестве наполнителей для полимерных материалов.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Наноматериалы. Наноструктурированные системы.
2. Проницаемость, барьерные характеристики нанокомпозитов на основе наноглин.
3. Полимерные нанопленки, покрытия и поверхностные слои.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Нанодисперсное состояние вещества.
2. Полимеризационное наполнение как метод формирования нанокомпозитов.
3. Полимерные наноматериалы в медицине.

Зав. каф. Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Особенности механических свойств дисперсно-наполненных полимеров.
2. Методы исследования нанодисперсных, нанонаполненных и наноструктурированных материалов.
3. Фуллерены. Свойства, получение и полимерные композиты на их основе.

Зав. каф.

Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Растровая электронная микроскопия, зондовая сканирующая микроскопия.
2. Способы синтеза фуллеренов и углеродных нанотрубок.
3. Фуллерены, детонационные наноалмазы и углеродные нанотрубки как аллотропные формы углерода.

Зав. каф.

Малкандуев Ю.А.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14  
Дисциплина: «Полимерные нанокомпозиты»

1. Коллоидный графит. Получение и свойства.
2. Методы, основанные на рентгеновской дифракции.
3. Средства направленной доставки лекарственных препаратов.

Зав. каф.

Малкандуев Ю.А.