

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов

25 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Супрамолекулярная химия»

Направление подготовки 28.04.03 Наноматериалы

Магистерская программа «Химическая технология наноматериалов»

Квалификация «магистр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

На заседании Методической комиссии

Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2021 г.

Председатель

Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена доктором химических наук, профессором кафедры тонкого органического синтеза и химии красителей РХТУ имени Д.И. Менделеева О.А. Федоровой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «28» апреля 2021 г., протокол №11.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки **28.04.03 «Наноматериалы»**, рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой **тонкого органического синтеза и химии красителей** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Супрамолекулярная химия»** относится к части, определяемой участниками образовательных отношений, блоку обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области органической химии.

Цель дисциплины – развитие у студентов навыков анализа молекулярно-организованных систем, умения построения ансамблей органических молекул, органо-неорганических комплексов и координационных полимерных структур, исследования процессов высокоспецифичного распознавания, реагирования, катализа. Обеспечить информацией по основным областям применения молекулярно-организованных систем. Научить планировать, организовывать и осуществлять подбор компонентов для получения супрамолекулярных систем с определенным набором функций.

Задачи дисциплины:

- формирование у магистров представлений о научных основах функционирования молекулярно-организованных систем;
- знание основных методов получения основных классов молекулярно-организованных систем;
- систематизация знаний по физико-химическим методам исследования молекулярно-организованных систем;
- рассмотрение основных областей применения супрамолекулярных систем;
- рассмотрение производственных предприятий в России и за рубежом, выпуск продукции которых основан на использовании молекулярно-организованных систем.

Дисциплина **«Супрамолекулярная химия»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>– проведение самостоятельных научно-исследовательских работ в области нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов;</p> <p>– выработка новых теоретических подходов и принципов дизайна наносистем и наноматериалов с заданными свойствами;</p> <p>– разработка новых высокоэффективных методов создания современных наносистем и наноматериалов;</p> <p>– способность к составлению методических</p>	<p>– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</p> <p>– все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов;</p> <p>– компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных</p>	<p>ПК-2 Способен осуществлять разработку и корректировку технологических процессов получения наноструктурированных материалов</p>	<p>ПК-2.1 Знает методы получения наноструктурированных материалов</p>	<p>Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки.</p> <p>Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от</p>

<p>документов при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>данных по исследованию наноматериалов и наносистем; – отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях; – аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов.</p>			<p>«8» сентября 2015 г. № 604н С Организация аналитического контроля этапов разработки наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами (уровень квалификации – 7) D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при</p>
---	--	--	--	--

				исследовании самостоятельных тем (уровень квалификации – 7)
– анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ, поиск и анализ научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок, – составление аналитических обзоров, самостоятельная подготовка публикаций в отечественных и зарубежных изданиях; – способность к составлению методических документов при проведении научно-исследовательских и	– основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные) агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.)); – компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных по исследованию наноматериалов и наносистем; – отчеты по научной работе, научные публикации в российских и зарубежных изданиях; – аналитические обзоры в области	ПК-3 Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	ПК-3.1 Знает требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке ПК-3.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок ПК-3.3 Владеет навыками решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки. Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н

<p>лабораторных работ; участие в экспериментальной и технико-проектной оптимизации существующих наукоемких методик создания наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий.</p>	<p>производства и исследования наноматериалов.</p>			<p>D Управление методами и средствами проведения исследований и разработок наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н. D Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (уровень квалификации – 7)</p>
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные типы органических молекул – базовых элементов построения молекулярно-организованных систем;
- основные принципы построения органических, металлоорганических и биоорганических супрамолекулярных систем;
- методы анализа структуры и свойств супрамолекулярных систем;
- основные типы современных систем, используемых в биохимии;
- основы супрамолекулярного катализа;
- основные типы материалов на основе молекулярно-организованных систем;
- основные типы систем, используемых в органической фотонике и электронике;
- другие области применения молекулярно-организованных систем.

Уметь:

- проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов молекулярно-организованных систем;
- формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых супрамолекулярных систем с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств молекулярно-организованных систем;
- применять теоретические знания по современным и перспективным видам супрамолекулярным системам для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть:

- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения на основе молекулярно-организованных систем;
- методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии супрамолекулярных систем, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения;
- методами критического анализа и оценки современных научных достижений, разработки подходов к решению исследовательских и практических задач в области молекулярно-организованных систем;
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химии организованных систем с учетом правил соблюдения авторских прав.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25
Лекции	0,47	17	12,5
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,5
Самостоятельная работа	1,06	38	29
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6	28,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академических часов			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	Раздел 1 Введение. Основные понятия.	16	4	4	8
1.1	Введение. Краткая история супрамолекулярной химии. Значимость научно-исследовательских работ в области супрамолекулярной химии для практического применения. Природа нековалентных взаимодействий (координационные связи, диполь-дипольные взаимодействия, силы Ван-дер-Ваальса, стэкинг-взаимодействие, водородные связи). Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем (оптическая спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, полярография, потенциометрия, кондуктометрия, квантовохимические методы расчета.	8	2	2	4
1.2	Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие. Эндорцепторы, экзорцепторы. Гибкие, жесткие рецепторы. Монотопные и политопные рецепторы. Природные рецепторы (валиномицин, боверицин, макротетралиды, линейные полиэфирные антибиотики). Рецепторы для анионных субстратов. Связывание нейтральных молекул. Самосборка и самоорганизация органических молекул. Самосборка в присутствии ионов металлов, образование структурных элементов этажерок, лесенок, решеток. Самосборка за счет водородных связей. Многокомпонентная самосборка. Самосборка упорядоченных фаз и кристаллических структур, направляемая образованием водородных связей.	8	2	2	4
2	Раздел 2 Основные типы лигандов и субстратов	16	4	4	8
2.1	Краун-эфирьы – первые искусственные молекулы-рецепторы. Номенклатура, методы синтеза краун-эфиров, криптандов,	8	2	2	4

	<p>подандов. Особенности комплексообразования краун-эфиров, криптандов, подандов. Селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов.</p> <p>Катенаны, ротаксаны, Синтез, свойства.</p> <p>Порфирины. Порфириновые молекулы в природе (гем, хлорофилл). Физико-химические характеристики порфирина.</p> <p>Биосинтетические предшественники порфирина. Методы синтеза и модификации порфирина. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов. Применение порфиринов и фталоцианинов в медицине.</p>				
2.2	<p>Каликсарены. Номенклатура. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов и аммония, органическими молекулами.</p> <p>Циклодекстрины. Кукурбитурилы. Строение и номенклатура. Химическая модификация. Комплексообразование с неорганическими, органическими молекулами и биомолекулами. Применение циклодекстринов и кукурбиткрилов в промышленности и медицине.</p>	8	2	2	4
3	Раздел 3 Биомиметические системы	8	1	1	6
3.1	<p>Использование супрамолекулярных систем для моделирования биологических процессов. Комплексоны на амины, карбоновые кислоты, аминокислоты. Комплексообразование органических молекул с ДНК, деградация ДНК под действием органических молекул.</p> <p>Процессы переноса и создание ионофоров. Электрон-сопряженный перенос в окислительно-восстановительных условиях, протон-сопряженный перенос при различных значениях кислотности среды, фотосопряженные процессы переноса.</p> <p>Перенос через транспортные каналы. Транспорт аминов и аминокислот через мембраны.</p> <p>Супрамолекулярный катализ. Моделирование биологических реакций. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы.</p>	8	1	1	6

	Супрамолекулярные металлокатализаторы.				
4	Раздел 4 Супрамолекулярная фотоника	16	4	4	8
4.1	Супрамолекулярные фотохромные системы. Фотоциклоприсоединение в супрамолекулярных системах, содержащих антрацен. Spiropiranes в качестве искусственных биологических рецепторов. Spiropiranes в составе белков. Spiropiranes в составе полимеров. Краунсодержащие нафтопираны. Краунсодержащие дигетарилэтены.	8	2	2	4
4.2	Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства. Молекулярные провода. Электропереключающие устройства. Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона. Методы исследования и регистрации процессов переноса энергии.	8	2	2	4
5	Раздел 5 Супрамолекулярная нанохимия	16	4	4	8
5.1	Молекулярные машины. Принципы конструирования. Виды энергии, используемые при движении машин. Практическое применение молекулярных машин. Супрамолекулярные материалы (полимеры, жидкие кристаллы, кристаллические материалы).	8	2	2	4
5.2	Супрамолекулярная нанохимия, наноматериалы. Получение гибридных материалов. Эффект nanoорганизации на проявляемые характеристики. Практические технологии с использованием наносистем.	8	2	2	4
	ИТОГО:	72	17	17	38

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные понятия.

Раздел 1.1 Введение. Краткая история супрамолекулярной химии. Значимость научно-исследовательских работ в области супрамолекулярной химии для практического применения.

Природа нековалентных взаимодействий (координационные связи, диполь-дипольные взаимодействия, силы Ван-дер-Ваальса, стэкинг-взаимодействие, водородные связи). Получение 1D, 2D, 3D- структур. Молекулярная библиотека Р. Стенга и Б. Оленюка. Искусственные мембраны, мембранный транспорт. Моно- и полислои Лэнгмюра-

Блоджетт. Визикюлы, мицеллы: специфические типы материалов. Супрамолекулярная организация в нуклеиновых кислотах, белках.

Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем (оптическая спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, полярография, потенциометрия, кондуктометрия, квантовохимические методы расчета.

Раздел 1.2 Молекулярное распознавание. Комплементарность. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие. Эндорецепторы, экзорецепторы. Гибкие, жесткие рецепторы. Монотопные и политопные рецепторы. Природные рецепторы (валиномицин, боверицин, макротетралиды, линейные полиэфирные антибиотики). Рецепторы для анионных субстратов. Связывание нейтральных молекул. Комплексы с аммонийными катионами. Дифильный рецептор. Хиральное распознавание. Геликаты. Молекулярные узлы..

Самосборка и самоорганизация органических молекул. Самосборка в присутствии ионов металлов, образование структурных элементов этажерок, лесенок, решеток. Самосборка за счет водородных связей. Многокомпонентная самосборка. Самосборка упорядоченных фаз и кристаллических структур, направляемая образованием водородных связей.

Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов

Раздел 2.1 Краун-эфиры – первые искусственные молекулы-рецепторы. Номенклатура, методы синтеза краун-эфиров, криптандов, подандов. Особенности комплексообразования краун-эфиров, криптандов, подандов. Селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов. Влияние противоиона соли и растворителя на процесс комплексообразования. Реорганизация краун-соединений в процессе комплексообразования. Комплексообразование с анионами и нейтральными молекулами. Применение краун-соединений в химическом синтезе, аналитической и физической химии..

Катенаны и ротаксаны (строение, методы синтеза). Молекулярные узлы, дендримеры.

Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов. Моно- и политопные рецепторы, порфириновые димеры. Комплексообразование порфиринов с фуллеренами. Образование комплексов порфиринов с органическими молекулами за счет образования водородных связей. Супрамолекулярные полимеры на основе порфиринов. Применение порфиринов в медицине.

Раздел 2.2 Каликсарены. Номенклатура. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Модификация каликсаренов. Структура каликсаренов. Физико-химические методы исследования каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов, аммония, органическими молекулами, смешанные комплексы. Функциональные системы на основе каликсаренов. Экстракция катионов металлов с использованием каликсаренов.

Циклодекстрины. Строение и номенклатура циклодекстринов. Выделение циклодекстринов из крахмала. Химическая модификация циклодекстринов. Комплексообразование циклодекстринов с органическими молекулами. Комплексообразование циклодекстринов с неорганическими солями. Смешанные комплексы циклодекстринов. Реакции, протекающие в полости циклодекстринов. Процессы гидролиза, протекающие в полости циклодекстринов. Применение циклодекстринов для модификации свойств органических соединений и в жидкостной хроматографии.

Кукурбитурилы. Методы получения. Комплексообразование с катионами металла и органическими заряженными молекулами.

Раздел 3. Биомиметические системы

Раздел 3.1 Определение абиотических молекул и реакций, биомиметического подхода. Природные и искусственные ионофоры. Комплексоны для производных аммония, дикарбоновых кислот, аминокислот. Комплексоны для ДНК. Искусственные

каталитические системы. Моделирование биологических реакций. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. Супрамолекулярные металлокатализаторы

Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника

Раздел 4.1 Супрамолекулярные системы, фотохимические превращения которых основаны на протекании электроциклических реакций. Краунсодержащие спиросоединения. Фотоуправляемое комплексообразование спиронафтоксазинов. Спиропираны в качестве искусственных биологических рецепторов. Спиропираны в составе белков. Спиропираны в составе полимеров. Краунсодержащие нафтопираны и фотоуправляемые сенсоры на их основе. Краунсодержащие дигетарилэтены. Краунсодержащие трифенилметановые красители.

Раздел 4.2 Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства. Основные типы компонент для осуществления переноса электрона. Основные типы устройств по переносу электрона. Молекулярные провода. Электропереключающие устройства.

Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона. Основные компоненты и типы устройств по переносу энергии. Методы исследования и регистрации процессов переноса энергии.

Раздел 5. Органические проводники

Раздел 5.1 Молекулярные машины. Устройство молекулярных машин. Молекулярные шестеренки, молекулярные мускулы. Машины, работающие при изменении кислотности среды и при протекании окислительно-восстановительных процессов. Молекулярный насос, молекулярный мотор. Молекулярная машины, работающие при изменении кислотности среды, переносе электрона, при фотооблучении. Молекулярный автомобиль.

Раздел 5.2 Супрамолекулярная химия металлоорганических гибридных материалов. Методы получения металлических наночастиц. Методы получения гибридных металлоорганических наночастиц и наноматериалов. Методы изучения гибридных наноматериалов. Примеры гибридных наночастиц и их свойства. Перспективы гибридных наноматериалов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
	Знать:					
1	основные типы органических молекул – базовых элементов построения молекулярно-организованных систем	+	+	+	+	+
2	основные принципы построения органических, металлоорганических и биоорганических супрамолекулярных систем	+	+	+	+	+
3	методы анализа структуры и свойств супрамолекулярных систем		+	+	+	+
4	основные типы современных систем, используемых в биохимии			+		
5	основные области применения фотоактивных хромофорных систем				+	
6	основы супрамолекулярного катализа			+		
7	основные типы материалов на основе молекулярно-организованных систем	+	+	+	+	+
8	основные типы систем, используемых в органической фотонике и электронике				+	
9	другие области применения молекулярно-организованных систем					+
	Уметь:					
10	проводить анализ научно-технической литературы в области современных и перспективных видов молекулярно-организованных систем	+	+	+	+	+
11	формулировать требования к материалам и определять эффективные пути создания новых супрамолекулярных систем с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения	+	+	+	+	+
12	проводить экспериментальные исследования состава, структуры и свойств молекулярно-организованных систем	+	+	+	+	+
13	применять теоретические знания по современным и перспективным видам супрамолекулярным системам для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях	+	+	+	+	+

		Владеть:				
14	методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам материаловедения на основе молекулярно-организованных систем	+	+	+	+	+
15	методологическими подходами, особенностями синтеза и выявления взаимосвязей состава, структуры, свойств и технологии супрамолекулярных систем, обеспечивающими обоснованное принятие решений при разработке новых материалов для различных областей применения	+	+	+	+	
16	методами критического анализа и оценки современных научных достижений, разработки подходов к решению исследовательских и практических задач в области молекулярно-организованных систем	+	+	+	+	+
17	способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химии организованных систем с учетом правил соблюдения авторских прав	+	+	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
18	ПК-2 Способен осуществлять разработку и корректировку технологических процессов получения наноструктурированных материалов	ПК-2.1 Знает методы получения наноструктурированных материалов	+	+	+	+
19	ПК-3 Способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию,	ПК-3.1 Знает требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-	+	+	+	+

	исследованию и применению наносистем и наноматериалов	исследовательских работ по их разработке					
20		ПК-3.2 Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и разработок	+	+	+	+	+
21		ПК-3.3 Владеет навыками решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов	+	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки магистров по направлению 28.04.03 предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Супрамолекулярная химия» в объеме 17 часов (0,47 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Примерный перечень практических занятий

№	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Определение природы нековалентных связей в различных типах молекулярно-организованных систем	2
2		Подбор основных подходов к конструированию органических, металлоорганических и органо-биологических система	2
3	Раздел 2	Подбор методов синтеза макроциклических лигандов для катионов металла	2
4		Подбор методов синтеза лигандов для органических соединений	2
5	Раздел 3	Основы конструирования биомиметических аналогов ферментных систем	1
6	Раздел 4	Подбор компонент и условий получения проводящих супрамолекулярных систем	2
7		Подбор компонент и условий получения фотохромных супрамолекулярных систем	2
8	Раздел 5	Теоретическое обоснование структуры и свойств молекулярной машины или устройства с определенным набором функций	2
9		Определение состава, условий синтеза и физико-химических характеристик наноразмерных функциональных систем	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Супрамолекулярная химия» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 38 часов (1,06 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу лекционного курса;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- теоретическую разработку макета молекулярной машины с определенными функциями;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения,

предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Системы распознавания в аналитическом и биохимическом анализе.

Системы капсулирования и доставки лекарственных препаратов.

Системы информационных технологий.

Гибридные наноматериалы.

Супрамолекулярные фотонные устройства.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 5 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов (по 12 баллов за каждую работу).

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Краткая история супрамолекулярной химии.
2. Природа нековалентных взаимодействий.
3. Физико-химические методы исследования супрамолекулярных систем.

Вопрос 1.2.

1. Молекулярное распознавание. Комплементарность.
2. Геометрическое, природное, энергетическое соответствие. Типы рецепторов.
3. Самосборка и самоорганизация органических молекул, координационных соединений, органо-биологических ансамблей.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Краун-эфиры, криптанды, поданды. Особенности комплексообразования, селективность комплексообразования, константы устойчивости, энергия образования комплексов.
2. Катенаны, ротаксаны, Синтез, свойства.
3. Порфирины. Физико-химические характеристики порфирина.. Методы синтеза и модификации порфирина. Комплексы металлопорфиринов с молекулами пиридина, азагетероциклов, алифатических аминов. Применение порфиринов и фталоцианинов в медицине.

Вопрос 2.2.

1. Каликсарены. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов и аммония, органическими молекулами.
2. Циклодекстрины. Строение и номенклатура. Химическая модификация..
3. Кукурбитурилы. Комплексообразование с неорганическими, органическими молекулами и биомолекулами

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 3 вопроса, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Супрамолекулярные систем для моделирования биологических процессов.
2. Комплексоны на амины, карбоновые кислоты, аминокислоты. Процессы переноса и создание ионофоров.
3. Комплексообразование органических молекул с ДНК, деградация ДНК под действием органических молекул.

Вопрос 3.2.

1. Транспорт аминов и аминокислот через мембраны.
2. Супрамолекулярный катализ. Моделирование биологических реакций. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот.
3. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. Супрамолекулярные металлокатализаторы

Раздел 4. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 4 балла. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 2 балла за вопрос.

Вопрос 4.1.

1. Супрамолекулярные фотохромные системы.. Спиропираны в качестве искусственных биологических рецепторов. Спиропираны в составе белков. Спиропираны в составе полимеров.
2. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. ...

Вопрос 4.2.

1. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства.
2. Фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. Механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона

Раздел 5. Примеры вопросов к контрольной работе № 4. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

Вопрос 5.1.

1. Молекулярные машины. Принципы конструирования. Виды энергии, используемые при движении машин. Практическое применение молекулярных машин.
2. Супрамолекулярные материалы (полимеры, жидкие кристаллы, кристаллические материалы).

Вопрос 5.2.

1. Супрамолекулярная нанохимия, наноматериалы. Получение гибридных материалов. Эффект nanoорганизации на проявляемые характеристики.
2. Практические технологии с использованием наносистем.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Итоговый контроль проводится в форме зачета с оценкой. Билет для проведения зачета содержит 3 вопроса, максимальная оценка 1 вопрос – 10 баллов, за 2 вопрос – 15 баллов, за 3 вопрос – 15 баллов, максимальная общая оценка – 40 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок текущего контроля и ответа на зачете.

Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

8.2.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)

Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

1. Понятие "супрамолекулярной химии".
2. Объясните термин супрамолекулярный ансамбль.
3. За счет каких взаимодействий образуются супрамолекулярные частицы?

4. Какие названия носят составные части супрамолекулярных ассоциатов?
5. Что такое топичность рецептора?
6. Дайте определение понятию "хозяин", предложенному Д.Крамом.
7. Чем определяется селективность и эффективность связывания субстрата рецептором?
8. Дайте определение понятиям аллостерия, кооперативность и саморепликация.
9. Поясните принцип "ключ - замок".
10. Чем молекулярное распознавание отличается от простого связывания?
11. Чем определяется выбор субстрата при молекулярном распознавании?
20. В чем заключается принцип двойной комплементарности?
21. Соблюдение каких условий необходимо для распознавания рецептором субстрата?
22. Что включает в себя понятие "молекулярной информации"?
23. Что представляют собой молекулярные рецепторы?
24. В чем заключается дизайн молекулярных рецепторов?
25. Что такое эндорецептор?
26. Что означает понятие "конформационная жесткость рецептора"?
27. В чем отличие конформационно жестких рецепторов от конформационно гибких?
28. В чем заключается дизайн рецепторов макрополициклического типа?
29. В чем заключается принцип предорганизации?
30. Что такое макроциклический и криптантный эффекты?
31. Чем отличается монотопный рецептор от политопного?
32. Для распознавания каких субстратов применяют краун-эфиры?
33. От чего зависят селективность комплексообразования и устойчивость комплексов, образуемых краун-эфирами?
34. Какие краун-эфиры называют лариатными?
35. Как называются комплексы криптандов?
36. В чем заключается криптантный эффект?
37. От чего зависит селективность связывания катионов металлов криптандами?
38. В каких случаях наблюдается платообразная селективность связывания катионов металлов краун-эфирами?
39. Какие макроциклы подходят для связывания переходных металлов?
40. Перечислите основные следствия образования комплексов рецепторов с катионами металлов.
41. Перечислите рецепторы с тетраэдрической полостью. Приведите примеры связываемых ионов.
42. В чем заключается эффект "положительной кооперативности"?
43. Приведите примеры рецепторов, связывающих первичные аммонийные катионы. За счет каких взаимодействий осуществляется связывание?
44. Что такое кавитанд?
45. За счет каких взаимодействий происходит связывание и распознавание незаряженных молекул?
46. На какие группы подразделяются нейтральные субстраты?
47. Какие рецепторы связывают тиомочевину?
48. За счет каких взаимодействий рецепторы связывают нейтральные субстраты, содержащие C-H связи?
49. За счет каких взаимодействий рецепторы связывают нейтральные субстраты, содержащие N-H, O-H или D-H группы (где D - атом, донор НЭП)?
50. Какими отличительными особенностями обладают анионные субстраты по сравнению с соответствующими катионными субстратами?
51. Какую форму могут иметь анионные субстраты?
52. За счет каких взаимодействий происходит связывание анионных субстратов?
64. Наличие каких групп в рецепторе необходимо для связывания анионов?
65. Какие соединения применяются для связывания анионных субстратов?

66. Какими факторами определяется стабильность комплексов и селективность связывания анионных субстратов?
67. Чем определяется стабильность и селективность образования комплексов?
68. Каликсарены. Одностадийный и многостадийный синтезы каликсаренов. Комплексообразование с катионами металлов и аммония, органическими молекулами.
69. Циклодекстрины. Строение и номенклатура. Химическая модификация. Комплексообразование с неорганическими, органическими молекулами и биомолекулами.
70. Кукурбитурилы. Строение и номенклатура. Химическая модификация. Комплексообразование с неорганическими, органическими молекулами и биомолекулами.
71. Супрамолекулярные систем для моделирования биологических процессов.
72. Комплексоны на амины, карбоновые кислоты, аминокислоты. Процессы переноса и создание ионофоров. Транспорт аминов и аминокислот через мембраны.
73. Комплексообразование органических молекул с ДНК, дегградация ДНК под действием органических молекул. Интеркаляция, залегание в бороздку ДНК.
74. Супрамолекулярный катализ. Гидролиз амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот.
75. Циклические углеводородные системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. Супрамолекулярные металлокатализаторы
77. Супрамолекулярные фотохромные системы. Использование изомеризации, электроциклических фотохимических реакций для создания фотоуправляемых супрамолекулярных систем.
78. Spiropiranes в качестве искусственных биологических рецепторов. Spiropiranes в составе белков. Spiropiranes в составе полимеров.
79. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных системах. Супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства.
80. Супрамолекулярная нанохимия, наноматериалы. Получение гибридных материалов. Эффект наноорганизации на проявляемые характеристики. Практические технологии с использованием наносистем.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для итогового контроля (зачет с оценкой)

Зачет с оценкой по дисциплине «Супрамолекулярная химия» включает контрольные вопросы по всем разделам учебной программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы *зачета с оценкой* оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 10 баллов, второй вопрос – 15 баллов, третий вопрос – 15 баллов.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» Руководитель магистерской программы _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра наноматериалов и нанотехнологии
	28.04.03 «Наноматериалы» Магистерская программа – «Химическая технология наноматериалов»
	Супрамолекулярная химия
Билет № __	
1. Перечислите отличия молекулярной и супрамолекулярной химии.	
2. Spiropyrans as artificial biological receptors. Spiropyrans in the composition of proteins. Spiropyrans in the composition of polymers.	
3. Catenanes, rotaxanes, Synthesis, properties.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Лен, Ж. -М. Супрамолекулярная химия - масштабы и перспективы [Текст]. Молекулы - супермолекулы - молекулярные устройства : нобелевская лекция (химия за рубежом). Редакционные приложения / Ж. -М. Лен. - М. : Знание, 1989. - 47 с. : ил. - (Новое в жизни, науке, технике. Химия ; №2). - ISBN 5-07-000465-4
2. Лен, Ж. -М. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы [Текст] : пер. с англ. / Ж. -М. Лен. - Новосибирск : Наука, 1998. - 333 с. : ил. - Библиогр.: с. 240-289. - ISBN 5-02-031603-2. - ISBN 3-527-39311-6. - ISBN 5-527-29312-4

Б. Дополнительная литература

1. Койфман О. И., Мамардашвили Н. Ж., Антипин И. С. Синтетические рецепторы на основе порфиринов и их конъюгатов с каликс[4]аренами, Москва, «Наука», 2006, 248 стр.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Журнал «Journal Inclusion Phenomenon and Macrocyclic Chemistry» ISSN 1388- - 3127
2. Журнал «Макрогетероциклы» ISSN 1998-9539
3. Журнал «Dyes and Pigments» ISSN 0143-7208

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.reaxys.com>
- <http://lib.muctr.ru>
- <http://diss.rsl.ru>
- <http://www2.viniti.ru/>
- <http://elibrary.ru>
- <http://www.rsc.org>
- <http://www.informaworld.com>
- <http://link.springer.com>

- <http://www.scopus.com>
- <http://www.science.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 17, (общее число слайдов – 1100);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Супрамолекулярная химия*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Компьютерные презентации к лекционному курсу; наглядно-дидактический материал по молекулярно-организованным структурам и композиционным материалам;

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине «Супрамолекулярная химия»; методические рекомендации к практическим занятиям.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJ IDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 Введение. Основные понятия.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятия супрамолекулярной химии; - природу нековалентных взаимодействий; - типы рецепторов; - самосборку и самоорганизацию органических молекул, координационных соединений, органо-биологических систем. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать принципы молекулярного распознавания, геометрического, природного, энергетического соответствия; - использовать основы самосборку в присутствии ионов металлов, за счет водородных связей, самосборку упорядоченных фаз и кристаллических структур, направляемую образованием водородных связей. <p>Владет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками подбора физико-химических методов исследования супра-молекулярных систем; 	<p>Оценка за контрольную работу №1</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>
Раздел 2. Основные типы лигандов и субстратов	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза, структуру и комплексообразования краун-эфиров, подантов и криптантов; 	Оценка за контрольную работу №2

	<ul style="list-style-type: none"> - методы получения, структуру и физико-химические свойства катенанов и ротаксанов; - методы получения, структуру и характеристики порфиринов и их металлокомплексов; методы выделения из крахмала, структурные особенности и принципы комплексообразования каликсаренов; - методы выделения из крахмала, структурные особенности и принципы комплексообразования циклодекстринов; - методы получения, структурные особенности и принципы комплексообразования кукурбитурила. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подбирать подходящие макроциклические лиганды для катионов щелочных, щелочно-земельных и тяжелых металлов; - предложить лиганды для органических нейтральных молекул; - предложить методы получения порфиринов с заданными свойствами; - предложить методы синтеза каликсаренов с заданными свойствами; - подобрать структуру кукурбитурила, обладающего необходимым набором характеристик; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами построения лиганда для различных видов субстратов (катионы металла, органические и биоорганические молекулы). 	Оценка на зачете с оценкой
<p>Раздел 3. Биомиметические системы.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - супрамолекулярные системы, моделирующие биологические процессы; - комплексоны на амины, карбоновые кислоты, аминокислоты; - комплексообразование органических молекул с ДНК; - процессы переноса и создание ионофоров; - супрамолекулярный катализ; - супрамолекулярные 	<p>Оценка за контрольную работу №3</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>

	<p>металлокатализаторы.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подобрать компоненты и условия для транспорт аминов и аминокислот через мембраны; - моделировать каталитические процессы гидролиза амидов, сложных эфиров, эфиров фосфорных кислот; - предложить системы, моделирующие протеазы, дегидрогеназы. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о биомиметических системах различной функциональности. 	
<p>Раздел 4. Супрамолекулярная фотоника.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - супрамолекулярные фотохромные системы; - фотоциклоприсоединение в супрамолекулярных системах, - фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных супрамолекулярных системах; - супрамолекулярная электрохимия и супрамолекулярные электронные устройства; - фотоиндуцированный перенос энергии в организованных системах. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы использования спиропиранов в качестве искусственных биологических рецепторов; - принципы использования спиропиранов в составе белков; - принципы использования спиропиранов в составе полимеров; - определять механизмы переноса энергии, доноры, акцепторы энергии фотона. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами исследования и регистрации процессов переноса энергии; - методами построения электро-переключающих устройств. 	<p>Оценка за контрольную работу №4</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>

<p>Раздел 5. Супрамолекулярная нанохимия</p>	<p>Знает: . принципы конструирования молекулярных машин; - виды энергии, используемые при движении машин; - практическое применение молекулярных машин; - законы супрамолекулярной нанохимии; - эффект наноорганизации на проявляемые характеристики. Умеет: - применять знания при разработке конструкций молекулярной машины; - применять знания по анализу полимеров, жидких кристаллов, кристаллических материалов. Владеет: - методами получения гибридных наноматериалов.</p>	<p>Оценка за контрольную работу №5</p> <p>Оценка на зачете с оценкой</p>
---	---	--

13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
«Супрамолекулярная химия»
основной образовательной программы
28.04.03 «Нanomатериалы»**

код и наименование направления подготовки (специальности)

«Химическая технология наноматериалов»

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.