



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

Красицкая С.Г.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента химии и материалов

Капустина А.А.
(И.О. Фамилия)

«13» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Супрамолекулярная химия
Направление подготовки 04.04.01 «Химия»
Фундаментальная химия (совместно с ИХ ДВО РАН и ТИБОХ ДВО РАН)
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.04.01 «Химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 13 июля 2017 г. № 655.

Директор Департамента химии и материалов Капустина А.А.

Составители: докт. хим. наук, профессор Акимова Т.И.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента химии и материалов и утверждена на заседании Департамента химии и материалов, протокол от «13» февраля 2023 г. № 07.

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента химии и материалов и утверждена на заседании Департамента химии и материалов, протокол от «_»_____20__г. №

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента химии и материалов и утверждена на заседании Департамента химии и материалов, протокол от «_»_____20__г. №

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента химии и материалов и утверждена на заседании Департамента химии и материалов, протокол от «_»_20__г. №

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента химии и материалов и утверждена на заседании Департамента химии и материалов, протокол от «_»_____20__г. №

Аннотация дисциплины

Супрамолекулярная химия

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы /108 академических часов. Является дисциплиной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, изучается на 2 курсе и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов, практических занятий – 34 часа, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – 56 часов (в том числе на экзамен 36 часов).

Язык реализации: *русский*

Цель:

Приобретение знаний в области новой бурно развивающейся науки «за пределами молекул» - Супрамолекулярной химии. Познакомить с новыми типами соединений, способными за счет невалентных взаимодействий образовывать системы, выступающие в роли супрамолекулярных устройств и молекулярных машин, а также позволяющие имитировать механические и биологические процессы.

Задачи:

1. Формирование и закрепление компетенций о закономерностях развития химической науки и понимание объективной необходимости возникновения новых направлений в ней.
2. Формирование и закрепление компетенций о получении и свойствах новых типов соединений, способных за счет невалентных взаимодействий образовывать прочные комплексы с катионами, анионами, нейтральными молекулами.
3. Формирование и закрепление компетенций о супрамолекулярных комплексах, способных выступать в роли супрамолекулярных устройств и молекулярных машин, а также об искусственных системах, получаемых путем самосборки, позволяющих имитировать механические и биологические процессы.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;
- способность анализировать, обобщать и использовать достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в профессиональной деятельности;
- владение базовыми навыками использования современных методов исследования и анализа веществ и материалов, а также изделий из них;
- способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий.

Указанные компетенции получены в результате изучения дисциплин: «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Биоорганическая химия», «Синтез органических соединений», «Стереохимия»

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения результаты обучения по дисциплине

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК -1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	Знает общую методологию составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий
			Умеет профессионально грамотно и четко составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий при получении и исследовании супрамолекулярных соединений
		ПК -1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной	Знает как выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

		задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<p>Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>Владеет навыками выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>
--	--	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Супрамолекулярная химия» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекции визуализации, проблемные лекции, лекции-беседы.

I. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: приобретение знаний в области новой бурно развивающейся науки «за пределами молекул» - Супрамолекулярной химии. Познакомить с новыми типами соединений, способными за счет невалентных взаимодействий образовывать системы, выступающие в роли супрамолекулярных устройств и молекулярных машин, а также позволяющие имитировать механические и биологические процессы.

Задачи:

4. Формирование и закрепление компетенций о закономерностях развития химической науки и понимание объективной необходимости возникновения новых направлений в ней.
5. Формирование и закрепление компетенций о получении и свойствах новых типов соединений, способных за счет невалентных взаимодействий образовывать прочные комплексы с катионами, анионами, нейтральными молекулами.
6. Формирование и закрепление компетенций о супрамолекулярных комплексах, способных выступать в роли супрамолекулярных устройств и молекулярных машин, а также об искусственных системах, получаемых

путем самосборки, позволяющих имитировать механические и биологические процессы.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;
- способность анализировать, обобщать и использовать достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в профессиональной деятельности;
- владение базовыми навыками использования современных методов исследования и анализа веществ и материалов, а также изделий из них;
- способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий.

Указанные компетенции получены в результате изучения дисциплин: «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Биоорганическая химия», «Синтез органических соединений», «Сtereoхимия»

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения результаты обучения по дисциплине

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК -1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	Знает общую методологию составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий
			Умеет профессионально грамотно и четко составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий при получении и исследовании супрамолекулярных соединений
		ПК -1.2 Выбирает	Владеет навыками общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий при изучении супрамолекулярных соединений
			Знает как выбирать экспериментальные и расчетно-

		экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
			Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
			Владеет навыками выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Контроль
1	Раздел 1. Предмет супрамолекулярной химии. Рецепторы, связывающие катионы	3	6		14		7	Экзамен	
2...	Раздел 2. Рецепторы, связывающие анионы. Связывание нейтральных молекул. Фуллерены. Дендримеры	3	6		12		7		
3	Раздел 3. Темплаты и самосборка. Молекулярные устройства и машины	3	6		8		6		
Итого:			18		34		20	36	экзамен

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Предмет супрамолекулярной химии. Рецепторы, связывающие катионы (6 ч).

Тема 1. Основные понятия в супрамолекулярной химии, связь с классической химией (1 ч). Предмет супрамолекулярной химии. Основные понятия в супрамолекулярной химии. Схема перехода от молекулярной к супрамолекулярной химии. Комплементарность и предорганизация. Классификация супрамолекулярных систем хозяин-гость. Природа супрамолекулярных взаимодействий.

Тема 2. Рецепторы, связывающие катионы (2 часа).

Краун-эфир. Особенности синтеза: темплатный синтез, темплатирующие катионы; метод высокого разбавления. Свойства. Растворимость в полярных и неполярных растворителях. Использование в межфазном катализе. Эффект «обнаженного» иона. S, N- Гетерокраун-эфир, методы синтеза. Поданды, криптанды, сферанды: методы синтеза, сравнительная способность к комплексообразованию. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение, размер цикла, заряд иона, полярность среды. Термодинамический эффект.

Тема 3. Виды молекулярного распознавания (2 часа): сферическое, тетраэдрическое, линейное, центральное, латеральное, хиральное. Тетраэдрический рецептор - «Футбольный мяч», связывание катиона (NH_4^+), аниона (Cl^-), нейтральной молекулы (H_2O).

Тема 4. Алкалиды и электриды. Каликсарены. Резорцинорены (1 часа). Получение, строение, свойства алкалидов и электридов, сверхпроводимость. Каликсарены: получение, номенклатура, конформации. Особенности связывания катионов. Молекулы «шприцы». Туннельный эффект. Селективность к катиону цезия. Комплексы каликсаренов с нейтральными молекулами. Резорцинорены, получение, конформации, сродство к катионам и нейтральным молекулам. Сидерофоры, природные и синтетические. Константы связывания Fe^{3+} .

Раздел 2. Рецепторы, связывающие анионы. Связывание нейтральных молекул. Фуллерены. Дендримеры (6 ч)

Тема 1. Рецепторы, связывающие анионы (2 часа).

Особенности связывания анионов. Влияние размера аниона, плотности заряда, комплементарности, величины заряда рецептора и субстрата на прочность комплекса. Рецепторы, связывающие анионы: катапинанды, азакоранды, криптанды, гибридные каликсарены. Селективность связывания. Циклофаны, кобальт- и ртутьсодержащие металлоорганические рецепторы. Нейтральные рецепторы. Цвиттер-ионы. «Гидридная губка». Антикраны.

Тема 2. Связывание нейтральных молекул. Клатранды и кавитанды (2 часа). Гидрат метана, распространение, устойчивость. Строение, молекулярная структура, тип связей. Проблемы, связанные с запасами и использованием гидрата метана. Цеолиты, строение, свойства: ионообменные, молекулярно-ситовой эффект, адсорбционные. Использование в качестве катализаторов в нефтехимии. Клатраты мочевины и тиомочевины. Использование в качестве селективных реагентов при депарафинизации нефтяных фракций.

Кавитанды. Молекулы с внутренней кривизной. Циклодекстрины: получение, свойства. Причины широкого использования. Молекулярные щели и молекулярные пинцеты, связывание биологически значимых молекул. Каликсарены, резорцинарены и трициклотривератрилены (CTV) в качестве рецепторов. Циклофаны, номенклатура. Криптофаны - молекулы-клетки, синтез на основе каликсаренов, резорцинаренов, CTV. Карцеранды и полукарцеранды. Карцерия - новый вид ориентационной изомерии. Использование карцерандов и полукарцерандов в качестве реакторов для получения неустойчивых молекул - циклобутадиена, бензина.

Тема 3. Супрамолекулярная химия фуллеренов. Дендримеры (2 часа). Открытие фуллеренов – одно из значительных открытий в химии XX века. Фуллерены - новый аллотропный вид углерода. Способы получения. Выделение и очистка. Свойства. Комплексы фуллеренов с металлами - эндоэдральные и экзоэдральные. Фуллерены в качестве рецепторов. Фуллерены в качестве субстратов. Гетерофуллерены (легированные фуллерены).

Дендримеры и их типы. Стратегии синтеза дендримеров. Дивергентный способ «от центра к периферии». Пример синтеза дендримеров на основе этилендиамина и акрилонитрила. Конвергентный способ синтеза дендримеров - «от периферии к центру». Физические свойства дендримеров. Влияние природы функциональных групп на поверхности дендримера на его свойства. Практическое использование дендримеров (химиотерапия рака и других заболеваний).

Раздел 3. Темплаты и самосборка. Молекулярные устройства и машины (4 часа).

Тема 1. Катенаны и ротаксаны. Супрамолекулярная фотохимия. Молекулярные устройства. (2 ч)

Статистический подход к синтезу катенанов и ротаксанов. Псевдоротаксаны. Ротаксаны. Схема синтеза. Принцип вспомогательной связи в синтезе катенанов (темплатный стерический барьер, координация с катионом металла). Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов.

Молекулярная и супрамолекулярная самосборка. Самоорганизация. Металлические ансамбли.

Основы фотохимии. Фото- и электрохимические устройства на основе бипиридила. Устройства для преобразования света. Фотохимические сенсоры. Фотохимические супрамолекулярные устройства с направленным переносом электрона и энергии. Сопряжённые процессы переноса энергии и электрона.

Тема 2. Молекулярные машины (2 часа).

Концепция устройства молекулярных машин. Схема работы молекулярных машин. Пример молекулярной «шестерёнки». «Молекулярные мускулы». Пример машины, работающей при протекании окислительно-восстановительного процесса. Машина, работа которой основана на протекании фотореакции *транс-цис*-изомеризации.

Нанодвигатель. Структуры молекулярных машин на основе производных триптицена и фуллерена. Молекулярная машина с мотором.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие № 1. Основные понятия в супрамолекулярной химии (3 часа).

1. Предмет супрамолекулярной химии. Развитие представлений. Связь классической химии валентных связей с супрахимией – химией межмолекулярных связей, изучающей ассоциацию двух и более химических частиц. Понятия и язык супрамолекулярной химии: рецептор (хозяин) и субстрат (гость). Схема Ж-М. Лена перехода от молекулярной к супрамолекулярной химии.

2. Принципы образования супермолекулы. Комплементарность. Предорганизация. Термины, описывающие взаимоотношения между хозяином и гостем: капсула, гнездо, насест, поверхностные взаимодействия, сэндвич, укутывание гостя хозяином. Термодинамические эффекты. Классификация супрамолекулярных соединений хозяин-гость: кавитанды и клатранды.

3. Природа супрамолекулярных взаимодействий: водородная связь, электростатические взаимодействия, гидрофобные силы, структуры «без связи».

Практическое занятие № 2. Рецепторы, связывающие катионы (3 часа).

1. Способы синтеза рецепторов, связывающих катионы. Краун-эфир. Синтез первого краун-эфира Педерсоном. Способы получения краун-эфиров

взаимодействием дигалогенидалканов с диолами. Особенности синтеза: темплатный синтез, темплатирующие катионы; метод высокого разбавления. S, N- Гетерокраун-эфиры, методы синтеза, торанды.

2. Поданды, дариат-эфиры, криптанدى, сферанды: методы синтеза, сравнительная способность к комплексообразованию. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение, размер цикла, заряд иона, полярность среды. Термодинамический эффект.

3. Номенклатура рецепторов, тривиальная и ИЮПАК.

Практическое занятие № 3. Свойства рецепторов, связывающих катионы (4 часа).

1. Свойства краун-эфиров. Растворимость в полярных и неполярных растворителях. Использование в межфазном катализе: реакция водных растворов солей калия с бензилхлоридом в ацетонитриле. Эффект «обнаженного» иона: окисление органических субстратов действием KMnO_4 .

2. Селективность катионного комплексообразования. Термодинамические эффекты. Величины типичных констант связывания. Факторы, влияющие на комплексообразование (соответствие между размерами катиона и полостью хозяина, число донорных атомов, заряд катиона и др.) на примере краун-, гетерокраун-эфиров, подандов, лариат-эфиров, криптандов, сферандов. Плато селективности.

Практическое занятие № 4. Виды молекулярного распознавания (4 часа).

1. Виды молекулярного распознавания. Сферическое распознавание.

Селективность образования комплексов с органическими катионами. Распознавание ионов аммония и родственных соединений лариат-эфирами, корандами.

2. Связывание катионов аммония трехмерными хозяевами. Тетраэдрическое распознавание. Тетраэдрический рецептор - «Футбольный мяч», связывание катиона (NH_4^+), аниона (Cl^-), нейтральной молекулы (H_2O).

3. Дитопные рецепторы- рецепторы, обладающие двумя центрами связывания гостей. Линейное распознавание. Дифильные рецепторы, совмещающие две или более функции распознавания гостя. Пример комплексообразования.

4. Хиральное распознавание, разделение рацематов.

Практическое занятие № 5. Рецепторы, связывающие катионы. Алкалиды и электриды. Каликсарены. Резорцинорены (4 часа).

1. Получение, строение, свойства алкалидов и электридов, сверхпроводимость. Номенклатура.

2. Каликсарены: получение, номенклатура, конформации. Способность к жесткому и мягкому связыванию. Особенности связывания катионов. Туннельный эффект. Селективность к катиону цезия. Катионный обмен в бис(каликсарен)краунах. «Перекачка» катиона металла «молекулярным шприцем». Молекулы «шприцы». От каликсаренов к молекулам-клеткам.

3. Комплексы каликсаренов с нейтральными молекулами.

4. Резорцинарены, получение, конформации, сравнение с каликсаренами. Сродство к катионам и нейтральным молекулам. Сидерофоры, природные и синтетические. Константы связывания Fe^{+3} .

Практическое занятие № 6. Рецепторы, связывающие анионы.

(4 часа).

1. Особенности связывания анионов. Влияние размера аниона, плотности заряда, комплементарности, величины заряда рецептора и субстрата на прочность комплекса. Рецепторы, связывающие анионы.

2. Связывание анионов катапинандами. Тетраэдрический рецептор – «Футбольный мяч», связывание галогениданионов. Криптандалы, селективность связывания анионов.

3. Азакоранды, гибридные каликсарены.. Циклофаны, кобальт- и ртутьсодержащие металлорганические рецепторы.

4. Нейтральные рецепторы. «Гидридная губка». Антикраны.

Практическое занятие № 7. Связывание нейтральных молекул (4 часа).

1. Клатраты. Гидрат метана, распространение, устойчивость, эффект самоконсервации. Строение, молекулярная структура. Проблемы, связанные с запасами и использованием гидрата метана.

2. Цеолиты. Строение: содалитовые ячейки, элементарные ячейки цеолита. Синтез цеолитов. Свойства: ионообменные, молекулярноситовой эффект, адсорбционные. Использование в качестве катализаторов в нефтехимии.

3. Клатраты мочевины и тиомочевины. Строение. Использование в качестве селективных реагентов при депарафинизации нефтяных фракций.

4. Циклодекстрины: получение, свойства. Структура и константы комплексообразования с производными нитрофенола. Причины широкого использования.

5. Связывание нейтральных молекул кавитандами. Молекулярные щели и молекулярные пинцеты, связывание биологически значимых молекул. Каликсарены, резорцинарены и трициклотривератрилены (CTV) в качестве рецепторов, связывающих нейтральные молекулы. Динамика обмена гостей в кавитатах.

6. Циклофаны, номенклатура. Криптофаны - молекулы-клетки, синтез на основе каликсаренов, резорцинаренов, СТV. Карцеранды и полукарцеранды. Сферическое заточение гостя. Карцерия - новый вид ориентационной изомерии. Использование карцерандов и полукарцерандов в качестве реакторов для получения нестабильных молекул - циклобутадиена, бензина.

Практическое занятие № 8. Супрамолекулярная химия фуллеренов. Дендримеры (4 часа).

1. Открытие фуллеренов – одно из значительных открытий в химии XX века. Фуллерены - новый аллотропный вид углерода. Способы получения. Выделение и очистка. Строение. Физические свойства. Химические реакции фуллеренов как электронодефицитных полиолефинов.

Взаимодействие фуллеренов с металлами. Эндоэдральные фуллерены, получение, строение, свойства. Экзоэдральные фуллерены, строение, свойства. Фуллерены как хозяева. Фуллерены как гости.

2. Дендримеры. Стратегии синтеза дендримеров. Дивергентный способ - «от центра к периферии». Пример синтеза дендримеров на основе этилендиамина и акрилонитрила. Конвергентный способ синтеза дендримеров - «от периферии к центру». Физические свойства дендримеров.

3. Влияние природы функциональных групп на поверхности дендримера на его свойства. Практическое использование дендримеров (химиотерапия рака и других заболеваний; создание металлокомплексных катализаторов нового типа).

Практическое занятие № 9. Катенаны и ротаксаны. Темплаты и самосборка. Молекулярные устройства и молекулярные машины (4 часа).

1. Статистический подход к синтезу катенанов и ротаксанов. Псевдоротаксаны. Ротаксаны. Схема синтеза. Катенаны, формируемые с помощью π - π -стэкинговых взаимодействий. Принцип вспомогательной связи в синтезе катенанов (темплатный стерический барьер, координация с катионом металла).

2. Молекулярная и супрамолекулярная самосборка. Самоорганизация. Терминология. Металлические ансамбли. Гигантские самособирающиеся капсулы

3. Концепция устройства молекулярных машин. Схема работы молекулярного устройства и молекулярной машины. Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов. Пример молекулярного «челнока», «шестерёнки». Машины, работа которых активируется светом и изменением кислотности среды. Пример работы молекулярной машины при изменении степени окисления металла. «Молекулярные мускулы».

4. Пример машины, работающей при протекании окислительно-восстановительного процесса. Машина, работа которой основана на протекании фотореакции *транс-цис*-изомеризации. Машины, работа которых активируется светом. Нанодвигатель. Структуры молекулярных машин на основе производных триптицена и фуллерена. Молекулярная машина с мотором.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	<p>Раздел I. Предмет супрамолекулярной химии. Рецепторы, связывающие катионы Тема 1. Основные понятия в супрамолекулярной химии, связь с классической химией. Тема 2. Рецепторы, связывающие катионы Тема 3. Виды молекулярного распознавания Тема 4. Алкалиды и электриды. Каликсарены. Резорцинорены</p>	<p>ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p> <p>ПК -1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p>	<p>Знает общую методологию составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий, основные законы философии, формы и методы научного познания</p>	<p>Проверка знаний на практических занятиях № 1-4 в процессе ус тного опро-са и участия в дискуссии (УО-4)</p> <p>Написание контрольной работы №1 (ПР-2) по материалу практических занятий № 1-4 (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p>	<p>Экзационные вопросы №№1 – 10</p>

			<p>Умеет профессионально грамотно и четко составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий при получении и исследовании супрамолекулярных соединений</p> <p>Владеет навыками общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий при изучении супрамолекулярных соединений</p> <p>•</p>		
<p>Раздел 2. Рецепторы, связывающие анионы. Связывание нейтральных молекул. Фуллерены. Дендримеры. Тема 1. Рецепторы, связывающие анионы. Тема 2. Связывание нейтральных молекул. Клатранды и</p>	<p>ПК -1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>Знает как выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>Проверка знаний на практических занятиях № 5-8 в процессе ус-тного опро-са и участия в дискуссии (УО-4)</p> <p>Написание контрольной работы № 2 (ПР-2) по материалу</p>	<p>Экзаменационные вопросы № 11 – 22</p>	

	<p>кавитанды Тема 3. Супрамолекулярная химия фуллеренов. Дендримеры.</p>		<p>Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p> <p>• Владеет навыками выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>практических занятий № 5-8 (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p>	
<p>Раздел 3. Темплаты и самосборка. Молекулярные устройства и машины. Тема 1. Катенаны и ротаксаны. Супрамолекулярная фотохимия. Молекулярные устройства. Тема 2.</p>	<p>ПК -1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>- Знает как выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся</p>	<p>Проверка знаний на практических занятиях № 8-9 в процессе ус- тного опро-са и участия в дискуссии (УО-4)</p> <p>Написание контрольной работы №3 (ПР-2) по</p>	<p>Экзаменационные вопросы № 23 – 32</p>	

Молекулярные машины.			материальных и временных ресурсов	материалу практических занятий № 8-9 (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).
			- Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	
			- Владеет навыками выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	

VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

- Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства

педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

- Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.
- Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.
- Формы самостоятельной работы студентов:
 - работа с основной и дополнительной литературой, интернет- ресурсами;
 - самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
 - подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
 - выполнение домашних контрольных работ;
 - выполнение тестовых заданий, решение задач;
 - подготовка к экзамену.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Стив, Дж. В. Супрамолекулярная химия: в 2-х кн. / Дж. В. Стив, Дж. Л. Этвуд. -М.: Академкнига, 2007.- Кн. 1-2 <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:266019&theme=FEFU>
2. Акимова, Т. И. Основы супрамолекулярной химии : учебное пособие. В двух частях. Часть 1 / Т.И. Акимова ; Владивосток :Дальневост. федерал. ун-т: 2021. – [147 с.].

<https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>.

3. Федорова, О. А. Супрамолекулярная химия // О. А. Федорова. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2010. – 204 с. www.twirpx.com/file/1320563

Дополнительная литература

1. Лен, Жан-Мари. Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы / Жан-Мари Лен. - Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. - 334 с.

2. Педерсен Ч. Открытие краун-эфиров: (Нобелевская лекция)// Новое в жизни, науке и технике. Сер. Химия. М.: Знание, 1989. № 1. С. 3-13.

3. Крам Д. Получение комплексов «гость-хозяин»: (Нобелевская лекция)// Там же. С. 13-28.

4. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия – масштабы и перспективы (Нобелевская лекция)// Там же. № 2. С. 3-36.

5. А.Ф. Пожарский. Супрамолекулярная химия. Ч. 1. Ч. 2 //Соровский образовательный журнал. 1997. № 9. С. 32-47.

6. Н.А. Ициксон, Ю.Ю. Моржерин, А.И. Матерн, О.Н. Чупахин. Рецепторы анионов // Успехи химии. 2008. Т.77. № 9. С.804-816.

7. Электрохимия органических соединений в начале XXI века. Под ред. В.П. Гультия В.П., А.Г. Кривенко, А.П. Томилова. - М.: Компания Спутник+, 2008. - 578 с. www.sputnikplus.mags.ru/vcd-453-1-6425/goodsinfo.html

8. Я.З. Волошин, А.С. Белов. Инкапсулирование органических и неорганических анионов: синтез макрополициклических лигандов и их анион-рецепторные свойства // Успехи химии. 2008. Т.77. № 2. С.161-176.

9. mars.arbicon.ru/index.php?mdl=content&id=48299

Интернет-ресурсы:

1. Супрамолекулярная химия: клатратные соединения // Соросовский образовательный журнал, 1998, №2, с. 79-88.

<http://window.edu.ru/resource/362/21362>

2. Пожарский А.Ф. Супрамолекулярная химия. Часть 2. Самоорганизующиеся молекулы // Соросовский образовательный журнал, 1997, №9, с. 40-47.

<http://window.edu.ru/resource/346/21346>

3. Мищенко С.В, Ткачев А.Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойство, применение: монография. - 2008. 170 с.

<http://window.edu.ru/library/pdf2txt/102/64102/34799/page17>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
<http://www.nelbook.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Платформа электронного обучения Blackboard ДВФУ.

https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=159675_1&course_id=4959_1

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины «Супрамолекулярная химия» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Супрамолекулярная химия» является экзамен.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в РПД.

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

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 560. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 9, каб. L 921. Аудитория для самостоятельной работы и выполнения лабораторных работ	Оборудование: Наглядные пособия: периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, муфельные печи, сушильные шкафы, рН-метры, нагревательные приборы, химическая посуда, реактивы. Дистиллятор.	Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

<p>Лаборатория молекулярного анализа L461-476 (лаборатория атомной спектроскопии и молекулярных методов анализа: сектор ИК, КР спектроскопии, УФ и ВИД спектроскопии, сектор термоанализа)</p>	<p>Шкаф вытяжной для мытья посуды, шкаф вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO Ш, шкаф вытяжной для мытья посуды, столешница - TRESPA, 2 чаши размером 430*380*285, шкаф вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO Ш, магнитная мешалка MR 30001 (Heidolph. Германия) с подогревом до 300 С, Мельница вертикальная планетарная TENCAN - 1шт. Бидистиллятор - 1 шт. Весы технические - 1шт., весы аналитические - 1 шт.</p> <p>хроматомасс-спектрометр GC/MSAgilent 6890/5975B –2 шт.;</p> <p>хроматомасс-спектрометр HPLCAgilent 1200 MS/TOF 6210 – 1 шт.;</p> <p>хроматомасс-спектрометр PLC/MSHP 1000 – 1 шт.;</p> <p>ICPE 9000 эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой – 1 шт.;</p> <p>водородный генератор Parker – 1 шт.</p>	<p>Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
--	---	--