

Приложение 3
Утверждено Приказом ФИЦ КазНЦ РАН
от 18.11.2024 № 09-АО

Разработано и рекомендовано к утверждению
Ученым советом ИОФХ им. А.Е. Арбузова -
обособленного структурного подразделения
ФИЦ КазНЦ РАН
«6» ноября 2024 г., протокол № 10

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Супрамолекулярная химия»

Составная часть
**ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -**
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре

Научные специальности
1.4.3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
1.4.4. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
2.6.6. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий.
6. Формы текущего контроля, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия – 27 часов, самостоятельная работа – 92 часа, зачет - 1 час, всего – 120 часов.

Форма проведения аудиторных занятий – лекции, семинары и консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины выпускник должен

Знать:

➤ современные теории молекулярного распознавания, супрамолекулярных ансамблей, сенсоров и переключателей.

Владеть:

➤ глубокими, специализированными знаниями, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез инновационных идей.

Уметь:

➤ критически анализировать научную литературу с целью самостоятельного выбора направления исследования, самостоятельно составлять план исследования; участвовать в научных дискуссиях.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Супрамолекулярная химия» является элективной и/или факультативной дисциплиной и включена в Блок «Образовательная компонента» основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научным специальностям 1.4.3. Органическая химия, 1.4.4. Физическая химия, 2.6.6.

Нанотехнологии и наноматериалы. Обучение планируется на втором и/или третьем курсе.

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов «Органическая химия», «Физическая химия» в рамках магистерской программы образования или специалитета.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основу дисциплины составляют изучение принципов супрамолекулярной химии, в т.ч. невалентных взаимодействий, процессов переноса, молекулярных и супрамолекулярных устройств. **Цели и задачи освоения дисциплины** – 1) формирование представлений об основных принципах супрамолекулярной химии; 2) подготовка аспирантов, обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научным специальностям 1.4.3. Органическая химия, 1.4.4. Физическая химия, 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы, к сдаче кандидатского экзамена по специальным дисциплинам «Органическая химия», «Физическая химия», «Нанотехнологии и наноматериалы», соответственно.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Аудиторные занятия	Самост. работа	Всего часов
1.	От молекулярной к супрамолекулярной химии. Понятия и язык супрамолекулярной химии: что такое супрамолекулярная химия, химия «хозяин - гость», развитие представлений. Классификация супрамолекулярных соединений «хозяин - гость». Рецепторы, координация и аналогия «замок-ключ». Хелатный и макроциклический эффекты. Предорганизация и комплементарность. Термодинамическая и кинетическая селективность. Невалентные взаимодействия. Природа супрамолекулярных взаимодействий: ион-ионные, ион-дипольные, диполь-дипольные, водородная связь, катион – пи- взаимодействия, пи-пи Стэкинг-взаимодействия; силы Ван-дер-Ваальса, плотная упаковка в твердом состоянии, гидрофобные эффекты водных растворах. Супрамолекулярное конструирование хозяина. Молекулярное распознавание, комплементарность. Молекулярные рецепторы	5	14	19

	- принципы дизайна. Связывание и распознавание нейтральных молекул. Координационная химия анионов и распознавание анионных субстратов. Координационная химия ионов металлов и их распознавание.			
2.	Процессы переноса и создание носителей Транспорт при посредничестве носителей. Перенос катионов. Носители катионов. Перенос анионов. Носители анионов. Сопряженные процессы переноса. Электрон-сопряженный перенос в окислительно-восстановительном градиенте. Протон-сопряженный перенос в рН-градиенте. Фотосопряженные процессы переноса. Перенос через трансмембранные каналы. Связывание нейтральных молекул.	3	22	25
3.	Молекулярные и супрамолекулярные устройства Молекулярное распознавание, информация, сигналы. Супрамолекулярная фотохимия. Молекулярные и супрамолекулярные фотонные устройства. Преобразование света и устройства передачи энергии. Фоточувствительные молекулярные рецепторы. Фотоиндуцированный перенос электрона в фотоактивных устройствах. Фотоиндуцированные реакции в супрамолекулярных ансамблях. Нелинейные оптические свойства супрамолекулярных ансамблей. Молекулярные и супрамолекулярные электронные устройства. Супрамолекулярная электрохимия. Электропроводящие устройства. Молекулярные провода. Поляризованные молекулярные провода. Выпрямительные устройства. Модифицированные и переключаемые молекулярные провода. Молекулярные магнитные устройства. Молекулярные и супрамолекулярные ионные устройства. Ионно-чувствительные монослои. Молекулярная протоника. Ионные и молекулярные сенсоры. Переключающие устройства. Сигналы и информация. Фотопереключающие устройства. Электропереключающие устройства. Включение ионных и молекулярных процессов. Процессы механического включения/выключения.	7	18	25

4.	Самопроцессы запрограммированные супрамолекулярные наноразмерные системы Самосборка. Молекулярная сборка “снизу вверх”. Самоорганизация. Запрограммированные, интеллектуальные супрамолекулярные наноразмерные системы. Самосборка неорганических структур. Многокомпонентная самосборка. Супрамолекулярная самосборка с использованием координации ионов металлов. Самосборка органических супрамолекулярных структур. Самосборка за счет водородных связей. Сборка организованных фаз, направляемая молекулярным распознаванием. Супрамолекулярные материалы. Нанохимия.	-			
			7	18	25
5.	Инженерия кристаллов. Биомиметика Инженерия кристаллов. Общие вопросы: межмолекулярные взаимодействия, особая роль водородных связей, рост кристаллов, разрушение кристаллов, стратегии дизайна при инженерии кристаллов. Координационные полимеры. <i>Биомиметика.</i> Биомиметические (биоподражательные) структуры. Супрамолекулярная биохимия. Характеристика биологических моделей. Аналоги гема: модели связывания и транспорта кислорода. Модели цитохрома P-450.				
			5	20	25
	Зачет		1	-	1
ИТОГО			27	92	120

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

6.1. Итоговый контроль: формой итогового контроля по дисциплине является Зачет.

Зачет включает обсуждение на основе презентации и краткого доклада обзора литературы по статьям за последние 5 лет в соответствии с темой научного исследования аспиранта.

6.2. Критерии оценки итогового контроля:

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок:
зачтено	Аспирант при ответе демонстрирует знание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями и терминами, знает особенности развития соответствующей области науки, имеет представление о специфике объектов исследований. Информирован о современных направлениях работ, ознакомлен с содержанием основных литературных источников, способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
не зачтено	Аспирант демонстрирует плохое знание большей части основного материала в соответствующей области науки. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и не в состоянии наметить пути их решения.

При выборе аспирантом дисциплины «Супрамолекулярная химия» в качестве элективной, зачет по дисциплине является допуском к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Основная литература

1. Артюхов В.В. Общая теория систем: самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы : монография / В. В. Артюхов. - 3-е изд. - М. : Книжный дом "Либроком", 2012. - 224 с. : ил.
2. Волынский, А.Л. Структурная самоорганизация аморфных полимеров. - М.: Физматлит, 2005. – 232 с.
3. Зимон, Анатолий Давыдович. Коллоидная химия наночастиц : научное издание. - Москва : Научный мир, 2012. - 224 с. (2 экз.)
4. Каплан И.Г. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы : переводное издание / И. Г. Каплан ; пер. с англ. Д. С. Безрукова, И. Г. Рябинкина ; под ред. Н. Ф. Степанова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 394 с. : ил.
5. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. - [б. м.] : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с.
6. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.:Ун-т кн.дом, 2007. – 33 с.
7. Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л., Супрамолекулярная химия. - т. 1,2. – Москва: Академкнига, 2007. (2 экз.)
8. Химия комплексов “гость-хозяин”, под ред. Феттле Ф. и Вебера Э., изд. Мир, М., 1988.

7.2. Дополнительная литература

1. Antipin I.S., Kazakova E.K., Kononov A.I., Nabicher W.D. Фосфорсодержащие каликсарены // Успехи химии – 1998. – Т. 67. - № 11. – С. 995-1012.

2. Антипин И.С., Алфимов М.В., Арсланов В.В., Бурилов В.А., Вацадзе С.З., Волошин Я.З., Волчо К.П., Горбачук В.В., Горбунова Ю.Г., Громов С.П., Дудкин С.В., Зайцев С.Ю., Захарова Л.Я., Зиганшин М.А., Золотухина А.В., Калинина М.А., Караханов Э.А., Кашапов Р.Р., Койфман О.И., Коновалов А.И. и др. Функциональные супрамолекулярные системы: дизайн и области применения // Успехи химии – 2021. – Т. 90. - № 8. – С.895-1107.
3. Баблюянец, Агнесса. Молекулы, динамика и жизнь. Введение в самоорганизацию материи [Текст] : [монография] / А. Баблюянец ; пер. с англ. канд. биол. наук Л. Н. Моисеевой. - М. : Мир, 1990. - 375 с.
4. Биологическая неорганическая химия. Структура и реакционная способность : в 2 т. / И. Бертини [и др.] ; под ред. Н. Т. Кузнецова, Е. Р. Милаева, К. Ю. Жижина ; пер. с англ. В. В. Авдеевой, Д. В. Севастьяновой. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
5. Васильева Л.А., Гайнанова Г.А., Романова Э.А., Петров К.А., Feng Ch., Захарова Л.Я., Синяшин О.Г. Супрамолекулярный подход к разработке наноносителей для противодиабетических препаратов: пациент-ориентированная таргетная терапия // Успехи химии – 2024. – Т. 93. - № 11. – RCR5150.
6. Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий. – М.: Наука, 1982. – 311 с.
7. Воротынцев В.М. Наночастицы в двухфазных системах / В. М. Воротынцев. - [б. м.] : Известия, 2010. - 320 с.
8. Койфман, О.И. Синтетические рецепторы на основе порфиринов и их конъюгатов с каликс[4]аренами / М.: Наука, 2006. - 246 с. (2 экз.)
9. Коновалов, Александр Иванович. Супрамолекулярные системы - мост между неживой и живой материей [Текст] : научно-популярная литература. Вып. 26 / А. И. Коновалов. - М. : РБОФ "Знание" им. С.И. Вавилова, 2010. - 28 с.
10. Мустафина А.Р., Скрипачева В.В., Коновалов А.И. Внешнесферная ассоциация каликсаренов и других макроциклических лигандов с комплексами металлов как основа конструирования молекулярных устройств // Успехи химии – 2007. – Т. 76. - № 10. – С. 989-993.
11. Нанолечение. Концепции доставки лекарств в нанонауке / ред. А. Лампрехт, пер. с англ. О. В. Таратиной. - М. : Научный мир, 2010. - 232 с.
12. Паширова Т.Н., Немтарев А.В., Souto E.B., Миронов В.Ф. Триарилфосфониевые соединения - эффективные векторы для митохондриально-направленных систем доставки: стратегии декорирования и перспективы клинического применения // Успехи химии – 2023. – Т. 92. - № 10. – RCR5095.
13. Рамбиди Н.Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии современной нанотехнологии : учеб. пособие / Н. Г. Рамбиди. - [б. м.] : Интеллект, 2011. - 376 с.
14. Сесслер Дж.Л. Химия анионных рецепторов / Дж. Л. Сесслер, Ф. А. Гейл, Вон-Сеоб Хо; пер. с англ. С. В. Макарова, В. Б. Шейнина. - М. : URSS, 2011. - 456 с.
15. Скопенко, В.В. и др. Координационная химия: Учеб.пособие - М.: ИКЦ «Акадекнига», 2007. – 487 с.
16. Стойков И.И., Антипин И.С., Коновалов А.И. Искусственные ионные каналы // Успехи химии – 2003. – Т. 72. - № 12. – С. 1190-1214.
17. Янилкин В.В. Электрохимия наносистем / В.В. Янилкин, А.Г. Кривенко. – Изд-во РАН, 2021. – 240 с.

18. Янилкин В.В., Насретдинова Г.Р., Кокорекин В.А. Медиаторный электрохимический синтез наночастиц металлов // Успехи химии. – 2018. – Т. 87. - № 11. – С. 1080-1110.

7.3. Электронные ресурсы

- Электронная платформа для поиска статей CoLab - <https://colab.ws>
- Электронная платформа для поиска статей PubMed - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
- База данных для поиска информации о химических соединениях и спектрах ЯМР OdanChem- <https://odanchem.org/main>
- Электронная платформа издательства Royal Society of Chemistry - <http://www.rsc.org>
- Organic Chemistry Portal - <https://www.organic-chemistry.org>

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудиторные занятия, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче зачета и кандидатского экзамена проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки, лабораторные комнаты), оборудованных мебелью (столы, стулья), компьютерами с доступом к сети Интернет, демонстрационным оборудованием.