



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского
Российской академии наук
(ИОХ РАН)**

ПРИНЯТО

Ученым советом ИОХ РАН

Протокол № 6 от 26 июня 2018 г.

Председатель Ученого совета

академик


М.П. Егоров

Программа государственной итоговой аттестации

подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки

04.06.01 – ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Направленность (профиль) программы

02.00.03 Органическая химия

02.00.04 Физическая химия

02.00.10 Биоорганическая химия

02.00.15 Кинетика и катализ

Квалификация (степень)

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва

2018 г.

1. Место государственной итоговой аттестации в структуре ООП

Государственная итоговая аттестация (ГИА), завершает освоение основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, является итоговой аттестацией обучающихся в аспирантуре. ГИА проводится государственными с целью определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ подготовки научно - педагогических кадров требованиям федерального государственного образовательного стандарта и основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки аспирантов 04.06.01 Химические науки с учетом профиля подготовки.

Настоящая Программа составлена в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (далее - ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. 869 с изменениями и дополнениями);
- Профессиональным стандартом "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования" (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. 608н); Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 марта 2016 г. 227)
- Положением о порядке проведения ГИА по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ИОХ РАН (от 25 декабря 2017 г.

В соответствии с ФГОС ВО (подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки в блок «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка и сдача государственного экзамена и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Компетентностная характеристика выпускника аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профили: 02.00.03 Органическая химия, 02.00.04 Физическая химия, 02.00.10 Биоорганическая химия, 02.00.15 Кинетика и катализ.

Государственная итоговая аттестация призвана определить степень сформированности следующих компетенций выпускников аспирантуры: УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5; ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3; ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7.

3. Процедура проведения.

ГИА проводится в последнем семестре обучения государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров требования федерального государственного образовательного стандарта. ГЭК создается приказом по ИОХ РАН, в состав ГЭК включаются ведущие исследователи в области профессиональной подготовки по профилю аспирантуры. Программа ГИА и критерии оценки утверждаются на Ученом совете Университета. К ГИА допускаются обучающиеся, выполнившие в полном объеме индивидуальный учебный образовательной программы аспирантуры. Государственная итоговая аттестация не может быть заменена оценкой качества освоения образовательных программ на основании итогов промежуточной аттестации обучающегося.

4. Структура и содержание государственной итоговой аттестации
4.1. Распределение трудоемкости модулей ГИА (в часах) Общая трудоемкость ГИА составляет 9 зачетных единиц, 324 часа. Из них: Б4.Г.

«Подготовка и сдача государственного экзамена» - 1 зачетная единица, 36 часов; Б4.Д. «Подготовка и защита научно-квалификационной работы (НКР)» 8 зачетных единиц, 288 часов. Модули ГИА реализуются строго в указанной последовательности.

4.2. Вопросы государственного экзамена

Перечень вопросов к государственному экзамену приведен в приложениях 1-4, в соответствии с профилем ОПОП.

5. Образовательные технологии

При подготовке к государственной итоговой аттестации аспирант пользуется всем набором методов и средств современных информационных технологий: изучает содержание отечественной и зарубежной литературы по предмету исследования, выполняет анализ и оценку текущих результатов современной отечественной и зарубежной химической науки выбранного направления, использует Интернет-технологии, актуальные базы данных химической информации для сбора, анализа и оценки степени развития науки выбранного направления.

5. Программа государственного экзамена

5.1. Форма проведения государственного экзамена

Государственный экзамен представляет собой традиционный устный экзамен, проводимый по утвержденным билетам (списку вопросов, Приложения 1-4 (фонд оценочных средств). Перечень вопросов для Государственного экзамена связан с направленностью образовательной программы.

5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к государственному экзамену

1. В.В.А. Смит, А.Д. Дильман, Основы современного органического синтеза, 4-е издание М., Бином. Лаборатория знаний, 2015, 753 с.
2. П. Сайкс, Механизмы реакций в органической химии. Мир, 1977.
3. P. Wothers, N. Greeves, S. Warren, J. Clayden, Organic Chemistry. Oxford University Press, 2001.

4. D. L. Boger, Modern Organic Synthesis. Lecture Notes. TSRI Press, 1999.
5. . У.М. Джемилев, Р.И. Хуснутдинов, А.Р. Байгузина, Органические и неорганические гипогалогениты в органическом синтезе М., Наука, 2016, 273 с
6. Ш. Бакстон, С. Робертс, Введение в стереохимию органических соединений. — М.: Мир, 2005. 311 с.
7. П. Эткинс, Дж. де Паула, Физическая химия. т. 1 – М.: «Мир», 2007.
8. В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская и др., Основы физической химии. Теория и задачи. - М.: Экзамен, 2005.
9. В.И. Горшков, И.А. Кузнецов, Основы физической химии. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
10. О.П. Таран, С.А. Яшник, В.Е. Тарабанько, Б.Н. Кузнецов, В.Н. Пармон, Гетерогенно-каталитическое окисление воды и органических веществ в водной среде, Новосибирск, СО РАН 2017, 380 с.
11. К.С. Краснов, Физическая химия (в 2 кн.). – М.: Высшая школа, 2001.
12. О.М. Полтораки, Термодинамика в физической химии – М.: Высш. шк., 1991.
13. Е.Т. Денисов, О.М. Саркисов, Г.И. Лихтенштейн, Химическая кинетика. – М.: Химия, 2000.
14. И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт, Современный катализ и химическая кинетика – «Интеллект», Долгопрудный, 2010.
15. К.И. Замараев, Курс химической кинетики. В 3-х частях. – Новосибирск: НГУ, 2004.
16. О.В. Крылов, Гетерогенный катализ. – М.: Академкнига, 2004.
17. Л.В. Вилков, Ю.А. Пентин, Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы. М: Высш. шк., 1989.
18. Р. Драго, Физические методы в химии: В 2 т. М.: Мир, 1981. Т. 1, 2.
19. С.Д. Варфоломеев, Физическая химия биопроцессов - М.: URSS, 2014. 776 с.
20. Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека / Т. 1, 2. М.: Мир, 1993.
21. Д. Мецлер, Биохимия. Т. 13. М.: Мир, 1980.
22. А.Ю. Цивадзе, Химия растворов биологически активных веществ, Иваново, UUD 2016 519 С.
23. D.G. Hall, Boronic Acids - Preparation and Applications in Organic Synthesis and Medicine. John Wiley & Sons 2005, No. Pages 603
24. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. – М. : Академия, 2003. – 256 с.
25. Хартри Ф. Закрепленные металлокомплексы. М.: Мир, 1989.

26. Шилов А.Е., Шульпин Г.Б. Активация и каталитические реакции углеводородов. М.: Наука, 1995.
27. Parshall G.U., Ittel S.D. Homogeneous catalysis/ 2-nd ed. N.Y.: Wiley, 1992.
28. Уго Р. Аспекты гомогенного катализа. М.: Мир, 1973.
29. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984.
30. Томас Ч. Промышленные каталитические процессы и эффективные катализаторы. М.: Мир, 1973.
31. Эйринг Г., Лин С.Г., Лин С.М. Основы химической кинетики. М.: Мир, 1983.
32. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. В 3 т. М.: Мир, 1982.
33. Катализ в С1-химии / Под ред. В. Кайма. М.: Химия, 1987.
34. Joo, F. Aqueous Organometallic Catalysis. Springer – Verlag 2001, No. Pages: 305
35. Колесников И. М. Катализ и производство катализаторов. – М.: Техника, 2004. – 399 с
36. Грибов Л. А., Баранов В. И. Теория и методы расчета молекулярных процессов: Спектры, химические превращения и молекулярная логика. – М.: URSS, 2006. – 476 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Российский информационный портал в области науки, медицины, технологии и образования – <http://www.e-library.ru>
2. Полнотекстовая база данных иностранных журналов – <http://www.sciencedirect.com>
3. База данных – scifinder.cas.org
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>
5. Портал фундаментального химического образования России - <http://www.chem.msu.ru>
6. Электронная библиотека РРФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books>

5.3. Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе государственного экзамена

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Оценка «отлично»

Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, ответ развернутый, уверенный, формулировки четкие. Оценка "отлично"

ставится аспирантам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание материала;
- способны творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
- владеют понятийным аппаратом;
- демонстрируют способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в вопросе проблематики;
- подтверждают теоретические постулаты примерами из педагогической практики.

Оценка «хорошо»

Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Продемонстрировано, знание основных характеристик раскрываемых категорий, понимание взаимосвязей между явлениями и процессами, знание основных закономерностей. Оценка "хорошо" ставится аспирантам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала;
- способны применять знание теории к решению задач профессионального характера;
- допускают отдельные погрешности и неточности при ответе.

Оценка «удовлетворительно»

Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностное знание вопроса. Имеются затруднения с выводами. Оценка "удовлетворительно" ставится аспирантам, которые при ответе:

- в основном знают программный материал в объёме, необходимом для предстоящей работы по профессии;
- допускают существенные погрешности в ответе на вопросы экзаменационного билета;
- приводимые формулировки являются недостаточно четкими, нечетки, в ответах допускаются неточности.

Оценка «неудовлетворительно»

Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний. Аспирант не понимает сущности процессов и

явлений, не может ответить на простые вопросы. Оценка "неудовлетворительно" ставится аспирантам, которые при ответе:

- обнаруживают значительные пробелы в знаниях основного программного материала;
- допускают принципиальные ошибки в ответе на вопрос билета;
- демонстрируют незнание теории и практики.

6. Методические рекомендации по выполнению научно-квалификационной работы.

Защита результатов научно-квалификационной работы является заключительным этапом государственной итоговой аттестации. В ходе защиты результатов НИР проверяется сформированность компетенций, необходимых для выполнения выпускником научно-исследовательского вида деятельности.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Предложенные аспирантом решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Основные научные результаты проведенного исследования должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах (не менее трех публикаций). К публикациям, в которых излагаются основные научные результаты научно-исследовательской работы, приравниваются патенты на изобретения, зарегистрированные в установленном порядке.

Содержание научно-квалификационной работы должно учитывать требования ФГОС ВО и профессионального стандарта (при его наличии) к профессиональной подготовленности аспиранта и включать:

обоснование актуальности темы, обусловленной потребностями теории и практики и степенью разработанности в научной и научно-практической литературе;

изложение теоретических и практических положений, раскрывающих предмет НКР;

при необходимости содержать графический материал; выводы, рекомендации и предложения; список использованных источников; приложения (при необходимости).

Требования к структуре НКР

Материалы научно-квалификационной работы должны состоять из структурных элементов, расположенных в следующем порядке:

- титульный лист;
- содержание с указанием номеров страниц;
- введение;
- основная часть (главы, параграфы, пункты, подпункты);
- заключение;
- список использованных источников и литературы;
- приложения (при необходимости).

Введение содержит четкое обоснование актуальности выбранной темы, степень разработанности проблемы исследования, определение проблемы, цели, объекта, предмета и задач исследования, формулировку научной новизны, теоретической и практической значимости исследования; раскрытие положений, выносимых на защиту, апробацию результатов исследования.

Основная часть посвящена раскрытию предмета исследования, состоит не менее чем из двух глав.

Заключение – последовательное логически стройное изложение итогов исследования в соответствии с целью и задачами, поставленными и сформулированными во введении. В нем содержатся выводы и определяются дальнейшие перспективы работы.

Список использованных источников включает все использованные источники: опубликованные, неопубликованные и электронные. В тексте НКР рекомендуемые ссылки оформляют на номер источника согласно списку.

Работу рецензирует сотрудник Института (доктор или кандидат наук), являющийся специалистом в обсуждаемой научной теме, либо специалисты, привлеченные из других организаций.

7. Критерии оценивания научно-квалификационной работы

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

оценка «отлично» - актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в конкретной области науки. Показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики. Представлено обоснование НКР, четко сформулирован авторский замысел исследования, отраженный в понятийно-категориальном аппарате; обоснована актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненного исследования, глубоко и содержательно проведен анализ полученных результатов эксперимента. Текст НКР отличается высоким уровнем научности, четко прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.

оценка «хорошо» - достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения. Доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющихся в науке. Для обоснования исследовательской позиции взята за основу конкретная теоретическая концепция. Сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования, вместе с тем нет должного научного обоснования по поводу замысла и целевых характеристик проведенного исследования, нет должной аргументированности представленных материалов. Текст НКР изложен в единой логике, в основном соответствует требованиям научности, но встречаются недостаточно обоснованные утверждения и выводы.

оценка «удовлетворительно» - актуальность исследования обоснована недостаточно. Методологические подходы и целевые характеристики исследования четко не определены, однако полученные в ходе исследования результаты не содержат внутренних противоречий. Дано описание последовательности применяемых исследовательских методов, но выбор методов исследования не обоснован. Полученные результаты обладают незначительной научной новизной и не имеют фундаментальной значимости. В тексте диссертации имеются нарушения единой логики изложения, допущены неточности в трактовке основных понятий исследования,

оценка «неудовлетворительно» - актуальность выбранной темы обоснована поверхностно. Имеются несоответствия между поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту. Отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В формулировке выводов нет аргументированности и самостоятельности суждений. Текст работы не отличается логичностью изложения. В работе имеется плагиат.

Фонд оценочных средств

Вопросы государственного экзамена

Приложение 1.

Профиль подготовки 02.00.03 – Органическая химия

1. Химическая связь в органических соединениях.
2. Карбокатионы – генерация и реакционная способность.
3. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду.
4. Энантиомерия и диастереомерия.
5. Карбанионы – генерация и реакционная способность.
6. Электрофильное присоединение по кратным углерод-углеродным связям.
7. Теория кислот и оснований.
8. Конформационный анализ органических соединений.
9. Реакции элиминирования.
10. Электронные эффекты в органических соединениях.
11. Свободные радикалы.
12. Нуклеофильное присоединение по карбонильной группе.
13. Скорость химической реакции и теория переходного состояния.
14. Согласованные реакции.
15. Методы получения спиртов.
16. Теория резонанса.
17. Расчётные методы в органической химии.
18. Методы получения алкенов.
19. Уравнение Гаммета.
20. Карбены и нитрены – электронное строение и методы генерации.
21. Ретросинтетический анализ.
22. Таутомерия в органических соединениях.
23. Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.
24. Циклоалканы – строение и методы получения.
25. Стереоселективность в химических реакциях.

26. Нуклеофильное присоединение по кратным углерод-углеродным связям.
27. Методы получения алкинов.
28. Металлокомплексный катализ.
29. Нитроалканы – получения и реакции.
30. Физико-химические методы в органической химии.
31. Инверсия циклов и азотсодержащих соединений.
32. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом.
33. Методы получения простых эфиров и эпоксидов.
34. Гидроборирование алкенов.
35. Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом.
36. Методы получения альдегидов и кетонов.
37. Межфазный катализ. Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции.
38. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями.
39. Карбоновые кислоты – получение и реакции.
40. Перегруппировки.
41. Реакции ароматического электрофильного замещения.
42. Методы получения аминов.
43. Способы получения и разделения энантиомеров.
44. Реакции α, β -непредельных карбонильных соединений.
45. Реакции галогенирования и сульфирования.
46. Методы изучения механизмов реакции.
47. Реакции альфатических спиртов.
48. Альдольная и альдольно-кетоновая конденсация.
49. Синтез и реакции нитрилов.
50. Реакции с участием енолят-анионов карбонильных соединений.
51. Реакция Виттига.
52. 1. Реакция [4+2] циклоприсоединения.
53. Элементоорганические соединения в органическом синтезе.
54. Реакции нитрования.

55. Реакции ацетиленов.
56. Радикальные реакции алканов и алкенов.
57. Реакции расширения и сужения циклов.
58. Реакции гидрирования алкенов и алкинов.
59. Получение и реакции сложных эфиров.
60. Методы введения и удаления защитных групп.

Приложение 2.

Профиль подготовки 02.00.04 – Физическая химия

1. Основы теории строения молекул
2. Методы молекулярной механики при анализе строения молекул
3. Дипольный момент и поляризуемость молекул
4. Магнитно-резонансные методы исследования строения молекул
5. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий
6. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток и сингонии
7. Зонная структура энергетического спектра кристаллов
8. Первый закон термодинамики.
9. Использование стандартных термодинамических величин в термодинамических расчетах
10. Второй закон термодинамики
11. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания химических процессов
12. Термодинамическая вероятность и ее связь с энтропией
13. Распределение Максвелла-Больцмана
14. Понятие компонента, фазы и степени свободы и правило фаз Гиббса
15. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах

16. Уравнение Брунауэра-Эмета-Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции
17. Определение площади поверхности адсорбента
18. Различные варианты хроматографического разделения смесей
19. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкостей
20. Капиллярная конденсация
21. Способы определения скорости реакции
22. Константа скорости и порядок реакции
23. Зависимость скорости реакции от температуры
24. Энергия активации и методы ее определения
25. Теория переходного состояния (активированного комплекса)
26. Классификация каталитических реакций и катализаторов
27. Кислотно-основной катализ
28. Гомогенный катализ
29. Катализ металлокомплексными соединениями
30. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции
31. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций
32. Кислотность и каталитическая активность, уравнение Бренстеда

Приложение 3.

Профиль подготовки 02.00.15 – Биоорганическая химия

1. Аминокислоты. Оптическая изомерия α -аминокислот. Химические свойства. Методы синтеза аминокислот.
2. Лектины клеток животных: рецептор гепатоцитов, селектины, коллектины; функции лектинов.

3. Хроматография. Особенности высокоэффективной жидкостной хроматографии. Адсорбционная хроматография. Распределительная хроматография. Обратнофазная хроматография. Ионообменная хроматография. Гель-проникающая хроматография. Биоспецифичная хроматография.
4. Пептиды. Линейные и циклические пептиды. Химический синтез пептидов. Методы защиты функциональных групп. Твердофазный синтез пептидов.
5. Гликозидазы и гликозилтрансферазы. Их использование в изучении структуры и функции углеводов и гликоконъюгатов. Экзо- и эндогликозидазы.
6. Цитокины: регуляторы природного иммунитета, регуляторы активации, роста и дифференцировки лимфоцитов, регуляторы воспалительных реакций. Рецепторы цитокинов.
7. Первичная структура белков. Анализ аминокислотного состава. Определение N- и C-концевых аминокислотных остатков. Последовательная деградация пептидов по методу Эдмана. Определение аминокислотной последовательности белка с помощью жидкофазного, твердофазного и газового секвенаторов.
8. Гликопротеины и протеогликаны: строение углеводных цепей и их биологические функции. Биосинтез N-цепей гликопротеинов. Макро- и микрогетерогенность. Рекомбинантные гликопротеины.
9. Алкалоиды. Группа алкалоидов опиума. Понятие об опиатных рецепторах и их эндогенных лигандах. Морфин, кодеин, папаверин. Героин, аналоги морфина (соединение Бентли), налорфин. Рецепторы морфиновых алкалоидов и их природные лиганды.
10. Химическая модификация белков. Специфическая модификация α - и ϵ -аминогрупп в белках. Введение флуоресцентных, спиновых и фотоаффинных меток. Методы идентификации модифицированных аминокислотных остатков.

11. Полисахариды. Определение и номенклатура. Растительные полисахариды: целлюлоза, крахмал. Полисахариды животного происхождения: гликоген, хитин, гликозаминогликаны, гепарин. Липополисахариды бактерий.
12. Антибиотики. Пенициллины, цефалоспорины и родственные антибиотики. Представление о механизме биосинтеза бактериальной клеточной стенки и о механизмах резистентности бактерий к пенициллинам. Тетрациклины – структура и механизм антимикробного действия.
13. Посттрансляционная модификация белков. Понятие о сигнальных пептидах и процессинге. Ковалентная посттрансляционная модификация α -амино и α -карбоксильных групп, функциональных групп боковых цепей аминокислот.
14. Олигосахариды. Определение и номенклатура. Растительные олигосахариды: сахароза. Олигосахариды животного происхождения: олигосахариды молока. Химический синтез олигосахаридов. Методы изучения строения олигосахаридов и полисахаридов: химические, физико-химические, энзиматические.
15. Витамины. Роль витаминов в функционировании организмов человека и животных. Водорастворимые и жирорастворимые витамины. Витамины и коферменты.
16. Пространственная структура белков. Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структурах. Типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру полипептидов. Роль молекулярных шаперонов.
17. Моносахариды. Определение и номенклатура. Альдозы и кетозы. Линейные и циклические формы моносахаридов. Стереохимия и конформация моносахаридов. Аномерный центр: его стереохимия, особые свойства гидроксильной группы.

18. Терпены и терпеноиды. Номенклатура и классификация. Поликетидный путь и биосинтез мевалонолактона. Изопентенил-пирофосфат и биосинтез терпенов. Монотерпены (камфора, ментол, гераниол и др.). Сесквитерпены и сесквитерпеновые лактоны. Дитерпены. Сквален и тритерпеновые сапонины, глицирризиновая кислота. Тетратерпены и провитамины А. Политерпены.
19. Биологическая роль белков. Ферменты. Представление о биокатализе. Принципы ферментативной кинетики. Ингибиторы и активаторы ферментов. Понятие об активном центре. Фермент-субстратный комплекс.
20. Олигосахариды и полисахариды. Определение и номенклатура. Методы изучения строения олигосахаридов и полисахаридов: химические, физико-химические, энзиматические.
21. Стероиды. Холестерин и растительные стероиды: структура и биологическая функция. Желчные кислоты. Прогестерон; половые гормоны: эстрогены и андрогены. Биосинтез и биологическая роль.
22. Биологическая роль белков. Белки-гормоны. Механизм действия пептидно-белковых гормонов Структура и свойства аденилатциклазной системы. Инсулин, гормоны роста. Гликопротеиновые гормоны аденогипофиза.
23. Строение и классификация липидов. Физико-химические свойства, роль в живом организме. Методы исследования липидов. Полный и частичный химический синтез липидов, ферментативные методы.
24. Феромоны и половые аттрактанты насекомых. Биологическая роль и применение. Примеры феромонов чешуекрылых. Некоторые пути синтеза. Бомбикол. Ювенильные гормоны насекомых и их роль в онтогенезе.
25. Биологическая роль белков. Белки системы гемостаза. Система свертывания крови. Интегрины. Антикоагулянты и фибринолитики.

26. Нейтральные липиды. Углеводороды, воски, триглицериды. Жиры. Функции в организме. Холестерин, его особая роль в организме. Липопротеины крови, их функции. Стерины микроорганизмов и растений.
27. Основные фитогормоны: Индолилуксусная кислота и ее природные аналоги, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассины и олигосахарины. Особенности их строения и сбалансированного действия на физиологию растений. Фитоалексины.
28. Биологическая роль белков. Двигательные и структурные белки. Белки мышц и соединительных тканей. Актomioзиновый комплекс. Тропонины. Белки бактериальной системы подвижности. Флагеллин. Цитоскелетные белки. Коллаген, кератин, фиброин шелка.
29. Жирные кислоты. Насыщенные и ненасыщенные кислоты, их биосинтез, биологическая роль; незаменимые жирные кислоты. Простагландины и родственные вещества; каскад полиненасыщенных жирных кислот
30. Компьютерное моделирование молекулярной механики биомолекул. Природа сил, стабилизирующих пространственную структуру биополимера (гидрофобные, дисперсионные, диполь-дипольные, заряд-дипольные, электростатические взаимодействия, солевые мостики, водородные связи). Понятие об эмпирических функциях энергии (силового поля).
31. Биологическая роль белков. Рецепторные белки. Бактериородопсин. Зрительный родопсин. Ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран.
32. Фосфолипиды. Основные и минорные фосфолипиды, их биосинтез и биологическая роль. Фосфолипазы.
33. Токсины. Токсины земноводных и рыб. Токсины высших растений и насекомых. Микотоксины. Токсины сине-зеленых водорослей.
34. Биологическая роль белков. Транспортные белки. АТФазы. Цитохром С, гемоглобин и миоглобин, сывороточный альбумин.

35. Гликолипиды: гликозилдиглицериды, цереброзиды, ганглиозиды. Биосинтез, функции в организме. Ганглиозиды как рецепторы. Углеводные цепи гликофинголипидов.
36. Основные методические приёмы, используемые в процессе выделения биомолекул. Седиментационные методы. Центрифугирование. Экстракция как метод выделения. Коэффициент распределения.
37. Нуклеозиды и нуклеотиды как компоненты нуклеиновых кислот - структура, стереохимия, физические и химические свойства, биосинтез. Нуклеотиды вне нуклеиновых кислот: аденозинтрифосфат как универсальный аккумулятор энергии в клетке.
38. Липиды - клеточные биорегуляторы и лекарственные вещества. Фактор активации тромбоцитов. Липиды - вторичные передатчики. Липидные соединения с противоопухолевой и др. физиологической активностью.
39. Электрофоретические методы. Электрофорез в гелях. Электрофорез в присутствии ДДС-На. Изоэлектрическое фокусирование. Двумерный электрофорез. Высоковольтный электрофорез.
40. Первичная структура нуклеиновых кислот. Межнуклеотидные и N-гликозидные связи - сходство и различие их свойств в составе ДНК и РНК. Полярность межнуклеотидной связи и полинуклеотидной цепи.
41. Иммуноглобулины: классификация, структура, функции и свойства различных классов антител. Структурные основы взаимодействия антигенов с антителами. Гены иммуноглобулинов и биосинтез антител. Клональная теория образования антител.
42. Компьютерное моделирование молекулярной динамики биомолекул. Роль внутренних движений биомолекул. Формы функций потенциальной энергии используемой для молекулярной динамики (МД). Уравнение движения.
43. Первичная структура нуклеиновых кислот. Выяснение первичной структуры нуклеиновых кислот. Основные этапы воспроизведения и

- экспрессии генетической информации - репликация, транскрипция, трансляция. Генетический код - основные характеристики.
44. Биологические мембраны. Мембранные белки - периферические и интегральные. Родопсины, мембранные ферменты - АТФазы, цитохром Р-450. Липид-белковые взаимодействия.
 45. Масс-спектрометрия. Методы ионизации, применяемые в масс-спектрометрии: электронный удар, электронный захват, фотоионизация, ионизация полем, химическая ионизация. Применение масс-спектрометрии в исследовании аминокислот, пептидов и белков, липидов, углеводов, терпеноидов и стероидов.
 46. Методы направленной ферментативной деградации нуклеиновых кислот. Классификация нуклеаз. Использование экзо- и эндонуклеаз для секвенирования нуклеиновых кислот. Эндонуклеазная активность РНК (рибозимы).
 47. Рецепция. Взаимодействие лиганд-рецептор, передача сигнала в клетку. Аденилатциклазная система, фосфоинозитидный цикл. Холино-рецепторы. Рецепторы иммунной системы. Запах и вкус.
 48. Оптическая спектроскопия. Люминисценция: флуоресценция и фосфоресценция. Фурье ИК спектроскопия и КР спектроскопия. Анализ структуры пептидов и белков по ИК и КР спектрам в области основных амидных колебаний.
 49. Полимеразная цепная реакция (амплификация *in vitro*) как метод направленного получения фрагментов ДНК. Факторы, влияющие на специфичность ПЦР. Однонаправленная ПЦР. Использование ПЦР для секвенирования ДНК, генетической рекомбинации *in vitro*, идентификации точечных мутаций.
 50. Биологические мембраны. Липосомы (везикулы), методы их получения и исследования. Включение (встраивание) в липосомы белков. Практическое применение липосом - доставка лекарств, искусственные вакцины.

51. Рентгеноструктурный анализ биополимеров. Физические основы метода рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке.
52. Мутации и мутагенез. Источники мутаций в клетке. Мутагенез как инструмент исследования компонентов клетки и оптимизации клеточных процессов. Случайный мутагенез. Сайт-направленный мутагенез.
53. Порфирины. Химическая структура и изомерия порфиринов. Восстановленные формы порфиринов: хлорины, порфодиметены, порфометен. Физико-химические свойства порфиринов и металлопорфиринов.
54. Электронная микроскопия. Основные методы визуализации биологических объектов в электронной микроскопии. Изучение пространственной структуры белков методами электронной микроскопии двумерных кристаллов. Электронная микроскопия нуклеиновых кислот.
55. Нуклеиновые кислоты. Искусственный синтез нуклеиновых кислот. Синтез на полимерном носителе. Полимеразы и лигазы как инструменты искусственного синтеза нуклеиновых кислот.
56. Хромопротеиды. Хромопротеиды: гемоглобин, миоглобин, цитохромы а, в, с. Структура, характер связей белка с металлопорфиринами. Биологические функции гемоглобина и цитохромов.
57. Спектроскопия ЭПР. Метод спиновых меток: способы введения стабильных иминоксильных радикалов (спиновых меток) в биомолекулы, исследование пространственной структуры и динамики биомолекул, исследование межмолекулярных взаимодействий.
58. Нуклеиновые кислоты. Генетическая инженерия (получение рекомбинантных ДНК *in vitro*). Эндонуклеазы рестрикции и ДНК-лигаза как основные инструменты генетической инженерии. Молекулярное

клонирование. Векторы. Конструирование библиотек генов (клонотек) и их анализ.

59. Порфирины и хромопротеиды. Хлорофилл и хлорофилл-содержащие белки в фотосистемах I и II. Трансформация световой энергии в химическую в фотосинтетическом аппарате. Фотоиндуцированный перенос энергии и электрона.
60. Спектроскопия ЯМР. Основные параметры спектров ЯМР и их связь с химической и пространственной структурой биомолекул. Двумерная спектроскопия ЯМР. Схема отнесения сигналов в двумерных спектрах ^1H -ЯМР полипептидов.

Приложение 4.

Профиль подготовки 02.00.15 – Кинетика и катализ

1. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения элементарных химических реакций, закон действующих масс.
2. Молекулярность, порядок и константа скорости реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации и предэкспоненциальный множитель. Влияние температуры на скорость химических реакций.
3. Связь термодинамики и кинетики. Границы применения уравнения Аррениуса.
4. Опытная энергия активации и ее определение на основе экспериментальных данных.
5. Теория активных столкновений в газе. Число активных столкновений.
6. Теория активированного комплекса. Поверхность потенциальной энергии. Свойства активного комплекса.
7. Сравнение теорий активных столкновений и активированного комплекса для бимолекулярных реакций.

8. Определение катализа. Виды катализа. Основные этапы развития представлений о катализе. Каталитические процессы в природе. Механизм каталитической реакции, каталитический цикл.
9. Активность и стабильность катализаторов. Промоторы и каталитические яды (ингибиторы). Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных и других сложных реакций.
10. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Природа адсорбционного взаимодействия. Физическая адсорбция и хемосорбция.
11. Изотермы адсорбции. Теплота адсорбции и ее зависимость от степени заполнения поверхности. Адсорбция простых молекул на поверхности переходных металлов. Адсорбция CO, C₂H₄, H₂.
12. Неоднородность поверхности. Адсорбционные методы измерения поверхности катализатора и концентрации каталитически-активных центров. ИК- и УФ-спектроскопия в адсорбции и катализе.
13. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Механизм Ленгмюра-Хиншельвуда
14. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Механизм Ридила-Или
15. Простейшие типы адсорбционных слоев (Лэнгмюра, Брунауэра-Эммета-Теллера, Фрейндлиха).
16. Мультиплетная теория гетерогенного катализа. Понятие о структурной чувствительности реакций. Реакции гидрирования и гидрогенолиза на сплавах и нанесенных катализаторах. Влияние дисперсности на каталитическую активность.
17. Кислотный и основной катализ. Механизм кислотного и основного катализа. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Сверхкислоты.

Специфический и общий кислотно-основный катализ. Особенности кинетики и механизм.

18. Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов: гидрирование, окисление, изомеризация.
19. Типы гетерогенных катализаторов. Металлы и сплавы как катализаторы. Корреляция между каталитической активностью металлов и степенью участия d-электронов в образовании металлических связей.
20. Методы приготовления гетерогенных катализаторов: осаждение, пропитка, кристаллизация, золь-гель метод, механохимический метод. Термическая обработка катализаторов. Факторы, определяющие дисперсность активного компонента.
21. Пористая структура катализаторов, способы ее формирования и методы исследования. Ртутная порометрия. Степень использования поверхности пор катализатора. Оптимальная структура пор катализатора.
22. Катализ оксидами переходных металлов. Электронная трактовка хемосорбции и катализа на полупроводниках. Связь каталитической активности с положением уровня Ферми.
23. Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль бренstedовских и льюисовских кислотных центров в хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния и алюмосиликатах.
24. Модифицированные и смешанные оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы, связь их активности с типом цеолита, наличием гидроксильных групп, природой и концентрацией введенных в цеолит ионов. Молекулярно-ситовые свойства цеолитных катализаторов.
25. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения.

26. Исследование кинетики гетерогенно-каталитических реакций в периодических, проточных и проточно-циркуляционных реакторах, обработка экспериментальных данных.
27. Строение поверхности твердых тел и его влияние на каталитическую активность. Современные методы исследования структуры и состава поверхностного слоя твердых тел. Методы определения элементного состава катализаторов, спектральные и химические методы.
28. Спектральные и дифракционные методы *in-situ* в исследовании каталитических реакций.
29. Изотопные методы в исследовании механизма катализа. Кинетический изотопный эффект. Изотопно-меченные соединения. Квантово-химические методы в катализе.
30. Реакции окисления. Полное и парциальное окисление. Механизм каталитического окисления Марса - ван Кревелена.
31. Получение водорода и синтез-газа каталитической конверсией углеводородов.
32. Синтез аммиака. Термодинамика и механизм процесса. Катализаторы процесса. Структурная чувствительность реакции
33. Синтез Фишера-Тропша. Механизмы процесса (диссоциативный и ассоциативный). Распределение продуктов синтеза по молекулярной массе. Распределение Шульца-Флори Гидрирование и дегидрирование органических соединений.
34. Окисление неорганических соединений. Получение серной и азотной кислот.
35. Окисление этилена в этиленоксид. Катализатор и механизм процесса по Килти-Захтлеру и Ван Сантену

36. Каталитические процессы в нефтепереработке. Реакция каталитического крекинга: катализаторы, технологическое оформление и механизм процесса.
37. Каталитические процессы в нефтепереработке. Реакция изомеризации линейных алканов: катализаторы, технологическое оформление и механизм процесса.
38. Экологический катализ. Каталитическая нейтрализация выхлопных газов автотранспорта. Реакции и катализаторы. Окисление CO и механизм реакции на Pt и оксидном катализаторах. Окисление углеводородов.
39. Окисление пропилена в акролеин. Катализаторы и механизм процесса. Функции различных компонентов катализатора на примере.