

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева)

*Программа вступительных испытаний в магистратуру
по направлению
18.04.01 Химическая технология*

*Магистерская программа
«Химия и технология биологически активных веществ»*

Москва 2026

Разработчики программы:

-профессор кафедры химии и технологии биомедицинских препаратов, д.х.н., Л.В. Коваленко

-заведующий кафедрой химии и технологии органического синтеза, к.х.н., доцент С.В. Попков

1. ВВЕДЕНИЕ

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (магистерская программа: «Химия и технология биологически активных веществ»). Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 6 апреля 2021 года № 245. Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников бакалавриата и специалитета классических университетов, технических и технологических вузов. Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах: «Органическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология», «Основы биохимии», «Химия и технология биологически активных веществ», «Основы проектирования производств биологически активных веществ» и других специальных учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева в рамках направления подготовки 18.03.01 Химическая технология.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа «Химия и технология биологически активных веществ»

1. «Основы биохимии»

1. Введение

Роль биохимии в изучении механизма действия биологически активных веществ. Этапы разработки лекарственных средств и агрохимических препаратов. Биологические основы существования живых систем.

2. Структурные молекулы биополимеров

Строение и химические свойства моно-, ди-, олиго- и полисахаридов; их роль в живой природе и использование в производстве лекарственных форм. Строение рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот. Процессы репликации, транскрипции и трансляции. Химический мутагенез.

Производные нуклеотидов в качестве лекарственных средств. Структурные классы липидов. Строение клеточных мембран. Пассивный и активный транспорт веществ через клеточные мембраны. Строение белковых аминокислот и их классификация. Незаменимые и заменимые аминокислоты. Роль функциональных групп аминокислот в белках. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Пептиды, белки и их функции.

3. Ферменты

Номенклатура и классификация ферментов. Теории ферментативного катализа. Механизмы регуляции активности ферментов. Простетические группы, коферменты и кофакторы. Витамины в роли предшественников коферментов. Ингибирование ферментов.

4. Метаболизм

Взаимосвязь катаболических и анаболических превращений, их локализация. Линейные и циклические превращения метаболитов. Аденозинтрифосфат в роли универсального носителя химической энергии в метаболических процессах. Катаболические превращения углеводов, аминокислот и жирных кислот; генерирование восстановительного потенциала и энергетические выходы этих процессов. Аэробный и анаэробный катаболизм глюкозы. Окислительное фосфорилирование и синтез АТФ. Фотосинтез. Биосинтез углеводов, жирных кислот, аминокислот пептидов и белков.

5. Механизмы регуляции и защиты жизнедеятельности клетки

Основные принципы нейрогуморальной регуляции. Гормоны, цитокины и

нейромедиаторы. Гормональные системы человека, растений и насекомых. Метаболизм ксенобиотиков. Механизмы образования активных форм кислорода в живых клетках. Гипероксидный и оксидативный стресс. Механизм окислительного повреждения компонент клеточных мембран. Супероксиддисмутаза и каталаза. Природные антиоксиданты.

2. «Химия и технология фармацевтических субстанций и химических средств защиты растений», «Химия и механизмы действия биологически активных веществ»

1. Ведение

Классификация биологически активных веществ (БАВ). Основные методы и подходы при разработке новых БАВ. Аналоговый синтез, химическая модификация природных веществ. Связь структура – активность, молекулярное моделирование. Понятие токсофорной группы. Пути поступления ксенобиотиков в организм. Препаративные формы пестицидов, лекарственные формы. Меры активности. Понятие терапевтической широты.

2. Химия, токсикология и лекарственные свойства агрохимических препаратов и их структурных аналогов.

Классификация агрохимических препаратов, экономические аспекты и экологические последствия их применения.

Фитоактивные соединения. Гербицидные препараты, нарушающие фотосинтез. Вещества, блокирующие транспорт электронов в фотосистеме II, акцепторы электронов в фотосистеме I. Вещества, нарушающие биосинтез и функционирование хлорофиллов, гашение синглетного кислорода. Фотодинамические гербициды и лекарственные средства.

Фитогормоны и их аналоги. Арилоксиуксусные кислоты. Технология получения, роль хлорированных дибензодиоксинов как экотоксикантов. Гиббереллины и ретарданты. Этилен и его образование в растениях, хлорэтилфосфоновая кислота.

Гербициды с антиметаболитным механизмом действия. Фосфометилглицин и механизм его гербицидного действия, сульфонилгетерилмочевины. Средства борьбы с патогенными грибами: фунгициды и антимикотики. Микотоксины и роль фунгицидов в сохранении сельскохозяйственной продукции. Контактные и системные фунгициды. Вещества, нарушающие биосинтез эргостерина. Триазольные и имидазольные

фунгициды и антимикотики. Применение антимикотиков в медицине, тербинафин.

Фунгициды, нарушающие клеточное дыхание. Стробилурин и его аналоги. Азоксистробин. Вещества нарушающие процесс клеточного деления. Бензимидазольные фунгициды. Карбендазим.

Инсектоакарициды и их роль в сельском хозяйстве. Хлорорганические инсектициды, ДДТ, гексахлоран, производные перхлорциклопентадиена. Экологические последствия применения персистентных хлорорганических препаратов. Фосфорорганические инсектициды и ингибиторы холинэстеразы в качестве лекарственных средств. Синтез тионфосфатов, хлорофоса, и дихлофоса. Производные дитиофосфорной кислоты: малатион, диметоат.

Пиретрины и пиретроиды, механизм инсектицидной активности, биорациональный подход к структуре пиретроидов. Синтез хризантемовой кислоты.

Регуляторы роста и развития насекомых, ингибиторы биосинтеза хитина, ювеноиды и экдизоиды. Димелин, метопрен. Применение феромонов. Биологические способы борьбы с насекомыми вредителями.

3. Токсиканты и лекарства, нарушающие течение биоэнергетических процессов.

Блокировка катаболизма алкилаторами, производными тяжелых металлов, фторацетатом и цианидами. Противораковые средства на основе 2-хлорэтиламина и другие цитостатики.

Антикоагулянтная и геморрагическая активность структурных аналогов витамина К, применение производных 4-гидроксикумарина и 1,3-индан-диона в качестве зооцидов и лекарственных средств. Сульфамидные препараты как антиметаболиты фолиевой кислоты.

4. Психохимические лекарственные препараты

Центральная и периферическая нервная система, нервно-мышечная передача. Нейромедиаторы центральной и периферической нервной системы. Нарушение баланса нейромедиаторов в ЦНС в качестве основы психохимии.

Холинэргический синапс. Строение нейрона возбуждения, передача нервного импульса по аксону, синаптическое окончание. Нарушение работы натриевого и калиевого канала, Na,K-АТФ-азы. Экзоцитоз ацетилхолина и ботулотоксин. Агонисты и антагонисты ацетилхолина в М- и N-холинорецепторах (ХР), организация ХР в двигательных концевых пластинках, гипотеза Хромова-Борисова. Замещенные карбаматы с лекарственным и

инсектицидным действием. Карбарил. Холинэстераза, обратимое и необратимое ее ингибирование, антидотные композиции. Диизопропилфторфосфат, и 2- ПАМ.

γ -Аминомасляная кислота и ГАМК-эргический синапс, блокировка сигнала возбуждения за счет гиперполяризации мембраны. Комплекс рецепторов ГАМК-эргического синапса. Агонисты и антагонисты ГАМК в качестве лекарственных средств. Бензодиазепины, фармакологическая активность барбитуратов и фенитоина. Хлорный канал и его блокировка бициклическими эфирами, силатранами.

Ингибиторы циклооксигеназ в качестве лекарственных средств (ацетилсалициловая кислота, ибупрофен, бутадион). Внутривенные анестетики и наркотические препараты. Морфин, диацетилморфин и кодеин, спектр биологической активности. Пути модификации структуры морфина, антагонисты морфина и применение их в качестве лекарственных средств. Просидол, фентанил, трамадол. Механизм привыкания и развития болезненного пристрастия к наркотикам. Энкефалины, эндорфины и другие нейропептиды.

3. «Основы проектирования производств фармацевтических субстанций и химических средств защиты растений», «Основы проектирования производств тонкого органического синтеза»

1. Введение.

Проектирование, его роль и место в процессе создания научно-технического потенциала и производительных сил.

Основные принципы проектирования производств БАВ и полупродуктов для их производства.

2. Основы технологии проектирования

Организация проектных работ. Экономические критерии эффективности производства. Основные стадии проектирования и исходные данные. Технико-экономическое обоснование, проект, последовательность выполнения проекта. Задачи и критерии решений, принимаемых при проектировании. Мощность производства, точка строительства, проблемы обеспеченности сырьем и энергетикой, отходы производства и их утилизация. Экология и природоохранные мероприятия. Генплан и кооперирование с подрядными организациями. Инженерные коммуникации и сооружения.

Технологическое проектирование, основные задачи. Периодические и непрерывные производства. Понятие о гибких автоматизированных производствах (ГАПС).

Основные модули технологического модуля. Подготовка сырья, химическое превращение, разделение и очистка продукта, утилизация отходов.

Автоматизация и управление технологическим процессом. Охрана труда. Согласование и утверждение проекта. Авторский надзор.

3. Принципы проектирования реакционных узлов в технологиях БАВ.

Материальные и тепловые процессы. Расчет процессов периодических и непрерывных. Расчет реакторов идеальных в изотермических и неизотермических условиях. Диагностика режима эксплуатации.

4. Элементы анализа и синтеза ХТС в технологиях БАВ. Критерии оптимизации химико-технологического процесса.

Приведенные затраты и их структура. Доход предприятия и его анализ. Особенности автоматизированного проектирования в технологиях БАВ. Примеры производств БАВ и их полупродуктов, принципиальные технологические схемы, расчет материальных потоков для конкретных реакторных узлов.

Оценка подходов к принятию решений по оптимизации работы одного из технологических модулей.

4. «Промышленная органическая химия», «Теория технологических процессов тонкого органического синтеза»

1. Роль процессов окисления в промышленности органического синтеза. Современные представления о механизме жидкофазного окисления углеводородов, катализаторы и ингибиторы реакции. Жидкофазные процессы окисления. Особенности и условия проведения процессов окисления в промышленности органического синтеза.

Способы промышленного получения фенола. Применение фенола. Способы промышленного получения ацетона. Применение ацетона. Способы получения и применение уксусной кислоты. Способы получения и применение формальдегида.

Способы получения и применение этиленоксида и пропиленоксида.

Способы получения и применение адипиновой кислоты.

Способы получения малеинового и фталевого ангидридов. Применение

фталевого ангидрида. Окислительный аммонолиз. Синильная кислота – ее химические, токсические свойства, способы получения и применение. Обезвреживание отходов производства.

2. Классификация реакций восстановления и гидрирования. Селективность процессов, катализаторы, влияние условий. Применение реакций гидрирования в промышленности.

Анилин – методы получения и использование. Изоцианаты и полиуретаны.

Получение метанола и его применение.

3. Реакции гидратации алкенов, получаемые продукты. Способы получения ацетальдегида, его применение. Способы получения и применение этанола и изопропанола.

Способы получения и применение сложных эфиров. Алкилирующие агенты и катализаторы O-, S-, N-, C-алкилирования. Применение реакций алкилирования в промышленности. Алкилирование ароматических углеводородов.

4. Использование реакций галогенирования и галогенпроизводных в органическом синтезе. Хлорирование метана, способы получения хлорметанов и их применение. Галогенирование алкенов. Нуклеофильное галогенирование спиртов. Галогенирование карбонильных соединений.

Галогенирование карбоновых кислот в цепь и по карбонильной группе. Способы получения и применение хлоруксусных кислот.

Галогенирование ароматических соединений в ядро и боковую цепь. Катализаторы и условия реакций. Получение хлорбензола и его применение.

Аддитивное галогенирование и гидрогалогенирование алкенов. Способы получения 1,2-дихлорэтана, его применение. Методы получения и применение хлористого этила. Реакции хлоргидрирования и аналогичные процессы. Хлорирование и гидрохлорирование ацетилена. Способы получения и применение винилхлорида.

Особенности фторорганических соединений, их свойства, применение. Способы введения атома фтора в органические соединения. Хлорфторуглероды (хладоны), способы получения, применение.

Примерное содержание вопросов по программе «Химия и технология биологически активных веществ»

Технологические вопросы:

1. Производства тонкого органического синтеза и их специфика. Особенности производства БАВ.
2. Сырьевая база производств биологически активных веществ.
3. Способы организации производства. Факторы, обуславливающие выбор химического реактора.
4. Особенности анализа и синтеза химико-технологических схем в технологии тонкого органического синтеза. Совмещенные технологические схемы. Понятие о гибких автоматизированных производствах (ГАПС).
5. Химическая схема синтеза, как основа разработки технологии БАВ. Факторы, определяющие технологичность процесса, на примере одного из продуктов тонкого органического синтеза.
6. Тепловой расчет реактора периодического действия. Расчет теплового эффекта химического процесса.
7. Материальный баланс технологического процесса. Расчет и применение.
8. Критерии экономической эффективности производства. Особенности экономики производства БАВ.
9. Выбор способов перемещения жидкофазных смесей. Выбор перемешивающего устройства.
10. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.
11. Удаление, улавливание, утилизация и обезвреживание отходов производств БАВ
12. Методы получения органических сульфокислот и сульфохлоридов в химической технологии БАВ.
13. Методы получения органических нитросоединений в химической технологии БАВ
14. Методы получения органических галогенидов в химической технологии БАВ.
15. Методы восстановления в химической технологии БАВ.
16. Методы окисления в химической технологии БАВ.
17. Методы замещения галогена в органической молекуле на другие

функциональные группы в химической технологии БАВ.

18. Применение реактора идеального смешения при производстве БАВ, преимущества и недостатки.

19. Применение реактора идеального вытеснения при производстве БАВ и их прекурсоров, преимущества и недостатки.

20. Селективность, как один из основных технологических показателей. Влияние способов организации технологического процесса на селективность.

21. Способы галогенирования органических соединений в условиях реакций радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения и присоединения. Галогенирующие агенты, используемые в промышленности.

22. Радикальное окисление углеводородов кислородом. Значение реакции в промышленности, хозяйстве, быту, для живых организмов. Инициаторы, катализаторы, ингибиторы реакции, их применение и роль в физиологических процессах.

Теоретические вопросы.

1. Классификация биологически активных веществ (БАВ). Основные методы и подходы при разработке БАВ.

2. Биомедицинские препараты: природные, синтетические и модифицированные природные вещества.

3. Пути поступления ксенобиотиков в организм, две фазы метаболической трансформации.

4. Строение и химические свойства моно-, ди-, олиго- и полисахаридов; их роль в живой природе

5. Пестициды: определение, классификация, смесевые препараты, синергизм.

6. Определение начальной, медианной и абсолютной токсичности, эффективная доза, индекс безопасности. Определение ПДК.

7. Карбаматы с инсектицидными и лекарственными свойствами, получение, механизм действия.

8. Пиридоксальфосфатзависимые ферменты, функции в организме, их ингибиторы.

9. Фосфорорганические инсектициды: получение, механизм действия. Зависимость активности от строения производных кислот фосфора (формула Шрадера).

10. Хлорорганические инсектициды: получение, механизм действия,

особенности применения.

11. Строение, синтез и биологическая активность пиретринов и пиретроидов.

12. Строение рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот. Процессы репликации, транскрипции и трансляции и их ингибиторы.

13. Структурные классы липидов. Строение клеточных мембран. Межмембранный потенциал и транспорт веществ через клеточные мембраны.

14. Номенклатура и классификация ферментов. Теории ферментативного катализа. Механизмы регуляции активности ферментов. Простетические группы, коферменты и кофакторы в составе ферментов, регуляторные и каталитические (активные) центры в ферментах.

15. Витамины в роли предшественников коферментов. Влияние тяжелых металлов на работу ферментов.

16. Цикл Кребса и его роль в процессах функционирования живых систем. Ингибиторы цикла.

17. Гемостаз. Свертывающая и противосвертывающая, фибринолитическая и антифибринолитическая системы крови. Витамин К и антикоагулянты.

18. Аденозинтрифосфат в роли универсального носителя химической энергии в метаболических процессах.

19. Катаболические превращения углеводов, аминокислот и жирных кислот; генерирование восстановительного потенциала

20. Окислительное фосфорилирование и синтез АТФ

21. Фотосинтез. Гербициды, блокирующие транспорт электронов в фотосистеме II, акцепторы электронов в фотосистеме I.

22. Гербициды, нарушающие биосинтез и функционирование хлорофиллов.

23. Основные принципы нейрогуморальной регуляции. Гормоны, цитокины и нейромедиаторы.

24. Холинэргический синапс. Агонисты и антагонисты ацетилхолина.

25. Холинэстераза, ее обратимое и необратимое ингибирование, антидоты.

26. Нейромедиаторы центральной и периферической нервной системы.

Нарушение баланса нейромедиаторов в ЦНС в качестве основы

психохимических процессов.

27. *Гамма-аминомасляная кислота и ГАМК-эргический синапс. Агонисты и антагонисты ГАМК.*

28. *Седативно-снотворные препараты. Барбитураты и бензодиазепины.*

29. *Лекарственные средства - ингибиторы циклооксигеназ. Нестероидные противовоспалительные препараты.*

30. *Энкефалины, эндорфины и другие нейропептиды как факторы антиноцицептивной системы.*

31. *Наркотические анальгетики природного происхождения и их синтетические аналоги, получение, механизм действия.*

32. *Нейростимуляторы: строение, получение, механизм действия, особенности применения.*

33. *Местные обезболивающие средства: строение, получение, механизм действия.*

34. *Антагонисты гистамина в H1- и H2-рецепторах: строение, получение, механизм действия.*

35. *Контактные и системные фунгициды. Дитиокарбаматы и замещенные бензимидазолы.*

36. *Никотин и неоникотиноиды: получение, механизм действия, особенности применения.*

37. *Биорациональные инсектициды. Ювенильный гормон и ювеноиды.*

38. *Азольные фунгициды: получение, механизм действия, особенности применения.*

39. *Ингибиторы клеточного дыхания: стробилурин и его аналоги, получение, механизм действия.*

40. *Инсектицидная активность арилтиофосфатов и дитиофосфатов, механизм действия.*

41. *Биосинтез ароматических и алифатических аминокислот в растениях и его ингибиторы. Получение ингибиторов и особенности их применения.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002
2. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000.
3. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
4. Солвей Дж.Г. Наглядная медицинская биохимия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011.
5. Мельников Н.Н., Пестициды. Химия, технология и применение. М.: Химия, 1987, 712 с.
6. Николс Д., Мартин Р., Валлас Б., Фукс П. От нейрона к мозгу: Пер. с англ.- М.: Едиториал УРСС, 2003. – 672 с.
7. Альберт А. Избирательная токсичность. В двух томах. Т. 1 – М.: Медицина, 1989, 400 с., Т. 1 – М.: Медицина, 1989, 432 с.
8. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М., Высшая школа, 2010 408 с.
9. Химия и технология ароматических соединений: учебн. пособие / В.Н. Лисицын. – М.: ДеЛи плюс, 2014. – 391с
10. Н.Н.Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефте- химического синтеза. М.: Химия, 1988. – 459с
11. Перевалов В.П., Колдобский Г.И. Основы проектирования и оборудование производств тонкого органического синтеза. – М.: Химия, 1997. – 288с.
12. Коваленко Л.В., Попков С.В., Психоактивные соединения. Химия и биологическая активность: Учебное пособие / М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2012, - 124 с.
13. Захарычев, В. В. Химия гербицидов / В. В. Захарычев. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 592 с. — ISBN 978-5-507-50798-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/201185> (дата обращения: 26.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Захарычев, В. В. Грибы и фунгициды : учебное пособие для вузов / В. В. Захарычев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-8962-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185951> (дата обращения: 26.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Захарычев, В. В. Химия биологически активных веществ. Фитогормоны, биостимуляторы и другие регуляторы роста растений : учебник для вузов / В. В. Захарычев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 412 с. — ISBN 978-5-507-49751-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/436031> (дата обращения: 26.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей