

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.05.2025 17:27:19
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени
Патриса Лумумбы»**

АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ) ОП ВО

Изучение дисциплин ведется в рамках освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО)

«Фундаментальная и прикладная химия»

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

реализуемой по направлению подготовки/специальности:

04.04.01 «Химия»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

2024 г.

Наименования дисциплины	Актуальные задачи современной химии
Объём дисциплины	11 ЗЕ (396 час.)
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные тенденции развития естественных наук	Тема 1.1. Концепции современной химии и их практическое применение. Химия как фундаментальная наука.
Раздел 2. Актуальные вопросы катализа	Тема 2.1. Сущность явления катализа, типы катализаторов. Катализ металлами и кластерами. Носители для катализаторов. Промышленный катализ, ферментативный катализ.
Раздел 3. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии	Тема 3.1. Ракетное топливо, его эффективность. Автомобильные бензины. Детонационная стойкость. Октановое число. Проблема фальсификации. Нормы Евро, регламентирующие содержание бензола, ароматических углеводородов и серо- содержащих соединений. Выбросы автотранспорта и проблемы экологии.
Раздел 4. «Зелёная химия»	Тема 4.1. Роль и задачи "зеленой" химии на фоне производства и потребления химических веществ. Взаимодействие "зеленой" химии и экологии. 12 принципов «Зелёной химии».
Раздел 5. Современные методы выделения органических соединений	Тема 5.1. Классические методы выделения органических соединений (фильтрование, перегонка, перекристаллизация, экстракция, хроматография).
	Тема 5.2. Твердофазный синтез. Использование ионных жидкостей. Перфторированные системы.
Раздел 6. Современные подходы к проведению химических реакций	Тема 6.1. Использование микроволнового облучения и ультразвука. Проточный синтез. Реагенты на основе гипервалентного йода.
Раздел 7. Использование защитных групп в органическом синтезе	Тема 7.1. Основные принципы введения и удаления защитных групп. Защита гидроксила. Защита амино- группы. Защита карбоксильной группы.
Раздел 8. Введение в металлокомплексный катализ. Введение в органокатализ. Реакции циклоприсоединения в органическом синтезе.	Тема 8.1. Основы комплексообразования. Каталитические методы гидрирования. Основные принципы органокатализа. Важнейшие классы циклоприсоединения в органической химии.
Раздел 9. Химия биоконъюгатов	Тема 9.1. Виды и классы биоконъюгатов с органическими соединениями.
Раздел 10. Квантово-химические расчеты	Тема 10.1. Современные методы расчета в определении механизмов химических реакций и предсказании полезных свойств.
Раздел 11. Определение структуры природных соединений	Тема 11.1. Примеры использования комплекса физико-химических методов исследования для определения структуры нескольких природных соединений.
Раздел 12. Химия и	Тема 12.1. Разработка новых наноматериалов.

наступающая нанотехнологий	эра	Разработка методов сборки крупных молекул из атомов с помощью наноманипуляторов. Получение новых нанокатализаторов.
Раздел 13. Суперкритические флюидные технологии в химии природных соединений		Тема 13.1. Основные области практического использования сверхкритических веществ. Развитие суб- и суперкритических жидкостных технологий для процессов экстракции и химического синтеза.
Раздел 14. Теоретическое моделирование и компьютерный дизайн новых молекулярных и наноразмерных структур и молекулярный дизайн и химических реакций		Тема 14.1. Перспективы использования компьютерного моделирования в области нанотехнологий. Основные направлениями компьютерной химии: создание принципиально новых компьютерных программ поиска и отбор новых эффективных веществ. Тема 14.2. Молекулярный дизайн макромолекулы с управляемыми биологическими функциями.
Раздел 15. Спиновая химия		Тема 15.1. Молекулярная электроника и спинтроника. На пути к созданию молекулярного компьютера. Дизайн молекулярных магнетиков.
Раздел 16. Хемосенсорика		Тема 16.1. Хемосенсорика – новое направление органической, аналитической и координационной химии. Направленный синтез, фото- и магнетохимия бистабильных органических и металлоорганических структур.
Раздел 17. Органические и элементоорганические соединения для светоизлучающих диодов		Тема 17.1. Основные характеристики электролюминесцентных устройств на основе органических соединений. Светоизлучающие диоды на основе органолантаноидов.
Раздел 18. Органические фотохромные соединения		Тема 18.1. Органические фотохромные соединения: структурный дизайн и практические применения. Разнообразие фотохромных соединений и систем.

Наименование дисциплины	«Иностранный язык в профессиональной деятельности»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Академические навыки в научно-исследовательской деятельности магистра.	Тема 1.1. Развитие навыков говорения, письма, аудирования, целенаправленного чтения в рамках следующих тем: Education and Studying, Science and its Commercialisation, Job, Career and Employee's skills, Managing scientific and business communication, Studying in Russia and Abroad, Academic and Educational Mobility.
	Тема 1.2. Формирования базовых компетенций эффективной коммуникации в рамках заявленной проблематики академического и бизнес дискурсов.
Раздел 2. Практический курс профессионально-ориентированного перевода	Тема 2.1. Специфика профессионально-ориентированного перевода.

Наименование дисциплины	«Иностранный язык в профессиональной деятельности»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	Тема 2.2. Терминологические реалии профессионально-ориентированного перевода.
	Тема 2.3. Предметное поле профессионально-ориентированного перевода (на примере направления подготовки обучающихся)
Раздел 3. Подготовка к написанию и защите ВКР на английском языке	Тема 3.1. Требования к структуре, содержанию и языку ВКР. Стилистическое и пунктуационное оформление ВКР.
	Тема 3.2. Требования к оформлению библиографии.
	Тема 3.3. Требования к составлению и представлению научной презентации.

Наименование дисциплины	«Экспериментальные методы исследования в химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	19/684
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основы техники безопасности работы в химической лаборатории	Тема 1.1. Основные понятия техники безопасности при работе в химической лаборатории с различными веществами.
	Тема 1.2. Принципы работы оборудования. Основы оказания первой помощи.
Раздел 2. Современное состояние исследований в органической химии, сравнение ожидаемых результатов с мировым уровнем	Тема 2.1 Выбор темы литературного обзора совместно с руководителем. Сбор, обработка и систематизация литературного материала. Составление плана литературного обзора квалификационной работы.
Раздел 3. Химический эксперимент	Тема 3.1. Обсуждение экспериментальных деталей выполнения научных исследований. Освоение экспериментальных методов работы в химических лабораториях.
	Тема 3.2. Выполнение экспериментов, соответствующих выбранной тематике исследования.
	Тема 3.3. Основы химического эксперимента, основные синтетические методы получения и исследования химических веществ и реакций; методы регистрации и обработки результатов химических экспериментов.
Раздел 4. Анализ и обобщение полученных результатов	Тема 4.1. Анализ и обобщение полученных результатов с использованием современных литературных данных и методов обработки.

Наименование дисциплины	«Теоретическая органическая химия»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Химическая связь в органических соединениях. Электронные эффекты.	Тема 1.1. Типы химических связей. Гибридизация. Локализованные и делокализованные химические связи. Многоцентровые связи. Метод молекулярных орбиталей.
	Тема 1.2. Индуктивный эффект и эффект сопряжения. Эффекты сверхсопряжения. Зависимость эффектов от строения молекул.
Раздел 2. Кислотно-основные свойства и пространственное строение органических соединений.	Тема 2.1. Органические кислоты и основания, влияние стерических и электронных эффектов на кислотно-основные свойства, сольватация. Принцип жестких и мягких кислот и оснований.
	Тема 2.2. Конформации ациклических и циклических молекул. Влияние конформации на реакционную способность. Хиральность и симметрия. Оптическая активность. Типы хиральных молекул. Энантиомеры и диастереомеры.
Раздел 3. Механизмы органических реакций. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду, Реакции элиминирования и присоединения по кратным связям.	Тема 3.1. Общие представления о механизмах органических реакций. Промежуточные частицы в превращениях органических соединений. Методы установления и изучения механизмов органических реакций.
	Тема 3.2. Реакции S_N1 , S_N2 , S_Ni . Влияние строения, субстрата и условий проведения реакций на механизм. $E1$ и $E1cB$ механизмы, $E2$ -механизм. Факторы, влияющие на механизм реакций отщепления. Механизмы электрофильного присоединения по $C=C$ -связи и нуклеофильного по $C=O$ -связи. Роль кислотности среды при присоединении к $C=O$.
Раздел 4. Ароматичность. Замещение в ароматическом ряду. Перициклические реакции. Перегруппировки	Тема 4.1. Типы ароматических систем. Критерии ароматичности. Антиароматичность. Электрофильное замещение: реагенты, π - и σ -комплексы. Нуклеофильное замещение: механизм процесса, комплексы Мейзенгеймера. Ариновый механизм.
	Тема 4.2. $[4+2]$ -Циклоприсоединение, синхронность процесса, влияние заместителей. Правила Вудворда-Гофмана. Перегруппировки: нуклеофильные, электрофильные и свободно-радикальные. Перегруппировки Коупа и Кляйзена.

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение	Тема 1. Методы органической химии как основа теоретической и экспериментальной органической химии. Классификация реагентов: электрофильные, нуклеофильные и радикальные реагенты. Классификация реакций в органической химии: реакции

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	гетеролитические и гомолитические. Порядок реакций. Типы реакций.
Раздел 2. Нитрование	Тема 2.1. Прямое и не прямое нитрование. Нитрующие агенты. Нитрование ароматических соединений. Понятие о механизме реакции. Нитроний-катион. Влияние заместителей на нитрование ароматических соединений. Нитрование бензола, толуола, фенола, анилина, нафталина, бензойной кислоты, хлорбензола. Защита аминогруппы и альдегидной группы при нитровании. Побочные реакции при нитровании ароматических соединений. Нитрование фурана, пиррола, тиафена, пиридина. Нитросоединения алифатического ряда. Реакция Коновалова. Парофазное. Понятие о механизме нитрования алифатических соединений. Непрямое нитрование. Реакция замены галоида и сульфогруппы на нитрогруппу.
	Тема 2.2. Синтез 5-нитрофуран-2-карбальдегида (5-нитрофурфурола)
Раздел 3. Сульфирование	Тема 3. Сульфирующие агенты. Сульфирование ароматических соединений. Обратимость реакций. Влияние концентрации серной кислоты и температуры на ход сульфирования. Сульфирование бензола, толуола, фенола, антрахинона. Влияние катализаторов. Получение сульфаниловой кислоты. Побочные реакции при сульфировании. Получение хлорангидридов сульфокислот. Особенности выделения и идентификации сульфокислот. Обмен сульфогруппы на Н, ОН и CN-группы. Сульфирование парафинов и олефинов. Реакции сульфохлорирования. Сульфирование гетероциклических соединений.
Раздел 4. Галогенирование	Тема 4.1. Агенты галогенирования: свободные галоиды, галогеноводородные кислоты, галоидные соединения фосфора, хлористый тионил, диоксандибромид, N-бромсукцинимид, дихлормонооксид. Галогенирование ароматических соединений как реакция электрофильного замещения. Механизм реакции, роль катализатора. Условия введения галогена в ароматическое ядро и в боковую цепь. Дихлормонооксид как селективный реагент по отношению к бензильному хлорированию. Различия в механизмах обеих реакций и в свойствах полученных галогенопроизводных. Галогенирование гетероциклических соединений. Реакция галогенометилирования. Радикальное замещение водорода галогеном. Методы введения галогена в олефины в аллильное положение. Термическое хлорирование пропилена. Присоединение бромистого водорода к C = C -связи в присутствии перекисей (эффект

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	Хараша). Полигалогенопроизводные. Реакция теломеризации и ее механизм. Электрофильное присоединение галогена и галогеноводородов по кратной связи. Присоединение галогенов к олефинам. Условия этой реакции и ее механизм. Стереоспецифичность реакции галогенирования циклоолефинов. Присоединение галогенов к ацетиленам и диеновым углеводородам. Гидрогалогенирование олефинов. Зависимость течения этой реакции от природы олефина, галогеноводорода, условий реакций. Правило Марковникова. Механизм реакции гидрогалогенирования. Галогенирование карбонильных соединений. Получение α - и β - галогензамещенных карбонильных соединений. Галоформная реакция. Метод введения галогенов в α - положение карбоновых кислот (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского). Замещение галогенов в алкилгалогенидах. Подвижность галогенов. Гидролиз алкилгалогенидов как реакция нуклеофильного замещения. Механизмы $S_N 1$ и $S_N 2$. Влияние на скорость и тип нуклеофильного замещения различных факторов: структуры исходного вещества (электронные и пространственные факторы), нуклеофильной активности замещающей группы, природы замещаемой группы и растворителя. Тема 4.2. Синтез 1,5-бис(2-гидроксифеноксид)-3-(оксапентана). Синтез краунэфира (реакция пирокатехина с 1,5-дихлор-3-пентаном)
Раздел 5. Восстановление нитрогруппы	Тема 5. Восстановление нитрогруппы в ароматическом ряду. Восстанавливающие агенты. Восстановление в щелочной, нейтральной и кислой средах. Продукты неполного восстановления - нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси -, азо - и гидразосоединения. Перегруппировка продуктов неполного восстановления. Бензидиновая и семидиновая перегруппировки. Восстановление в кислой среде. Техническое получение анилина. Парциальное восстановление. Получение нитроаминов, диаминов, аминифенолов.
Раздел 6. Аминирование	Тема 6.1. Введение аминогруппы путем замены атома водорода в ароматическом или гетероциклическом ядре. Реакция Чичибабина. Замена галоида на аминогруппу (реакция Гофмана). Синтез первичных аминов из галогенидов и фталимида калия, галогенидов и уротропина. Синтез вторичных аминов взаимодействием галогенидов с цианамидами металлов. Замена гидроксильной группы на аминогруппу. Условия реакции. Совместная каталитическая дегидратация бутандиола и аммиака (аминов). Замена гидроксильной

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	группы на аминогруппу в ароматическом ряду (реакция Бухерера). Реакции простых эфиров и α-окисей с аммиаком и аминами. Получение этаноламинов. Синтез аминов из альдегидов и кетонов. Восстановительное аминирование. Восстановление оксимов и оснований Шиффа. Реакция Лейкарта. Перегруппировка Бекмана, ее механизм. Аминометилирование кетонов, фенолов, гетероциклических соединений (реакция Манниха). Получение аминов из производных кислот. Перегруппировка Гофмана, Курциуса, Шмидта. Восстановление нитрилов. Тема 6.2. Синтез фурфурилиденанилина
Раздел 7. Восстановление кислородсодержащих соединений	Тема 7. Общие представления об окислительно-восстановительных процессах в органической химии. Восстанавливающие агенты; металлы: натрий, амальгама натрия, магний, цинк, алюминий; комплексные гидриды металлов: алюмогидрид лития, боргидриды щелочных металлов; алкоголяты алюминия; йодистоводородная кислота. Органические восстановители. Восстановление кислот и их производных до альдегидов, спиртов и углеводов. Восстановление хлорангидридов кислот по Розенмунду-Зайцеву. Получение альдегидов из нитрилов и гидразидов кислот. Получение спиртов из кислот и из сложных эфиров действием алюмогидрида лития. Восстановление альдегидов и кетонов. Получение спиртов действием изопропилата алюминия (Меервейн-Пондорфф-Верлей). Восстановление действием натрия, амальгамы натрия и амальгамированного магния. Образование пинаконов, механизм реакции. Реакция Канниццаро, «перекрестная» реакция Канниццаро. Реакция Тищенко. Восстановление карбонильных соединений действием алюмогидрида лития и боргидридов металлов. Получение углеводов из карбонильных соединений действием амальгамированного цинка (Клемменсен) и гидразингидрата (Кижнер). Видоизменения реакции Кижнера. Восстановление α-, β-непредельных карбонильных соединений. Восстановление хинонов.
Раздел 8. Окисление	Тема 8. Окисляющие агенты: кислород, озон; окислы металлов - хромовый ангидрид, двуокись марганца, двуокись свинца, четырехокись осмия, окись серебра, двуокись селена; перекисные соединения: перекись водорода, надуксусная и моноперфталевая кислота, кислота Каро; соли: перманганат калия, бихроматы, гипохлорит натрия, тетраацетат свинца; кислоты; азотная, серная, хлорноватистая, йодная. Окисление двойной углерод-углеродной связи. Каталитическое

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	получение окиси этилена. Действие на олефины надкислот (реакция Прилежаева). Транс-размыкание эпоксидного кольца как S_N2 реакция. Образование цикликолей по реакции Вагнера. Озонирование двойной связи. Установление структуры олефинов путем озонлиза. Окисление углеводов до спиртов, альдегидов и кетонов, кислот. Двуокись селена, как специфический реагент окисления в аллильном положении и получении альдегидов. Особые случаи окисления углеводов. Кумольный процесс. Образование гидроперекиси кумола и распад её до фенола и ацетона. Окисление ароматических углеводов до хинонов. Получение малеинового ангидрида из бензола и фталевого ангидрида из нафталина. Окисление спиртов и диолов. Окисление Бекмановской смесью; возможные побочные реакции. Окисление по Оппенауэру. Каталитическое дегидрирование спиртов. Окисление гликолей с расщеплением углерод-углеродной связи (тетраацетат свинца и йодная кислота). Получение кислот из спиртов. Окисление альдегидов и кетонов. Аутоокисление бензойного альдегида. Окисление альдегидной группы в углеводах. Правило Попова окисления кетонов. Окисление кетонов действием надкислот (Байер-Виллигер). Понятие о биохимическом окислении.
Раздел 9. Диазотирование	Тема 9. Значение диазосоединений в органическом синтезе и промышленности азокрасителей. Реакция диазотирования, её механизм. Роль минеральной кислоты в реакции диазотирования. Диазотирование слабоосновных аминов и диаминов. Различные формы диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением азота. Замена диазогрупп на водород, гидроксил, галоиды, циан- и нитрогруппу. Реакции гомолитического арилирования (Гомберг-Бахман). Разложение двойных диазониевых солей (А.Н. Несмеянов). Реакции диазосоединений без выделения азота. Восстановление до арилгидразинов. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Выбор pH среды при азосочетании с аминами и фенолами. Влияние заместителей в бензольном ядре на активность диазо- и азокомпонентов в реакции азосочетания.
Раздел 10. Алкилирование	Тема 10.1. Алкилирующие агенты: галоидные алкилы, непредельные углеводороды, спирты. Механизм реакции алкилирования по Фриделю-Крафтсу. Катализаторы алкилирования и их активность. Выделение σ-комплексов. Влияние заместителей в ароматическом ядре на лёгкость алкилирования. Побочные реакции при

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	алкилировании: изомеризация алкильного радикала, полиалкилирование, реакция диспропорционирования. Реакции ди- и полигалогенпроизводных с ароматическими углеводородами. Карбены, их образование, строение. Синглетный и триплетный метилен. Реакции внедрения карбенов по С-Н связи и присоединения к олефинам. Реакции карбенов с ароматическими соединениями (реагент Симмонса-Смита).
	Тема 10.2. Синтез 1,5-бис(2-гидроксифенокси)-3-(оксапентана). Синтез краунэфира (реакция пирокатехина с 1,5-дихлор-3-пентаном)
Раздел 11. Ацилирование	Тема 11.1 Ацилирующие агенты. получение кетонов по Фриделю-Крафтсу; механизм реакции. Внутримолекулярное ацилирование. Получение кетонов гетероциклического ряда. Синтез ароматических альдегидов с помощью окиси углерода и хлористого водорода (Гаттерман-Кох), синильной кислоты и хлористого водорода (Гаттерман), формилирование с помощью диметилформамида и хлорокиси фосфора (реакция Вильсмайера). Получение ароматических кислот. Синтез салициловой кислоты (Кольбе-Шмитт).
	Тема 11.2. Синтез 1-(2-тиенил)этанона (2-ацетилтиофена).
Раздел 12. Конденсация альдегидов и кетонов	Тема 12.1. Альдольная и кротоновая конденсации. Механизм реакции, роль катализаторов (оснований и кислот). Сравнительная активность альдегидов и кетонов. Конденсации альдегидов с малоновой кислотой, эфирами галоидозамещенных кислот, нитросоединениями, ацетиленом, циклопентадиеном, синильной кислотой. Конденсация ароматических альдегидов с ангидридами кислот (реакция Перкина), с ароматическими аминами и фенолами. Бензоиновая конденсация, её механизм. Влияние заместителей на бензоиновую конденсацию.
	Тема 12.2. Синтез фурфуриленанилина
	Тема 12.3. Синтез 1-фенил-2-нитропропена
Раздел 13. Конденсация сложных эфиров	Тема 13. Синтез эфиров β- кетокислот (конденсация Кляйзена). Механизм реакции синтеза ацетоуксусного эфира. Конденсирующие средства. Обратимость реакции. Использование эфиров муравьиной и щавелевой кислот в реакции Кляйзена. Конденсация эфиров дикарбоновых кислот (циклизация по Дикману). Конденсация сложных эфиров с кетонами и нитрилами. Ацилоиновая конденсация. Циклизация динитрилов по Циглеру. Применение ацетоуксусного эфира для синтеза кетонов и кислот.

Наименование дисциплины	«Методы органической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 14. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера)	Тема 14.1. Диеновые компоненты реакции Дильса-Альдера. Алифатические, циклические и гетероциклические диены (дивинил и его гомологи, циклопентадиен, циклогексадиен, фуран, винилциклогексен). Диенофилы: акролеин, акриловая кислота и ее производные, непредельные нитросоединения, малеиновый ангидрид, фумаровая кислота, хиноны, ацетилендикарбоновая кислота. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных групп на активность диена и диенофила в реакции Дильса-Альдера. Обратимость реакции Дильса-Альдера. Структурная направленность диенового синтеза. Стереоспецифичность реакции (эндо- и экзоформы). Условия проведения реакции, образование моно- и диаддуктов (хиноны, ацетилендикарбоновая кислота). Синтез мостиковых структур (эндоксо- и эндометиленциклогексановые системы). Реакция заместительного присоединения.
	Тема 14.2. Азодиеновый синтез: конденсация фулфурилиденанилина и дигидрофурана

Наименование дисциплины	«Методика работы с базами данных»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. “Классические” источники химической информации – реферативные журналы РЖ Хим., Chemical Abstracts, Beilshstein.	Тема 1.1. Знакомство студентов с основными источниками поиска химической информации в представленных реферативных журналах, способами поиска интересующей информации, возможностями представления и поиска химической информации в сети Интернет.
	Тема 1.2. Возможности, предоставляемые электронной версией Chemical Abstracts.
Раздел 2. Поиск патентной информации в Chemical Abstracts Patent Index	Тема 2.1. Знакомство с особенностями представления и поиска патентной информации.
	Тема 2.2. Знакомство с особенностями представления и поиска патентной информации.
Раздел 3. Поиск необходимых синтетических методик на сервере orgsyn	Тема 3.1. Знакомство студентов с другими электронными бесплатными источниками научной информации.
	Тема 3.2. Работа с сервером http://www.orgsyn.org/ и возможность поиска методов синтеза интересующих соединений.
Раздел 4. Бесплатные электронные версии журналов по органической химии: ARKIVOC, Beilshstein Journal	Тема 4.1. Работа с полнотекстовыми бесплатными электронными журналами в сети, особенности поиска интересующих статей в данном издании.

Наименование дисциплины	«Методика работы с базами данных»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
of organic chemistry, Bulletin of the Korean chemical society.	
Раздел 5. Сайт издательства Американского химического общества	Тема 5.1. Работа с полнотекстовыми журналами Американского химического сообщества.
	Тема 5.2. Способы поиска информации на сайте ACS.
Раздел 6. Патентная информация	Тема 6.1. Поиск патентов на сайте американского патентного бюро USPTO
	Тема 6.2. Поиск патентов на сайте европейского патентного бюро
Раздел 7. Возможности поиска химической информации, предоставляемые платными службами.	Тема 7.1. Sci-Finder
	Тема 7.2. Reaxys
Раздел 8. Поисковая система SCOPUS.	Тема 8.1. Работа в поисковой системе SCOPUS.

Наименование дисциплины	«Основы биотехнологии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение. Объекты биотехнологических производств.	Тема 1.1. Предмет биотехнологии. История развития биотехнологии. Цели и задачи биотехнологии. Основные современные области применения и перспективы биотехнологических процессов.
	Тема 1.2. Классификация организмов-продуцентов. Строение и химический состав клетки бактерий, растений, грибов и животных. Критерии подбора биологических объектов.
Раздел 2. Основы генной инженерии. Биотехнологический процесс.	Тема 2.1. Строение и функции ДНК и РНК. Генно-инженерные методы создания объектов биотехнологических производств. Принципы генной инженерии.
	Тема 2.2. Основные этапы биотехнологических производств. Культивирование биологических объектов. Конструкции биореакторов, обеспечивающие оптимальные условия протекания ферментации.
Раздел 3. Брожение и бродильные производства.	Тема 3.1. Гликолиз и брожение. Производство этанола и спиртных напитков. Использование дрожжей для производства белковой массы. Маслянокислое и ацетоно-бутиловое брожение.
	Тема 3.2. Молочнокислое брожение. Состав и переработка молока. Производство кисломолочных продуктов и сыра.
Раздел 4. Ферменты в биотехнологии. Производство органических кислот и углеводов.	Тема 4.2. Сферы применения и типы ферментов в биотехнологии, промышленности, бытовой химии, медицине. Методы выделения и очистки ферментов. Имобилизованные ферменты.
	Тема 4.2. Производство кислот: уксусной, пропионовой,

Наименование дисциплины	«Основы биотехнологии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	глюконовой, лимонной. Биотехнологическое производство фруктозного сиропа, полисахаридов (декстраны, ксантан). Производство α -аминокислот.

Наименование дисциплины	«Молекулярный спектральный анализ»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Принципы молекулярного спектрального анализа	Тема 1.1. Электромагнитный спектр. Основные характеристики излучения. Взаимодействие излучения с веществом. Основные особенности атомных и молекулярных спектров.
	Тема 1.2. Классификация методов молекулярного спектрального анализа. Значение молекулярного спектрального анализа в химии.
Раздел 2. Принципы ИК-спектроскопии	Тема 2.1 Особенности строения многоатомных молекул. Закон Гука и уравнение Шредингера в применении к многоатомным молекулам. Основные задачи теории колебаний молекул. Колебания многоатомной молекулы, как взаимосвязанной системы. Число возможных колебаний. Нормальные колебания и их свойства. Классификация нормальных колебаний.
	Тема 2.2. Симметрия молекул. Элементы классической теории инфракрасных спектров поглощения. Основы классической теории комбинационного рассеяния. Правила отбора. Характеристичность частоты в колебательном спектре молекулы. Особенности квантово-химического рассмотрения колебаний многоатомных молекул.
Раздел 3. Принципы количественной ИК-спектроскопии	Тема 3.1. Закон поглощения света. Способы представления спектрофотометрических величин. Инструментальные и физико-химические причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бееера. Факторы, определяющие интегральную интенсивность полос поглощения в инфракрасных спектрах. Экстраполяционный метод Буржена и др. Метод прямого интегрирования. Метод поправок.
	Тема 3.2. О точности измерения интенсивностей инфракрасных полос поглощения. Абсолютные интенсивности в инфракрасных спектрах молекул.
Раздел 4. Практические аспекты измерения ИК-спектров	Тема 4.1. Общая характеристика спектрометров для анализа ИК спектров. Источники излучения. Монохроматоры. Приемники инфракрасного излучения. Усилительные и регистрирующие устройства. Современные модели инфракрасных спектрометров. Градуировка призменных спектрометров.
	Тема 4.2. Техника приготовления образцов для анализа.
Раздел 5. ИК-спектроскопия	Тема 5.1. ИК-спектроскопия насыщенных углеводородов,

Наименование дисциплины	«Молекулярный спектральный анализ»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
органических соединений	олефиновых углеводородов, ацетиленовых углеводородов, ароматических углеводородов, галогено-органических соединений, карбонил- и гидроксилсодержащих соединений, аминов.
Раздел 6. Принципы УФ-спектроскопии	Тема 6.1. Природа ЭСП (электронных спектров поглощения). Классификация электронных переходов в молекуле и их отнесение. Интенсивности полос в ЭСП и правила отбора.
	Тема 6.2. Концепция хромофоров, ауксохромов и сопряженных хромофоров.

Наименование дисциплины	«Домино-реакции в синтезе гетероциклов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение. Классификация домино-реакций	Тема 1.1. Понятие домино-реакций. Терминологические противоречия – “каскадные”, “тандемные” и домино – процессы.
	Тема 1.2. Анионные, катионные, радикальные, перециклические домино-процессы – принцип отнесения к тому или иному типу.
Раздел 2. Анионные домино-реакции	Тема 2.1. Общая характеристика. Анионно-анионные процессы, анионно-радикальные реакции. Анионно-перециклические домино-реакции.
	Тема 2.2. Анионные реакции и катализ переходными металлами.
Раздел 3. Катионные домино-реакции	Тема 3.1. Общая характеристика. Катионно - катионные процессы.
	Тема 3.2. Катионно-перециклические реакции. Катионно-восстановительные домино реакции
Раздел 4. Радикальные домино-реакции	Тема 4.1. Общая характеристика.
	Тема 4.2. Радикально-радикальные домино процессы. Радикально-перециклические реакции.
Раздел 5. Мультикомпонентные домино-реакции	Тема 5.1. Общая характеристика. Реакции Стрекера, Бигинелли, Ганча, Уги, Пассерини примеры реакций и разбор механизмов.
Раздел 6. Домино-реакции, основанные на конденсации Кневенагеля	Тема 6.1. Общий пример реакции. Изучение механизма и разбор некоторых типичных случаев применения данного процесса.
	Тема 6.2. Различные варианты сочетания данной реакций с другими в синтезе более сложных структур.
Раздел 7. Конденсация Кневенагеля - циклоприсоединение	Тема 7.1. Примеры сочетания Конденсации Кнёвенагеля и различных типов циклоприсоединения ([1+4], [2+3], [2+4]) в синтезе пятичленных и шестичленных гетероциклических соединений.

Наименование дисциплины	«Домино-реакции в синтезе гетероциклов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 8. Конденсация Кневенагеля - циклоприсоединение	Тема 8.1. Примеры сочетания Конденсации Кнёвенагеля и присоединения по Михаэлю в синтезе пятичленных и шестичленных гетероциклических соединений.

Наименование дисциплины	«ЯМР органических соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение и теоретические основы метода ЯМР	Тема 1.1. ЯМР спектроскопия и её место среди физических методов изучения процессов и продуктов органической химии. Элементы теории явления ЯМР.
	Тема 1.2. История развития метода (И. Раби, Ф. Блох, Э. Пёрселл). Спиновые числа и магнитный момент атомов, эффект Зеемана, Ларморовские частоты.
	Тема 1.3. Условия магнитного резонанса. Спад свободной индукции. Времена продольной и поперечной релаксации.
Раздел 2. Строение ЯМР-спектрометра	Тема 2.1. Виды ЯМР-спектрометров. Принципиальная схема работы аппарата. Возможности.
	Тема 2.2. Описание метода проведения анализа, выходные данные, полученные после снятия спектра.
Раздел 3. Параметры спектров ЯМР ¹ H и ¹³ C	Тема 3.1. Применяющиеся растворители, внутренний и внешний стандарты. Параметры спектров ЯМР, их информативность. Ширина и интенсивность линии ЯМР.
	Тема 3.2. Интегрирование. Химический сдвиг. Химические сдвиги ядер ¹ H и ¹³ C органических молекул.
	Тема 3.3. Понятие о тонкой структуре спектров ЯМР ¹ H и ¹³ C, КССВ. Спин-спиновое взаимодействие.
Раздел 4. Особенности ЯМР различных классов органических соединений	Тема 4.1. Характеристичные сигналы в протонных и углеродных спектрах алкенов, алкинов, аренов, карбоновых кислот и карбонильных соединений. Их использование для установления структуры.
Раздел 5. Программа Триал	Тема 5.1. Ознакомление и основные приемы работы в программах Триал: фурье-преобразование спектров, настройка фаз 1-ого и 2-ого порядков, интегрирование, соотнесение сигналов, редактирование спектров и т.д.
Раздел 6. Расшифровка ¹ H спектров неизвестных соединений	Тема 6.1. Преобразование фидов ЯМР ¹ H для дальнейшей работы со спектром: определение пространственного строения органических соединений по данным
Раздел 7. Расшифровка ¹³ C спектров неизвестных соединений	Тема 7.1. Преобразование фидов ЯМР ¹ H для дальнейшей работы со спектром: определение пространственного строения органических соединений по данным ЯМР ¹³ C.
Раздел 8. Расшифровка спектров неизвестных соединений по совокупности данных ЯМР.	Тема 8.1. Преобразование фидов ЯМР ¹ H для дальнейшей работы со спектром: определение пространственного строения органических соединений по совокупности данных ЯМР ¹ H и ¹³ C с учётом величин КССВ.

Наименование дисциплины	«Сtereoхимия»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение. Основные понятия стереохимии	Тема 1.1. Stereoхимические особенности атома углерода, кремния, азота, фосфора, кислорода, серы.
	Тема 1.2. Stereoхимические модели и формулы.
	Тема 1.3. Конформация. Конфигурация.
Раздел 2. Хироптические явления и их структурные предпосылки	Тема 2.1. Хиральность. Плоскополяризованный свет. Поляриметрия.
	Тема 2.2. Энантиомерия и диастереомерия. Энантиотопия, диастереотопия. Типы элементов хиральности.
Раздел 3. Рацематы	Тема 3.1. Рацематы. Классификация и свойства рацемических смесей. Методы расщепления рацематов.
	Тема 3.2. Рацемизация. Использование природных оптически-активных веществ для разделения рацематов.
Раздел 4. Номенклатура пространственных изомеров	Тема 4.1. Номенклатура пространственных изомеров, энантиомеров и диастереомеров.
Раздел 5. Методы определения конфигурации асимметрических центров. Хироптические методы.	Тема 5.1. Относительная и абсолютная конфигурация. Методы определения абсолютной конфигурации: PCA, квазирацематы, химическая корреляция, хироптические методы (практическое применение).
	Тема 5.2. Дисперсия оптического вращения. Круговой дихроизм. Эффект Коттона. Кривые ДОВ и КД. Классификация хромофоров.
Раздел 6. Конформации алканов. Stereoхимия S _N -реакций	Тема 6.1. Конформация алканов (этан, бутан), моно- и дигалогеналканов. Конформации диастереомеров.
	Тема 6.2. Stereoхимия реакций нуклеофильного замещения в ряду алканов, алкилгалогенидов, спиртов.
Раздел 7. Stereoхимия реакций получения алкенов и процессов электрофильного присоединения по двойной связи.	Тема 7.1. Номенклатура алкенов. Устойчивость и взаимопревращения стереоизомерных алкенов. Получение π-диастереомеров.
	Тема 7.2. Stereoхимия реакций алкенов (электрофильное присоединение и окисление). Присоединение к алкинам.
Раздел 8. Stereoхимия диенов и циклоалканов. Реакции присоединения по тройной связи.	Тема 8.1. Сопряжённые диены. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Кумулены (аллены, кетенимины). Циклоалканы: циклопропан, циклобутан, циклопентан, циклогептан.
	Тема 8.2. Высшие циклы. Реакции циклизации, эффект Торпа-Ингольда. Получение алкинов, нуклеофильное и электрофильное присоединение по тройной связи.
Раздел 9. Циклогексан и его производные	Тема 9.1. Циклогексан. Циклоалкены и циклоалкины. Замещённые циклоалканы.
	Тема 9.2. Stereoхимические особенности протекания реакций в шестичленных циклах.
Раздел 10. Stereoхимия реакций присоединения по карбонильной группе	Тема 10.1. Циклогексаноны и их реакции. Синтезы на основе карбонильных соединений.
	Тема 10.2. Гидриндан. Декалин. Правило Крама, Фелкина-Она.
Раздел 11. Пространственное строение мостиковых и	Тема 11.1. Stereoхимия мостиковых, конденсированных и каркасных циклических систем.

Наименование дисциплины	«Стереохимия»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
каркасных систем	Тема 11.2. Пропелланы, ротаксаны, катенаны, ленты Мёбиуса.
Раздел 12. Особенности конформации насыщенных кислородсодержащих гетероциклов	Тема 12.1. Кислородсодержащие гетероциклы с одним и двумя атомами кислорода.
	Тема 12.2. Оптически активные соединения азота. Моносахариды. Пространственное строение.
Раздел 13. Цикло-цепная таутомерия в моно- и дисахаридах	Тема 13.1 Цикло-цепная таутомерия. Дисахариды, мутаротация.
Раздел 14. Конформация, получение и реакционная способность производных с кратной связью C=N. Насыщенные азотсодержащие гетероциклы	Тема 14.1. Азотсодержащие гетероциклы. Пиперидин и его производные. Декагидрохиолин.
	Тема 14.2. Соединения со связью C=N (N=N): оксимы, гидразины, азометины, диазосоединения.
	Тема 14.3. Конформация амидов и их аналоги.
Раздел 15. Стереохимические особенности в ряду аренов	Тема 15.1. Конформация ароматических соединений. Оптически активные соединения типа бифенила
	Тема 15.2. Атропоизомерия. Циклофаны и анса-соединения. Гелицены. Металлоцены. Молекулярные пропеллеры. Спираны.
Раздел 16. Асимметрический синтез и катализ. Подходы к энантио- и диастереоселективному синтезу.	Тема 16.1. Асимметрический синтез. Синтезы на базе хиральных исходных. Асимметрический катализ. Синтезы в хиральных средах.
	Тема 16.2. Примеры энантио- и диастереоселективного синтеза. Реакции Виттига. Электроциклические реакции. Правила Болдуина. Иодолактонизация.

Наименование дисциплины	«Основы дизайна лекарственных препаратов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение. Методологические основы создания лекарственных препаратов.	Тема 1.1. Науки, связанные с созданием и изучением лекарств. Классификация лекарств. Фармакокинетика и фармакодинамика. Активность и селективность ЛВ. Всасывание, распределение, метаболизм и выведение лекарства.
	Тема 1.2. Стадии создания лекарственного средства. Препарационные разработки и клинические испытания. Стратегии поиска соединения-лидера. Общая схема создания лекарства на основе сплошного биоскрининга. Фрагментно-ориентированный дизайн. Лигандно- и структурно-ориентированный дизайн. Виртуальный биоскрининг. “De novo” дизайн.
Раздел 2. Мишени действия лекарственных веществ. Приемы модификации	Тема 2.1. Основные типы биомолекул – мишеней действия ЛВ. Общие представления о пространственной структуре белка и нуклеиновых кислот. Трёхмерные

Наименование дисциплины	«Основы дизайна лекарственных препаратов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
структуры соединения-лидера.	модели белковых молекул. База данных <i>Protein Data Bank</i>. Типы взаимодействия биомолекул – лиганд. Фармакофор. Липофильность. Тема 2.2. Модификация функциональных групп. Гомологизация. Ограничение конформационной подвижности и цикло-цепные трансформации. Изостеры и биоизостеры. Привилегированные структуры. Пептидомиметики. Структурные модификации с целью повышения оральной биодоступности. Правило Липинского. Принцип пролекарств. Обратная связь в регуляции биосинтеза. Принцип антиметаболитов в умозрительном дизайне ЛВ. Сульфаниламидные антибиотики. Антифолаты в противораковой терапии.
Раздел 3. Дизайн лекарственных веществ, действующих на биологические мембраны.	Тема 3.1. Структура биологических мембран. Детергенты, ионофоры, каналобразующие соединения в качестве антимикробных препаратов и антисептиков Тема 3.2. Механизм проведения нервного импульса. Средства для наркоза. Анестетики местного действия.
Раздел 4. Дизайн лекарственных веществ, действующих на белковые молекулы.	Тема 4.1. Лекарственные вещества – ингибиторы ферментов: необратимые, обратимые конкурентные и аллостерические. Пенициллины – ингибиторы бактериальной транспептидазы. Ингибиторы β-лактамазы. Фосфорорганические соединения – нервнопаралитические яды и реактиваторы ацетилхолинэстеразы. Ингибиторы протеазы ВИЧ. Тема 4.2. Рецепторы. Классификация рецепторов. Агонисты, частичные агонисты и антагонисты. Аффинность. Приёмы создания агонистов и антагонистов. Ацетилхолиновые рецепторы. Аминокислоты и биогенные амины как лиганды рецепторов.

Наименование дисциплины	«Масс-спектрометрия органических соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Принципы фрагментации лекарственных органических соединений в условиях ионизации электронами (ИЭ)	Тема 1.1. Основные методы ионизации и разделения ионов в масс-спектрометрии. Тема 1.2. Основные механизмы разрыва связей и расщепления органических соединений в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами, возможные перегруппировочные процессы. Основные масс-спектральные правила.
Раздел 2. Фрагментация углеводов в условиях ИЭ	Тема 2.1 Характерные особенности фрагментации алканов, алкенов, алкинов, циклоалканов, ароматических углеводов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами.
Раздел 3. Фрагментация	Тема 3.1. Характерные особенности фрагментации азот-,

Наименование дисциплины	«Масс-спектрометрия органических соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
гетероциклических соединений в условиях ИЭ	кислород-и серосодержащих алифатических и ароматических гетероциклических соединений в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами, орто-эффект.
Раздел 4. Фрагментация галогенпроизводных в условиях ИЭ	Тема 4.1. Характерные особенности фрагментации галогенпроизводных в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами.
	Тема 4.2. Полиизотопные элементы и расчет их содержания.
Раздел 5. Фрагментация соединений с амино-группой в условиях ИЭ	Тема 5.1. Характерные особенности фрагментации алифатических и ароматических аминов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Использование дериватизации для изучения аминов с помощью ГХ/МС
Раздел 6. Фрагментация соединений с гидроксильной группой в условиях ИЭ	Тема 6.1. Характерные особенности фрагментации алифатических спиртов и фенолов, диалкиловых, алкил ариловых и диариловых эфиров в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами.
	Тема 6.2. Аналогии между ионизацией электронами и tandemной масс-спектрометрией.
Раздел 7. Фрагментация соединений с карбоксильной группой в условиях ИЭ	Тема 7.1. Характерные особенности фрагментации карбоновых кислот, алкиловых и ариловых сложных эфиров, производных фталевой кислоты в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами.
Раздел 8. Фрагментация соединений с несколькими функциональными группами в условиях ИЭ	Тема 8.1. Характерные особенности фрагментации аминокислот и их производных в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами.
	Тема 8.2. Использование реагентов Хусека для анализа аминокислот и простейших пептидов методом ГХ/МС. Анализ окси- и оксо-кислот.

Наименование дисциплины	«Химия гетероциклических соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение. Номенклатура гетероциклических соединений. Малые циклы	Тема 1.1. Классификация гетероциклов: по размеру цикла, по гетероатомам, их числу и взаимному расположению в цикле. Гетероатомы пиррольного и пиридинового типа.
	Тема 1.2. Номенклатура гетероциклов: тривиальные названия; система Ганча-Вильдмана, номенклатура IUPAC и заместительная номенклатура.
	Тема 1.3. Малые циклы: Методы синтеза. Реакции с электрофилами и нуклеофилами.
Раздел 2. Пятичленные гетероциклические соединения с одним	Тема 2.1. Пиррол, фуран, тиафен: характеристика электронного строения, ароматичности и реакционной способности, методы получения.

Наименование дисциплины	«Химия гетероциклических соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
гетероатомом	Тема 2.2. Индол, индолизин: методы синтеза, реакционная способность.
Раздел 3. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами	Тема 3.1. 1,3-Азолы: имидазол, оксазол, тиазол. Электронное строение и реакционная способность, методы синтеза
	Тема 3.2. 1,2-Азолы: пиразол, изоксазол, изотиазол. Электронное строение и реакционная способность, методы синтеза
Раздел 4. Шестичленные гетероциклические соединения	Тема 4.1. Шестичленные гетарены: пиридин, азины и бензазины. Электронное строение, ароматичность и реакционная способность.
	Тема 4.2. Хинолин, изохинолин: характеристика электронного строения, ароматичности и реакционной способности, методы получения.

Наименование дисциплины	«Химия природных соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Органические соединения организмов человека и животных. Теоретическое и практическое значения изучения химии природных соединений.
Раздел 2. Белки.	Тема 2.1. Содержание белков в организме и выполняемые ими функции. Многообразие природных белков. Начало химии белков. Качественные реакции белков. Аминокислотный состав белков. Изомерия. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Полипептидный синтез.
Раздел 3. Нуклеиновые кислоты.	Тема 3.1. Дезоксирибозануклеиновая кислота – геном человека. Строение макромолекулы, ДНК, гена и другие участки. Синтез белка. Один ген – один белок. Нуклеотиды, нуклеозиды, D – 2 – дезоксирибозофураноза, D – рибозофураноза, пуриновые и пиримидиновые основания. Первичная структура НК. Вторичная структура ДНК. Последовательность биохимических реакций синтеза белка в клетке. Синтез фрагментов нуклеиновых кислот конденсацией нуклеозидов и нуклеотидов.
Раздел 4. Ферменты (энзимы).	Тема 4.1. Ферменты – биокатализаторы. Биохимические ферментативные процессы. Простые ферменты. Сложные белки. Анофермент и кофермент. Ферментативные реакции. Никотинамидиндинуклеотид НАД.
Раздел 5. Липиды (жиры).	Тема 5.1. Липиды – строительный материал клеточных мембран и различных тканей организма; источник энергии, обеспечивающий жизнедеятельность, рост и развитие организма. Строение, изомерия, классификация и направленный синтез.

Наименование дисциплины	«Химия природных соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 6. Витамины	Тема 6.1. Биологическая роль витаминов. Авитаминозы и гипервитаминозы. Классификация витаминов. Жирорастворимые витамины. Структура и химический синтез. Витамины А, Д, К, Е. Водорастворимые витамины. Структура, биологическая роль и синтез. Витамины С, группа витаминов В, витамин РР. Механизмы биологического действия витаминов.
Раздел 7. Терпены и терпеноиды.	Тема 7.1. Классификация, нахождение в природе, методы выделения из природных источников. Синтез и применение.
Раздел 8. Фотосинтез	Тема 10.1. Сущность и значение фотосинтеза для развития Земли. Основные и добавочные фотосинтетические пигменты: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины. Хлорпласты и их роль в фотосинтезе. Строение хлорпластов. Хлорофилл а и хлорофилл b. Порфиновая структура – основа молекулярного строения хлорпласта.
	Тема 10.2. Стадии фотосинтеза. Первичные фотофизические и фотохимические процессы. Фотосинтетическая электронтранспортная цепь. Циклический и нециклический транспорт электронов. Фотофосфорилирование. Световая стадия фотосинтеза. Образование АТФ и НАДФ в процессе световой стадии фотосинтеза. Темновая стадия фотосинтеза. Три фазы темновой стадии фотосинтеза.
Раздел 9. Гормоны	Классификация биологически активных веществ по типу желез внутренней секреции и химического строения. Пептиды, стероиды, простагландины, производные тирозина и триптамина. Работа эндокринных желёз. Влияние гормонов на физиологические функции организма. Сигнальные молекулы человеческого тела – гормоны счастья, возбуждения, голода, роста и полового влечения. Гормональная регуляция чувства насыщения и удовольствия, кровяного давления, процессов сна, роста, метаболизма, полового развития, нейромедиаторы. Мелатонин, серотонин, тироксин, адреналин, норадреналин, дофамин, кальцитонин, вазопрессин, грелин и лептин, инсулин и глюкагон, соматотропин, окситоцин, андрогены и эстрогены, эйкозаноиды. Нарушение гормонального фона человека. Использование гормонов в качестве лекарственных препаратов. Основы химического связывания гормонов с рецепторами. Гормоны животных и растений. “Классические” гормоны растений этилен, абсцизины, ауксины, цитокинины, гиббереллины – или как превратить горошину в тыкву. Функции, строение и применение в сельском хозяйстве.

Наименование дисциплины	«Химия природных соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 10. Алкалоиды	Алкалоиды – органические вещества, содержащиеся в различных частях растения. Пиперидиновые (кониин, ареколин, лобелин и его аналоги), Пиридиновые (никотин, анабазин), Тропановые (тропин, атропин, скополамин, кокаин, цинамилкокаин), имидазольный алкалоид пилокарпин, Хинолиновые алкалоиды. Промышленный метод синтеза папаверина. Пуриновые алкалоиды – алкалоиды чая. Промышленный метод синтеза теофилина Кофеин – психотропное средство, тонизирующее средство. Хинолизидиновые алкалоиды: лупинин, пахикарпин, цитизин. Конденсированные системы с фрагментом хинолизидина. Пирролизиновые алкалоиды, эфиры двухатомного спирта платинецина – платифиллин и саррацин. Полициклические конденсированные алкалоиды: берберин, эмитин, эзерин, резерпин, морфин. Производные морфина: кодеин и героин. Морфин эффективное обезболивающее средство (анальгетик). Морфин и героин сильные наркотики. Ациклические алкалоиды (фенетиламиновые): тирамин, мексалин, эфедрин. Промышленный синтез эфедрина. Стероидные алкалоиды салосидин и салонидин.

Наименование дисциплины	«Физические методы исследования веществ и материалов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Рентгеноабсорбционная спектроскопия EXAFS / XANES	Тема 1.1. Физические основы спектроскопии EXAFS. Методы измерения EXAFS, используемое оборудование: рентгеновские монохроматоры, детекторы.
	Тема 1.2. Основы теории спектроскопии EXAFS. Подходы и программы для обработки спектров EXAFS.
	Тема 1.3. Основы теории спектроскопии XANES. Исследование локальной атомной и электронной структуры методом XANES спектроскопии.
	Тема 1.4. Определения формальной степени элемента в исследуемом соединении. Разложение экспериментального спектра в линейную комбинацию спектров реперных соединений; метод главных компонент (Principal Component Analysis).
	Тема 1.5. Спектроскопия XANES смешанно- и промежуточно-валентных соединений. Программы для <i>ab initio</i> расчета XANES спектров.
	Тема 1.6. Зависимость теоретических спектров от структурных и электронных эффектов. Совместный анализ EXAFS и XANES.
Раздел 2. Малоугловое	Тема 2.1. Фундаментальные основы метода малоуглового

Наименование дисциплины	«Физические методы исследования веществ и материалов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
рассеяние	рассеяния, связь структурных характеристик образца с кривой рассеяния, основные способы и приемы при проведении обратного преобразования.
	Тема 2.2. Основные характеристики и особенности экспериментальной реализации метода на лабораторных рентгеновских источниках и с использованием синхротронного излучения. Особенности конструкции экспериментальных установок.
	Тема 2.3. Основные программы для обработки данных из пакета ATSAS: программа Фурье-преобразования с регуляризацией GNOM, программа определения характеристик многокомпонентных полидисперсных систем MASSHA и программа для восстановления трехмерной формы рассеивающих центров в монодисперсной системе DAMMIF.
Раздел 3. Порошковая дифрактометрия	Тема 3.1. Теоретические основы рентгеновской дифракции. Электронная и нейтронная дифракция. Отличие порошкового и монокристалльного экспериментов, перекрывание пиков.
	Тема 3.2. Индексирование дифрактограмм. Метод гомологии и методы полнопрофильного структурного анализа (метод Ритвельда).
	Тема 3.3. Основные методы количественного фазового анализа: метод прямой калибровки, метод добавок, метод внутреннего стандарта. Метод корундовых чисел (внешнего стандарта). Текстуриный анализ и анализ микроструктуры. Базы данных ICDD
Раздел 4. Рентгеноструктурный анализ	Тема 4.1. Современные инструментальные методы рентгеноструктурного анализа. Выбор излучения и его монохроматизация. Регистрация рентгеновского излучения. Рентгеновские дифрактометры.
	Тема 4.2. Общие этапы расшифровки и уточнения кристаллической структуры. Фазовая проблема и пути ее решения. Аномальное рассеяние.
	Тема 4.3. Программы определения геометрических характеристик кристаллических структур. Программы визуализации кристаллических структур. Субструктура и сверхструктура. Квазикристаллы. Основные данные о кристаллической структуре. Формат CIF, структурные базы данных.
Раздел 5. Белковая кристаллография	Тема 5.1. Особенности монокристалльной дифракции на белках: проблемы получения препарата; радиационное разрушение (причины появления, способы борьбы и использование в своих целях); установка и сбор данных.
	Тема 5.2. Программы BEST и RADDPOSE. Построение модели и ее уточнение. Программы BALBES и ARP/wARP. Уточнение с помощью COOT и REFMAC5.

Наименование дисциплины	«Термоаналитические методы в химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. История появления и развития метода термического анализа вещества	Тема 1.1. История появления и развития метода термического анализа вещества
Раздел 2. Термоаналитические методы в химии	Тема 2.1. Термические методы исследования. Основы различных методов
Раздел 3. Достижение высоких температур, измерение	Тема 3.1. Нагревательные элементы. требования к ним. Терморегуляторы. Температурные датчики и термометры
	Тема 3.2 Международная практическая температурная шкала. Контактные и бесконтактные методы измерения температуры
Раздел 4. Термогравиметрический анализ	Тема 4.1. Термоаналитические приборы для специальных исследовательских условий (высокое давление, вакуум). Выбор условий записи термограмм.
	Тема 4.2. Термогравиметрические кривые (ТГ и ДТГ). Применение термогравиметрического метода анализа.
Раздел 5. Дифференциальный термический анализ	Тема 5.1. Химические и физические процессы, сопровождающиеся поглощением или выделением тепла.
	Тема 5.2. Термические кривые в различных координатах. Влияние различных факторов на температурные характеристики термических кривых
Раздел 6. Дифференциальная сканирующая калориметрия	Тема 6.1. Основы метода дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Экспериментальные кривые ДСК. Характеристики аномалий на кривых ДСК.
Раздел 7. Планирование термоаналитического эксперимента.	Тема 7.1. Постановка задачи. Параметры прибора. Характеристика образца. Температурный интервал и скорость нагревания. Точность результатов эксперимента.

Наименование дисциплины	«Электрохимические методы исследования»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Теоретические	Тема 1.1. Основные разделы современной электрохимии.

Наименование дисциплины	«Электрохимические методы исследования»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
основы электрохимических методов исследования	Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимическая цепь.
	Тема 1.2. Поляризация и виды поляризующих напряжений. Классификации методов.
Раздел 2. Потенциометрические методы	Тема 2.1. Потенциометрические методы, их классификация. Прямая потенциметрия - рН-метрия и ионометрия.
	Тема 2.2. Ионоселективные электроды, их классификация. Потенциометрическое титрование.
	Тема 2.3. Применение потенциометрических методов. Определение констант ионизации кислот и оснований, констант образования координационных соединений.
Раздел 3. Вольтамперометрические методы	Тема 3.1. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Аналитический сигнал и помехи.
	Тема 3.2. Теория и практическое применение методов вольтамперометрии. Постояннотоковая, вольтамперометрия.
	Тема 3.3. Переменнотоковая, инверсионная, циклическая вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов.

Наименование дисциплины	«Химия твердого тела»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Природа твердых тел	Тема 1.1. Химическая связь в твердых телах
	Тема 1.2. Строение твердых тел. Принципы описания кристаллических структур
	Тема 1.3. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.
Раздел 2. Препаративные методы получения твердых тел	Тема 2.1. Твердофазные реакции.
	Тема 2.2. Кристаллизация растворов, расплавов, стекол и гелей.
	Тема 2.3. Транспортные реакции и реакции внедрения и ионного обмена
	Тема 2.4. Выращивание монокристаллов.
Раздел 3. Дефекты и нестехиометричность.	Тема 3.1. Типы дефектов. Точечные дефекты.
	Тема 3.2. Кластеры и агрегаты дефектов, антиструктурные дефекты, протяженные дефекты.

Наименование дисциплины	«Химия твердого тела»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	Тема 3.3. Нестехиометрия и дефекты. Дислокации.
Раздел 4 Твердые растворы	Тема 4.1. Твердые растворы. Экспериментальные методы изучения твердых растворов.
Раздел 5. Методы исследования твердых тел	Тема 5.1. Обзор методов исследования и областей применения для изучения твердых тел. Дифракционные методы.
	Тема 5.2. Микроскопические методы, спектральные методы. Термический анализ.
Раздел 6. Физические свойства твердых тел	Тема 6.1. Ионная проводимость и твердые электролиты.
	Тема 6.2. Электрические свойства. Магнитные и оптические свойства.

Наименование дисциплины	«Рентгендифракционные методы в неорганической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Природа рентгеновской дифракции	Тема 1.1. Природа рентгеновского излучения. Принципы работы рентгеновских аппаратов. Устройство рентгеновских трубок.
	Тема 1.2. Рентгеновские спектры трубки, природа тормозного и характеристического спектра.
	Тема 1.3. Дифракция рентгеновских лучей атомным рядом из атомов одного и двух сортов. Дифракция трехмерной атомной решеткой. Условия Лауэ
	Тема 1.4. Дифракция как отражение. Уравнение Брэгга.
	Тема 1.5. Обратная решетка, взаимосвязь параметров прямой и обратной решетки. Сфера отражения. Векторная запись уравнения Брэгга.
Раздел 2. Методы получения дифракционного эффект	Тема 2.1. Метод порошка. Полихроматический метод. Метод вращения и качания.
	Тема 2.2. Рентгенофазный анализ
	Тема 2.3. Схема и общие принципы работы 4-х кружных дифрактометров
	Тема 2.4. Новейшие методы получения и регистрации дифракционной картины
Раздел 3. Первый этап анализа структуры кристалла	Тема 3.1. Определение параметров ячейки по рентгенограммам. Число формульных единиц в элементарной ячейке
	Тема 3.2. Симметрия в кристаллическом пространстве. Сингонии, точечные группы симметрии, пространственные группы симметрии. Решетки Бравэ

	Тема 3.3. Симметрия кристаллов и симметрия лауэграмм. Закон Фриделя. Лауэвские классы симметрии
Раздел 4. Второй этап анализа структуры кристалла	Тема 4.1. Факторы, влияющие на интенсивность рентгеновской дифракции: поляризационный, температурный, кинематический, адсорбционный, экстинкционный, атомный. Понятие о первичной и вторичной экстинкции, термодиффузном рассеянии
	Тема 4.2. Фактор атомного рассеяния рентгеновских лучей
	Тема 4.3. Понятие структурной амплитуды. Закон сложения когерентных волн
	Тема 4.4. Преобразование Фурье и представление электронной плотности рядом Фурье. Формула электронной плотности для centrosymmetric кристалла
	Тема 4.5. Проблема начальных фаз в рентгеноструктурном анализе. Необходимость опорных данных (координаты тяжелых атомов, начальные фазы сильных отражений). Общая схема последовательного выявления всех атомов
	Тема 4.6. Функция Паттерсона (межатомная функция), ее запись, интерпретация. Определение атомных координат по межатомной функции
	Тема 4.7. «Прямые» методы решения структур кристаллов (основные понятия). Особенности расшифровки centrosymmetric и неcentrosymmetric структур
	Тема 4.8. Метод тяжелого атома в решении структур кристаллов, виды Фурье – синтезов
	Тема 4.9. Уточнение атомных координат методом наименьших квадратов. Параметры, характеризующие точность определения координат. R – фактор
	Тема 4.10. Влияние температуры на рентгенодифракционную картину. Температурный фактор атома, формы его записи, тепловой эллипсоид. Уточнение параметров тепловых колебаний
	Тема 4.11. Общая схема основных этапов рентгеноструктурного анализа
Раздел 5. Решение структурных задач дифракционными методами	Тема 5.1. Аномальное рассеяние рентгеновских лучей и определение абсолютной конфигурации
	Тема 5.2. Сравнительные возможности рентгеноструктурного, нейтронографического и электронографического методов в определении структуры молекул
	Тема 5.3. Полнопрофильный анализ. Метод Ритвельда
	Тема 5.4. Прецизионный рентгеноструктурный анализ, понятие о разностной и деформационной электронной плотности. Химическая связь в кристаллах

Наименование дисциплины	«Методика преподавания химии в вузе»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение.	Тема 1.1. Преподавание химии и его роль в формировании знаний и мировоззрения студента.
	Тема 1.2. Система обучения. Основные принципы обучения. Компетентностный подход в обучении.
	Тема 1.3. Типы процесса обучения: информационный и творческий.
Раздел 2. Содержание, средства и методы обучения химии	Тема 2.1. Понятие о методе обучения.
	Тема 2.2. Продуктивно-поисковое и традиционное (информационное обучение)
	Тема 2.3. Методы формирования творческого химического мышления.
Раздел 3. Организационные формы обучения химии.	Тема 3.1. Методика проведения лекции по химии.
	Тема 3.2. Лабораторный практикум и семинар в обучении химии.
	Тема 3.3. Аудиторная и внеаудиторная познавательная деятельность студентов и ее организация.
Раздел 4. Контроль знаний.	Тема 4.1. Роль контроля в процессе обучения.
	Тема 4.2. Диагностика сформированности творческого химического мышления.
Раздел 5. Организация высшего образования в РФ.	Тема 5.1. Организационные формы учебного процесса в вузе и их особенности.
	Тема 5.2. Планирование учебного процесса.
	Тема 5.3. Образовательная программа, Государственный образовательный стандарт по направлению «Химия».

Наименование дисциплины	«Применение ПО в неорганическом эксперименте»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Современные методы физико-химического анализа и программное обеспечение (ПО).
	Тема 1.2. Стандартное ПО.
	Тема 1.3. Современные программные комплексы для анализа экспериментальных результатов и расчёта физико-химических характеристик. Базы данных (БД).
Раздел 2. Физико-химические методы анализа и современные способы регистрации экспериментальных данных	Тема 2.1. Способы регистрации сигнала в приборах.
	Тема 2.2. Обработка сигнала и его аппаратный пересчёт в исследуемые физические величины для различных методов анализа с применением стандартного ПО.
	Тема 2.3. Калибровка приборов и возможности современного ПО.
Раздел 3. Методы обработки экспериментальных данных	Тема 3.1. Статистический анализ экспериментальных зависимостей с использованием стандартного ПО, современных программных комплексов и БД.
	Тема 3.2. Моделирование и аппроксимация экспериментальных результатов.

Наименование дисциплины	«Применение ПО в неорганическом эксперименте»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 4. Графическое представление результатов экспериментов	Тема 3.3. Оценка достоверности полученных данных.
	Тема 4.1. Общие требования к представлению графических зависимостей.
	Тема 4.2. ПО и методы обработки изображений с микроскопа: анализ цифровой фотографии.
	Тема 4.3. ПО для построения 2D и 3D графических изображений при представлении и интерпретации результатов.

Наименование дисциплины	«Физико-химический анализ»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Физико-химический подход к изучению химических систем.
	Тема 1.2. Принципы физико-химического анализа.
	Тема 1.3. Развитие физико-химического анализа.
Раздел 2. Однокомпонентные системы	Тема 2.1. Диаграммы состояния типа серы и воды.
	Тема 2.2. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия.
	Тема 2.3. Критические элементы на диаграммах состояния однокомпонентных систем.
Раздел 3. Двухкомпонентные системы	Тема 3.1. Диаграммы эвтектического типа с ограниченной растворимостью на основе исходных компонентов.
	Тема 3.2. Бертоллиды, дальтони́ды, твердые растворы.
	Тема 3.3. Системы с псевдокомпонентами (внутренними параметрами).
Раздел 4. Экспериментальные методы построения фазовых диаграмм	Тема 4.1. Термический и дифференциально-термический методы анализа.
	Тема 4.2. Микроструктурный анализ
	Тема 4.3. Рентгенофазовый анализ.
Раздел 5. Трехкомпонентные системы	Тема 5.1. Методы изображения состава трехкомпонентных систем.
	Тема 5.2. Тройные системы с образующимся химическим соединением.
	Тема 5.3. Системы без твёрдых растворов.
Раздел 6. Четырехкомпонентные системы	Тема 6.1. Диаграммы состояния четырёхкомпонентных систем.
	Тема 6.2. Критические элементы фазовых диаграмм четырехкомпонентных систем.

Наименование дисциплины	«Бионеорганическая химия»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Общая биохимическая	Тема 1.1. Макробиогенные, олигобиогенные, микробиогенные и ультрабиогенные элементы, роль их в

Наименование дисциплины	«Бионеорганическая химия»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
характеристика живых организмов, химический состав.	жизнедеятельности организмов. Зависимость между распространением элементов в биосфере, их биологической ролью и положением элементов в Периодической системе Д.И.Менделеева.
	Тема 1.2. Вода, биологические функции воды.
	Тема 1.3. Роль неорганических ионов для создания буферных систем организма (фосфатный, бикарбонатный). Роль катионов щелочных и щелочноземельных металлов в биологических процессах.
Раздел 2. Строение, свойства и функции белков.	Тема 2.1. Аминокислотный состав белков. Функциональные группы аминокислот и пептидов, как металлосвязывающие центры. Константы ионизации аминокислот.
	Тема 2.2. Комплексы металлов с аминокислотами, пептидами и белками. Константы устойчивости комплексов.
Раздел 3. Ферменты, классификация и номенклатура.	Тема.3.1. Специфичность действия, механизм, факторы, влияющие на активность ферментов. Кофакторы ферментов. Витамины. Ионы металлов, как кофакторы ферментов. Комплексы металлов с витаминами. Роль ионов металлов в механизме каталитического действия ферментов. Роль металлопротеидов в накоплении и транспорте кислорода. Ферритин, как соединение, накапливающее железо. Железо-порфирины. Координационная химия гемоглобина и миоглобина.
Раздел 4. Бионеорганическая химия фиксации молекулярного азота.	Тема.4.1. Нитрогеназа, Mo-Fe- и Fe-белок. Комплексы молекулярного азота с переходными металлами. Хлорофилл, химические процессы при фотосинтезе. Координационные свойства магния в хлорофилле.
Раздел 5. Состав, строение и функции нуклеиновых кислот.	Тема 5.1. Компоненты нуклеиновых кислот. ДНК и РНК. Химические свойства нуклеиновых кислот.
	Тема 5.2. Взаимодействие ионов металлов с нуклеиновыми кислотами и составляющими их мономерами. Комплексы нуклеозидов и нуклеотидов.

Наименование дисциплины	«Спектральные методы в неорганической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение в молекулярную спектроскопию	Тема 1.1. Предмет и метод молекулярной спектроскопии.
	Тема 1.2. Преобразования симметрии.
Раздел 2. Электронная спектроскопия	Тема 2.1. Природа электронных спектров многоатомных молекул
	Тема 2.2. Электронные спектры комплексов d-элементов.
	Тема 2.3. Установление связей между строением веществ

Наименование дисциплины	«Спектральные методы в неорганической химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	и параметрами ЭСП.
	Тема 2.4. Обработка экспериментальных спектров.
Раздел 3. Колебательная спектроскопия	Тема 3.1. Колебания многоатомных молекул. Условия появления инфракрасных (ИК) спектров и спектров комбинационного рассеяния (КР).
	Тема 3.2. Особенности колебательных спектров неорганических молекул и ионов;
	Тема 3.3. Применение колебательной спектроскопии
	Тема 3.4. Спектрофотометры и их принцип действия. Подготовка образцов и запись спектров
Раздел 4. Рентгеноэлектронная и фотоэлектронная спектроскопия (РЭС И ФЭС)	Тема 4.1. Физические основы метода.
	Тема 4.2. Применение РЭ- и ФЭ-спектроскопии в неорганической и координационной химии.

Наименование дисциплины	«Резонансные методы в химии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Спектроскопия ЭПР	Тема 1.1. Условия возникновения резонанса
	Тема 1.2. Приборы, применяемые в ЭПР спектроскопии. Приготовление проб.
	Тема 1.3. Характеристики спектров ЭПР
	Тема 1.4. Спектры ЭПР радикалов
	Тема 1.5. Спектры ЭПР катионов переходных металлов
	Тема 1.6. Определение строения вещества по спектрам ЭПР.
Раздел 2. Спектроскопия ЯМР	Тема 2.1. Приборы, применяемые в ЯМР спектроскопии. Приготовление образцов для записи спектров ЯМР
	Тема 2.2. Характеристики спектров ЯМР
	Тема 2.3. Определение строения вещества по спектрам ЯМР
	Тема 2.4. Моделирование спектров ЯМР неорганических веществ. Расшифровка спектров ЯМР

Наименование дисциплины	«Химия координационных соединений»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные положения теории строения координационных соединений.	Тема 1.1. Координационные и комплексные соединения. Основные понятия и определения. Строение комплексных соединений. Номенклатура. Основные типы классификации.
	Тема 1.2. Стереохимия координационных соединений. Пространственная интерпретация координационных чисел. Факторы, влияющие на строение

	координационных полиэдров. Факторы, способствующие искажению правильных координационных многогранников. Тема 1.3. Изомерия координационных соединений. Типы изомерии. Изомерия лигандов. Связевая изомерия. Стереои́зомерия: геометрическая, оптическая и конформационная изомерия. Сольватная и ионизационная изомерия.
Раздел 2. Электронное строение координационных соединений. Химическая связь в координационных соединениях.	Тема 2.1 Электронная структура атомов переходных металлов. Ионно-ковалентные и электростатические представления. Концепция эффективного атомного номера. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки соединений. Тема 2.2 Метод валентных связей. Дативные и донорно-акцепторные взаимодействия. Гибридизация атомных орбиталей. Внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексы. Магнитные свойства координационных соединений свете теории валентных связей. Достоинства и недостатки метода валентных связей. Тема 2.3. Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Способы расщепления d-подуровней комплексообразователя в полях различной симметрии. Параметр расщепления. Высоко- и низкоспиновые комплексы. Энергия стабилизации полем лигандов. Объяснение спектральных и магнитных свойств координационных соединений. Ряд Ирвинга – Вильямса. Электронные спектры координационных соединений. Цветность комплексных соединений. Параметры Рака. Диаграммы Танабе-Сугано. Структурные и термодинамические эффекты при расщеплении уровней. Эффекты Яна-Теллера. Недостатки теории кристаллического поля. Тема 2.4. Метод молекулярных орбиталей. Диаграммы энергетических уровней молекулярных орбиталей для октаэдрического комплекса с центральным атомом d-элемента и лигандами, не имеющими π-орбиталей. Влияние π-связывания на параметры Δ_0. Нефелоксетический эффект. Спектрохимический ряд лигандов. Тема 2.5. Магнитные и оптические свойства. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Сопоставление теории кристаллического поля и теории поля лигандов.
Раздел 3. Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере координационных соединений.	Тема 3.1. Взаимное влияние лигандов. Понятие о трансвлиянии. Закономерность трансвлияния И.И.Черняева. Механизмы трансвлияния: электростатическая теория, концепция поляризуемости, теория π-связи. Использование закономерности трансвлияния для синтеза геометрически изомерных координационных соединений. Динамическое трансвлияние. Качественная и количественная характеристики трансвлияния. Цис-влияние лигандов.

	Эффекты взаимного влияния и рентгеноэлектронная спектроскопия. Правило циклов Чугаева.
Раздел 4. Реакции с участием координационных соединений.	Тема 4.1. Понятие и критерии устойчивости координационных соединений. Природа комплексообразователя. Природа лигандов. Хелатный эффект. Макроциклический и криптатный эффекты.
	Тема 4.2. Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Концепция кислот и оснований Льюиса. Теория жестких и мягких кислот и оснований.
	Тема 4.3. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Типы окислительно-восстановительных превращений координационных соединений. Внутрисферный и внешнесферный механизмы. Реакции окислительного присоединения и восстановительного элиминирования. Стабилизация необычных степеней окисления центрального иона при координации.
Раздел 5. Кинетика реакций комплексообразования.	Тема 5.1. Механизмы реакций замещения координационных соединений. Диссоциативное и ассоциативное замещение. Радикальный и ионный механизмы. Интермедиаты и переходные состояния. Лабильные и инертные координационные соединения. Согласованное присоединение. Каскадные превращения.
Раздел 6. Исследование комплексообразования в растворах.	Тема 6.1. Первичная и вторичная диссоциация координационных соединений. Константы нестойкости и константы устойчивости. Константы образования. Функции, характеризующие комплексообразование в растворах. Функция образования и кривая образования. Экспериментальные методы исследования равновесий в растворах комплексных соединений.
Раздел 7. Синтез и применение координационных соединений.	Тема 7.1. Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Примеры синтеза координационных соединений. π -комплексы. Макроциклические комплексы. Клеточные соединения. Координационные полимеры.
	Тема 7.2. Природные координационные соединения, их биологическое значение для жизнедеятельности. Прикладные аспекты применения синтетических координационных соединений.

Наименование дисциплины	«Катализ»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Феноменология катализа	Тема 1.1. Основные особенности и значение явлений катализа, его сущность
	Тема 1.2. Классификация катализаторов и каталитических процессов. Общий механизм каталитического действия. Катализ и химическое равновесие.
	Тема 1.3. Каталитические реакции и их классификация.

	Причины каталитического действия. Слитный и стадийный механизмы катализа.
Раздел 2. Теоретические представления о катализе	Тема 2.1. Понятие об активных центрах. Теории промежуточных соединений. Адсорбционные теории катализа
	Тема 2.2. Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей.
	Тема 2.3. Электронные теории катализа. Цепные теории катализа. Химическая природа каталитического действия. Роль термодинамики в катализе
Раздел 3. Гомогенный катализ	Тема 3.1. Общая характеристика гомогенно-каталитических реакций. Явление автокатализа
	Тема 3.2. Окислительно-восстановительный катализ: Механизм реакций металло-комплексного катализа; Кинетика металло-комплексного катализа
	Тема 3.3. Кислотно-основный катализ. Теории кислот и оснований. Механизм кислотно-основного катализа. Кинетика кислотно-основного катализа
Раздел 4. Катализ ферментами	Тема 4.1. Схема механизма, кинетическое описание и его преобразование. Константа Михаэлиса и ее смысл.
Раздел 5. Гетерогенный катализ	Тема 5.1. Гетерогенный катализ, его общие закономерности. Адсорбция как стадия гетерогенного катализа. Классификация гетерогенных катализаторов.
	Тема 5.2. Механизм гетерогенно-каталитических реакций. Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Кислотно-основный гетерогенный катализ. Гетерогенный катализ на переходных металлах и их соединениях.
	Тема 5.3. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая область гетерогенного катализа. Сорбционная и переходные с ней области гетерогенного катализа. Внешнедиффузионная и промежуточная области гетерогенно-каталитического процесса. Внутридиффузионная и промежуточная области гетерогенного катализа
	Тема 5.4. Факторы, влияющие на свойства гетерогенных катализаторов.
Раздел 6. Нанокompозитный катализ	Тема 6.1. Инжиниринг нанокompозитных катализаторов. Компьютерное моделирование синтеза наногелей углерода и энергонасыщенных кластеров никеля в нанокompозитном катализаторе.
	Тема 6.2. Компьютерное моделирование адсорбции водорода кластерами никеля в нанокompозитных катализаторах.
	Тема 6.3. Компьютерное моделирование активных центров катализа гидрогенизации в нанокompозитных катализаторах.
Раздел 7. Актуальные направления	Тема 7.1. Мембранный катализ. Межфазный и бифазный катализ.

развития каталитической химии	Тема 7.2. Современные катализаторы нефтехимических процессов
	Тема 7.3. Физико-химические методы исследования гетерогенных катализаторов: Электронная микроскопия, Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, ИК и УФ-спектроскопия, EXAFS, адсорбционные методы.
Раздел 8. Катализ и устойчивое развитие	Тема 8.1. Принципы устойчивого развития, зеленая и каталитическая химия.

Наименование дисциплины	«Адсорбция»
Объем дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4 /144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные понятия. Термодинамика, адсорбции	Тема 1.1. Определение основных понятий. Термодинамика адсорбции. Метод Гиббса. Вывод и анализ изотермы адсорбции. Двухкомпонентные системы. ПАВ. Изменения интегральных термодинамических функций. Интегральная и среднемольная теплоты адсорбции, энтропия адсорбции. Изменения дифференциальных мольных величин. Изостерическая теплота адсорбции. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Генри. Представление интегральных и дифференциальных термодинамических величин через константу Генри. Метод Тикоде-Лопаткина-Вернова. Анализ фундаментального уравнения. Интегральные и дифференциальные теплоты и энтропии адсорбции.
Раздел 2. Уравнения состояния двухмерного газа	Тема 2.1. Модельное термодинамическое описание адсорбции. Уравнение состояния двухмерного идеального газа. Уравнение Фольмера. Уравнение состояния двухмерного газа Ван-дер-ваальса, критические параметры. Константы двумерного уравнения Ван-дер-ваальса.
Раздел 3. Уравнения изотерм адсорбции	Тема 3.1. Уравнения изотерм адсорбции: Де-Бура, Хилла – Де-Бура. Анализ уравнения Хилла – де-Бура. Критерии соответствия модельных изотерм адсорбции, экспериментальным изотермам. Адсорбция из жидких растворов на поверхности твердых адсорбентов. Модель слоя конечной толщины. Связь величины адсорбции с коэффициентами распределения компонентов.
Раздел 4. Адсорбционные силы	Тема 4.1. Адсорбционные силы (физическая адсорбция). Электронейтральная система зарядов. Дипольный и квадрупольный моменты. Потенциальная энергия притяжения диполя и иона. Потенциал взаимодействия двух диполей. Индукционные взаимодействия. Дисперсионное взаимодействие двух атомов водорода. Формула Лондоля для потенциальной энергии взаимодействия двух молекул.

	Модельные изотермы парных взаимодействий молекул. Адсорбционный потенциал, его выражение через решеточные суммы, приближение Лондона.
Раздел 5. Молекулярно-статистическое описание адсорбции	Тема 5.1. Идеальный адсорбционный слой. Формула Френкеля. Учет внутримолекулярных степеней свободы. Статистический расчет энтропии адсорбционного слоя: подвижные и не подвижные слои. Большое каноническое распределение. Решеточные модели. Уравнение Лэнгмюра. Полимoleкулярная адсорбция. Уравнение БЭТ в решеточной модели. Модель вириальных разложений. Вириальное уравнение изотермы адсорбции. Адсорбция на неоднородной поверхности, ее статистический анализ.
Раздел 6. Пористые адсорбенты	Тема 6.1. Пористые адсорбенты. Микропористые адсорбенты, цеолиты. Мезопористые адсорбенты. Капиллярная конденсация. Уравнение Томпсона: распределение пор по радиусам. Статистическое описание адсорбции цеолитами.

Наименование дисциплины	«Кинетика элементарных реакций»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Формальная кинетика	Тема 1.1. Сложные и простые реакции. Понятие о механизме реакции и элементарной стадии. Скорость реакции. Основные кинетические закономерности элементарных реакций.
	Тема 1.2. Основной постулат химической кинетики. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Необратимые реакции нулевого и первого порядка. Период полупревращения и среднее время жизни в реакциях первого порядка. Необратимые реакции второго и третьего порядка. Реакции n-ого порядка.
	Тема 1.3. Методы определения порядка и кажущихся констант скоростей из экспериментальных данных.
	Тема 1.4. Зависимость скорости реакции от температуры. Температурный коэффициент. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса и его термодинамический вывод. Энергия активации и её определение из экспериментальных данных. Статистический смысл энергии активации.
Раздел 2. Кинетический анализ сложных реакций	Тема 2.1. Формальная кинетика сложных реакций. Основные принципы. Кинетика параллельных реакций 1-го, 2-го и смешанных порядков. Кинетическое исследование последовательных реакций 1-го порядка. Стационарный режим протекания реакции и принцип квазистационарности.
Раздел 3. Теория столкновений	Тема 3.1. Теория активных соударений (ТАС). Сечение соударения. Фактор соударения. Подсчёт числа двойных соударений. Уравнение Траутца-Льюиса.

	Предэкспоненциальный множитель. Формула Хиншельвуда. Стерический множитель.
	Тема 3.2. Мономолекулярные реакции в ТАС. Теория Линдемана, давление перехода. Сравнение эксперимента с теорией. Формула Хиншельвуда. Основные недостатки теорий Линдемана и Хиншельвуда.
	Тема 3.3. Современные теории мономолекулярных реакций: теория Касселя, Райса, Рамспергера (КРР), теория Слейтера, теория Райса-Рамспергера-Касселя-Маркуса (РРКМ). Тримолекулярные реакции в ТАС.
Раздел 4. Теория активированного комплекса	Тема 4.1. Поверхность потенциальной энергии в случае взаимодействия свободного атома с двухатомной молекулой. Полуэмпирический метод Эйринга-Поляни (ППЭ). Энергия активации и координата реакции. Вывод основного уравнения ТАК.
	Тема 4.2. Связь теплоты активации с экспериментальной энергией активации. Сравнительный анализ теории бинарных соударений и теории активированного комплекса: решение задач на расчет энтальпии и энтропии активации, константы скорости.
Раздел 5. Реакции в растворах	Тема 5.1. Применение теорий ТАС и ТАК к реакциям в растворах. Расчет константы скорости по теории активированного комплекса (уравнение Бренстеда – Бьеррума). Энтропийное правило и его объяснение на основе эффекта электронаправленности. Первичный и вторичный солевые эффекты.
Раздел 6. Фотохимические реакции	Тема 6.1. Фотохимические реакции. Законы фотохимии. Первичные и вторичные процессы при фотохимических реакциях. Типы фотохимических реакций.
Раздел 7. Реакции в газовых разрядах	Тема 7.1. Кинетика реакций в электрических газовых разрядах. Уравнение Васильева, Кобозева, Ерёмина для реакций в газовых разрядах.
Раздел 8. Цепные реакции	Тема 8.1. Неразветвленные цепные реакции. Реакции зарождения цепи. Термическое, фотохимическое, химическое инициирование, стадии гетерогенного зарождения. Реакции продолжения цепи. Реакции обрыва цепи. Линейный и квадратичный обрыв цепи. Квазистационарное приближение. Цепные реакции с вырожденным разветвлением.

Наименование дисциплины	«Статистическая термодинамика»
Объем дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные принципы статистической термодинамики	Тема 1.1. Основные понятия и принципы статистической термодинамики. Метод ансамблей Гиббса. Средние значения. Эргодическая гипотеза. Классический статистический ансамбль. Функция

	распределения. Стационарная функция распределения. Постулат об усреднении. Классическое уравнение Лиувилля.
Раздел 2. Статистические ансамбли	Тема 2.1. Микроканонический ансамбль. Матрица плотности. Квантовое уравнение Лиувилля. Статистическая энтропия. Статистическая сумма по состояниям. Ее физический смысл. Связь суммы по состояниям с термодинамическими характеристиками. Квазиклассическое приближение. Статистические интегралы.
Раздел 3. Статистика Максвелла-Больцмана	Тема 3.1. Метод ячеек Больцмана. Метод множителей Лагранжа. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла. Решение некоторых задач с помощью распределения Максвелла. Свободная энергия больцмановского идеального газа.
Раздел 4. Термодинамические функции больцмановского идеального газа	Тема 4.1. Термодинамические функции идеального газа. Общие соотношения. Двухуровневые системы. Квантовый осциллятор. Термодинамические потенциалы идеального газа с постоянной теплоемкостью. Одноатомный и двухатомный идеальные газы. Многоатомный идеальный газ.
Раздел 5. Большое каноническое распределение	Тема 5.1. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Большой канонический ансамбль. Статистические состояния для термодинамических функций открытых систем, их выражения через большую статистическую сумму. Молекулярно-статистическое обоснование термодинамики. Постулаты связи.
Раздел 6. Квантовые статистики	Тема 6.1. Квантовые газы. Идеальный ферми-газ. Идеальный бозе-газ. Температура вырождения. Сфера Ферми. Идеальный бозе-газ. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Общие соотношения.
Раздел 7. Неидеальные газы. Вириальное уравнение состояния и	Тема 7.1. Стат. сумма и свободная энергия неидеального классического газа. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Химические постоянные поступательной и внутренних степеней свободы.
Раздел 8. Химическое равновесие	Тема 8.1. Статистическое описание химического равновесия. Расчёт констант равновесия по табличным данным.

Наименование дисциплины	«Физические методы исследования в катализе»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Общая характеристика и классификация физических методов исследования.	Тема 1.1. Общая характеристика и классификация физических методов исследования. Прямая и обратная задачи, характеристическое время методов.
	Тема 1.2. Возможности физических методов и области их применения

Раздел 2. Рентгеноспектральные методы анализа каталитических систем	Тема 2.1. Определения кристаллической и электронной структуры, состояния поверхности каталитических наносистем до и после катализа.
	Тема 2.2. Влияние состава поверхности катализаторов на характер протекающих на ней процессов
Раздел 3. Атомно-адсорбционные методы исследования химического состава катализаторов	Тема 3.1. Рассматриваются теоретические и практические основы атомно-абсорбционного метода анализа, основные узлы атомно-абсорбционных спектрометров, в том числе источники излучения, атомизаторы и др.
	Тема 3.2. Типы мешающих влияний и способы их устранения, основные методические подходы к аналитическому определению элементов в разнообразных объектах каталитических систем с использованием пламенных и электротермических способов атомизации, метрологические характеристики метода
Раздел 4. Применение методов ИК, УФ и видимой спектроскопии в изучении адсорбционно- каталитических систем.	Тема 4.1. Классификация и отнесение электронных переходов и соответствующих полос в УФ и видимых спектрах.
	Тема 4.2. Применение электронных спектров. Применение методов ИК и УФ спектроскопии в анализе, исследовании равновесий и кинетики реакций.
	Тема 4.3. Применение методов ИК, УФ и видимой спектроскопии в изучении адсорбционно-каталитических систем.
Раздел 5. Масс-спектрометрия и резонансные методы в катализе	Тема 5.1. Масс-спектрометры, масс-спектр, принципы работы масс-спектрометров и возможности их применения. Определение структуры молекулы по химическим сдвигам и спин-спиновым расщеплениям в спектрах ЯМР.
	Тема 5.2. Структура спектров ЭПР. Дифракционные методы, их особенности и возможности для изучения систем адсорбат-адсорбент.
Раздел 6. Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов	Тема 6.1. Определения поверхности методом адсорбции специфических и не специфических абсорбатов.
	Тема 6.2. Определение удельной поверхности, распределения пор по размерам, а также формы и объема пор.
	Тема 6.3. Использование различных подходов в качественном, структурном и количественных анализах пор каталитических систем.
	Тема 6.4. Экспериментальные методы определения кислотности поверхности.

Наименование дисциплины	«Термодинамика неравновесных процессов»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы

Раздел 1. Введение	Тема 1.1. История развития термодинамики неравновесных процессов: от тепловых двигателей до космологии.
	Тема 1.2. Основные понятия равновесной термодинамики. Неравновесные системы: линейный и нелинейный случаи Типы неравновесных систем.
Раздел 2. Первый и второй законы термодинамики	Тема 2.1. Сохранение массы, импульса, полной энергии. Первый закон термодинамики в случае отсутствия внешних сил. Случай наличия внешних сил.
	Тема 2.2. Сохранение энергии в химических реакциях (закон Гесса). Теорема Карно. Цикл Карно, диаграмма энтропия-температура. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии. Баланс энтропии.
Раздел 3. Феноменологическая термодинамика необратимых процессов. Линейная неравновесная термодинамика	Тема 3.1. Энтропия, произведенная в системе необратимыми процессами. Термодинамические силы и потоки. Производство энтропии и её выражение для теплопроводности, диффузии, химической реакции.
	Тема 3.2. Принцип локального равновесия. Линейные соотношения между силами и потоками. Принцип симметрии Кюри. Соотношения взаимности Онзагера.
	Тема 3.3.. Термоэлектрические явления (эффект Зеебека, эффект Пельтье). Электрокинетические явления. Термодиффузия.
Раздел 4. Неравновесные состояния и их устойчивость	Тема 4.1. Параметры состояния и их флуктуации. Вероятность флуктуации Теория устойчивости Гиббса. Условия тепловой, механической и химической устойчивости изолированной системы.
	Тема 4.2. Критические явления. Термодинамическая теория флуктуаций Эйнштейна. Микроскопическая обратимость. Принцип минимума возникновения (производства) энтропии. Энтропия и случайные величины.
	Тема 4.3. Стационарные состояния. Устойчивость неравновесных стационарных состояний (теория Ляпунова).
Раздел 5. Эволюция неравновесных диссипативных систем	Тема 5.1. Конструктивная роль необратимых процессов. Диссипативные структуры. Бифуркация. Химические колебания как пример диссипативной структуры. Реакция Белоусова – Жаботинского.
	Тема 5.2. Автоколебания в катализе. Пример простой реакции автокатализа. Структурная неустойчивость и биохимическая эволюция. Детерминированный хаос.

Наименование дисциплины	«Физико-химия поверхности и хемосорбция»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы

Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Основные черты химической адсорбции. Критерии отличия хемосорбции от физической адсорбции.
	Тема 1.2. Хемосорбция и гетерогенный катализ. Проблема дезактивации катализаторов. Коррозия.
Раздел 2. Хемосорбционная связь. Неоднородность поверхности.	Тема 2.1. Схема диссоциативной хемосорбции и её энергетическая диаграмма. Равновесная хемосорбция. Изотермы адсорбции на неоднородной поверхности. Метод «контролирующей полосы» Рогинского.
	Тема 2.2. Простые теории хемосорбции. Ковалентная связь. Ионсорбция.
Раздел 3. Многообразие поверхностных хемосорбционных комплексов	Тема 3.1. Комплексы (формы хемосорбции) СО и олефинов. Барьер хемосорбции.
	Тема 3.2. Молекулярные зонды поверхности металлов и оксидов металлов (ИК-спектры адсорбированного СО и пиридина).
	Тема 3.3.. Интермедиаты на примере каталитического синтеза метанола из СО и Н ₂ .
Раздел 4. Теории хемосорбции	Тема 4.1. Электронные состояния на поверхности кристалла. Задача Тамма. Анализ хемосорбционных состояний.
	Тема 4.2. Методы теории хемосорбции: кластерные квантово-химические расчеты, модель «желе»-металла в методе функционала плотности. Зонная теория твердого тела.
	Тема 4.3. Поверхность оксидов. Электронная теория адсорбции и катализа на полупроводниках Ф.Ф.Волькенштейна.
Раздел 5. Особенности хемосорбции на металлах и оксидах	Тема 5.1. Коэффициент прилипания. Быстрая и медленная стадии хемосорбции. Хемосорбция и поверхностная диффузия. Энергетика хемосорбции на металлах и сплавах. Роль кристаллографии поверхности металла и хемосорбционное фасетирование. Образование упорядоченных фаз. Двумерные диаграммы. Дефекты поверхности твердого тела.
	Тема 5.2. Типы поверхностных гидроксильных групп. Кислотные центры поверхности оксидов льюисовского и бренстедовского типа, методы тестирования. Связь электронных свойств и кислотности поверхности оксидных катализаторов с активностью и селективностью. Формы хемосорбции кислорода, их роль в каталитическом окислении олефинов (механизмы реакций).
Раздел 6. Экспериментальные методы исследования поверхности твердых тел и адсорбированных частиц	Тема 6.1. Электронная микроскопия, зондовая микроскопия. Термодесорбция. Спектроскопия в ИК, УФ и видимой области.
	Тема 6.2. Рентгенофотозлектронная и Оже-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, дифракция медленных электронов, масс-спектрометрия вторичных ионов, EXAFS, XANES.

Наименование дисциплины	«Дизайн каталитических систем»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Цели и задачи научных основ приготовления катализаторов	Тема 1.1. История развития взглядов и подходов к приготовлению катализаторов. Классификация катализаторов. Основные типы промышленных катализаторов. Цели и задачи научных основ приготовления катализаторов.
	Тема 1.2. Положения Г.К. Борескова о химической природе катализа. Основные проблемы катализа.
Раздел 2. Основные характеристики катализаторов.	Тема 2.1. Основные характеристики катализаторов и их зависимость от условий приготовления.
Раздел 3. Основные этапы и методы приготовления катализаторов	Тема 3.1. Требования к методам приготовления промышленных и лабораторных катализаторов. Приготовление катализатора как многоэтапный процесс
	Тема 3.2. Основные этапы: выбор и подготовка исходных веществ, критерии выбора исходных веществ; получение активного компонента; формование катализаторов и носителей; сушка приготовленных катализаторов; пассивация или активация конечного катализатора: предназначение, основные приёмы.
Раздел 4. Носители.	Тема 4.1. Роль носителей в катализаторах. Физико-химические свойства основных синтетических и природных носителей. Оксид кремния (силикагель). Оксиды алюминия. Диоксид титана. Оксид магния. Диоксид циркония. Многокомпонентные носители. Блочные носители сотовой структуры. Углеродные носители.
Раздел 5. Методы получения катализаторов.	Тема 5.1. Основные стадии метода осаждения. Основные параметры и факторы осаждения.
	Тема 5.2. Физико-химические аспекты золь-гель метода.
	Тема 5.3. Получение многокомпонентных катализаторов методом соосаждения.
	Тема 5.4. Твердофазные реакции.
	Тема 5.5. Физико-химические основы приготовления катализаторов методом нанесения.
	Тема 5.6. Нетрадиционные подходы к приготовлению катализаторов с применением современных нанотехнологий.
Раздел 6. Молекулярный дизайн катализаторов	Тема 6.1. Принципы молекулярного моделирования. Математические методы моделирования и исследования строения и свойств химических объектов на примере комплексов программ молекулярного моделирования (HyperChem, ChemOffice)

Наименование дисциплины	«Нанохимия»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение.	Тема 1.1. Нанохимия – наука XXI века. Исторические предпосылки. Размерные эффекты – это зависимость свойств ультрамалых систем от размера частиц (числа входящих в неё атомов). Магические числа.
	Тема 1.2. Классификации наноразмерных систем. Наночастицы и кластеры. Нанокластеры. Особенности свойств. Проблема стабилизации.
	Тема 1.3. Классификации наноразмерных систем. Наночастицы и кластеры. Нанокластеры. Особенности свойств. Проблема стабилизации.
Раздел 2. Термодинамика наночастиц	Тема 2.1. Поверхностная энергия твердых тел. Связь поверхностного натяжения с объемными свойствами веществ. Термодинамика образования наночастиц. Критический размер зародыша новой фазы.
	Тема 2.2. Скорость зародышеобразования. Модели изотермической кластеризации. Самоорганизация наночастиц.
Раздел 3. Физические и химические методы получения наноразмерных систем	Тема 3.1. Вакуумное испарение, электрический взрыв, ионная бомбардировка, низкотемпературная плазма. Синтез в реакциях химического, фото- и радиационно-химического восстановления, криохимический, электрохимический, соно-химический и механохимический синтезы.
	Тема 3.2. Термолиз веществ-прекурсоров, разложение карбониллов металлов (CVD-процесс), плазмохимический синтез.
	Тема 3.3.. «Золь-гель» и «гель» методы синтеза нанопорошков. Синтезы наночастиц металлов в микроэмульсиях и мицеллах.
Раздел 4. Методы исследования, строение, свойства наночастиц	Тема 4.1. Оптические свойства: электронные спектры поглощения кластеров и наночастиц металлов. Электрические и магнитные свойства.
	Тема 4.2. Диагностика методами электронной, туннельной и атомно-силовой микроскопии. Локальность как принцип морфологической характеристики.
	Тема 4.3. Элементы анализа малоатомных систем методами квантовой химии.
Раздел 5. Реакционная способность кластеров и наночастиц	Тема 5.1. Катализ наночастицами. Нанореактор. Гетерофазные кластеры воды.
	Тема 5.2. Взаимодействие наночастиц с макромолекулами и полимерными средами. Полимер-связанные наноразмерные частицы. Адсорбция полимеров. Стабилизация полиэлектролитами и полимерными ПАВ.
Раздел 6. Прикладная химия наночастиц	Тема 6.1. Углеродные кластеры. Графен. Углеродные нанотрубки. Фуллерены, эндофуллерены, фуллериты, фуллериды. Способы получения. Нанопористые неорганические материалы. Металл-органические

	каркасные структуры.
	Тема 6.2. Катализаторы и сорбенты на основе ультрадисперсных веществ, специфика функционирования, селективность. Адсорбционные и каталитические свойства нанесенных на подложки наночастиц. Обзор научных исследований ультрадисперсных порошков и золь металлов на кафедре физической и коллоидной химии.
	Тема 6.3. Магнитные материалы, ячейки памяти. Сенсоры, наполнители пластмасс. НЧ в составе нанокompозитов и наноблочных материалов.
	Тема 6.4. Использование наночастиц в медицине. Наноразмерное серебро и золото. Взаимодействие биополимеров и микроорганизмов с НЧ золь металлов. Нанобиотехнологии. Биосорбция и селективная металлофильность. Биопронтиг. Наночастицы как поллютанты и мигранты в окружающей среде.

Наименование дисциплины	«Современные проблемы менеджмента в химии»
Объем дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	3/108
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Элементы экономических знаний	Тема 1.1. Основы микроэкономики. Спрос, предложение, цена. Эластичность спроса и предложения и влияющие на них факторы. Эффекты дохода и замещения.
	Тема 1.2. Теория предельной полезности. Бюджетная линия. Кривые безразличия. Эффективность распределения ресурсов.
	Тема 1.3. Фирма и предприниматель. Экономика фирмы. Бизнес-план фирмы. Показатели работы фирмы. Рыночные структуры и ценообразование.
	Тема 1.4. Макроэкономика. Совокупный спрос, совокупное предложение.
Раздел 2. Элементы теории управления.	Тема 2.1. История и школы менеджмента. Организация. Типы организационных структур. Успех организации. Стадии развития и уровни зрелости организации. Внутренняя среда организации. Внешняя среда в бизнесе. Функции управления. Планирование. Связующие процессы: коммуникации, модели и методы принятия решений.
Раздел 3. Психология менеджера	Тема 3.1. Иерархия потребностей. Искусство общения. Формирование первого впечатления о другом человеке. Руководитель и подчиненные. Мотивация. Конфликты и стрессы.
Раздел 4. Коммерческий контракт	Тема 4.1. Коммерческий контракт, его пункты и приложения. Сертификат происхождения. Сертификат безопасности. Инкотермы.
	Тема 4.2. Посещение выставок в ЭКСПОЦЕНТРЕ «Химия», «Химаналит» и др. мероприятия химического

	профиля.
--	----------

Наименование дисциплины	«Химия окружающей среды»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение в химию окружающей среды	Тема 1.1. Основы экологии, основные понятия, структура, факторы. Основные принципы функционирования экосистем, понятие гомеостаза.
Раздел 2. Атмосфера	Тема 2.1. Внешняя атмосфера, её химический состав и строение. Условия устойчивости атмосферы. Термический баланс атмосферы и земной поверхности.
	Тема 2.2. Основные процессы в верхних слоях земной атмосферы. Фотохимический смог в городской атмосфере и его воздействие на окружающую среду.
	Тема 2.3. Озонный слой и его разрушение. Каталитические циклы разрушения озона. Проблема кислотных дождей.
Раздел 3. Гидросфера	Тема 3.1. Водные ресурсы Гидрологический цикл. Атмосферные осадки, их минерализация. Карбонатное равновесие в воде. Самоочищение водоемов (щелочность воды). Окислительно-восстановительная способность водоемов.
	Тема 3.2. Вода и антропогенные процессы. Вторичное загрязнение водоемов. Окисление органики: денитрификация микробиологическая и ферментативное восстановление сульфатов.
	Тема 3.3. Температурная и концентрационная стратификация водоемов. Эвтрофикация водоемов. Понятие ноосферы, техногенеза, потенциал самоочищения, нагрузка рекреационная, организм-индикатор.
Раздел 4. Литосфера	Тема 4.1. Строение литосферы. Миграция химических элементов и геохимические барьеры. Физико-химические барьеры.
	Тема 4.2. Катионообменная способность почв. Кислотность почв. Классификация. Причины закисления. Актуальная, потенциальная и гиролитическая кислотности.
	Тема 4.3. Процессы трансформации азота в почве. Стадии химических превращений азота. Баланс азота в природе. Влияние нитросоединений на живые организмы. Процессы трансформации фосфора в почве. Стадии химических превращений фосфора. Баланс фосфора в природе. Основы токсикологии.
Раздел 5. Загрязнение окружающей среды	Тема 5.1. Химическое загрязнение гидросферы: бытовыми сточными водами, углеводородами, металлами, синтетическими органическими веществами. Радиационное загрязнение.
	Тема 5.2. Загрязнение атмосферы. Проблема

	повышения кислотности вод.
	Тема 5.3. Изменения глобального климата.

Наименование дисциплины	«Применение хроматографии в катализе»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы	Темы
Раздел 1. Основы газовой хроматографии.	Тема 1.1. Метод газовой хроматографии, как универсальный метод для изучения катализаторов и каталитических процессов. Классификация методов хроматографии.
	Тема 1.2. Аппаратурное оформление процесса. Хроматографические детекторы. Идентификация компонентов анализируемых смесей. Метод внутренней нормализации. Метод абсолютной калибровки. Метод внутреннего стандарта. Импульсный хроматографический метод.
	Тема 1.3. Теория идеальной линейной хроматографии (общие положения). Теория идеальной нелинейной хроматографии (общие положения).
Раздел 2. Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов	Тема 2.1. Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов (проявительные методы, основанные на использовании метода идеальной нелинейной хроматографии). Определение удельной поверхности катализатора по удерживаемым объемам. Метод тепловой десорбции. Определение молекулярной массы хроматографическим методом.
Раздел 3. Изучение кинетики каталитических реакций	Тема 3.1. Кинетика каталитических реакций, протекающих в хроматографических условиях. (необратимые реакции первого порядка в условиях идеальной линейной хроматографии).
	Тема 3.2. Кинетика каталитических реакций, протекающих в хроматографических условиях. (необратимые реакции n-го порядка в условиях идеальной линейной хроматографии).
	Тема 3.3. Теория реакций в хроматографическом режиме (обратимые реакции типа $A \rightleftharpoons B + C$).
Раздел 4. Хроматографический метод изучения адсорбции в ходе каталитического процесса	Тема 4.1. Хроматографические методы изучения отравления катализаторов (общие положения).
	Тема 4.2. Теория импульсного отравления катализаторов (линейный закон). Теория импульсного отравления катализаторов (экспоненциальный закон).
	Тема 4.3. Хроматографические методы изучения глубокого и мягкого окисления углеводородов.

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction	Theme 1. Methods of organic chemistry as the basis of theoretical and experimental organic chemistry. Classification

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	of reagents: electrophilic, nucleophilic and radical reagents. Classification of reactions in organic chemistry: heterolytic and homolytic reactions. Order of reactions. Types of reactions.
Section 2. Nitration	Theme 2.1. Direct and indirect nitration. Nitrating agents. Nitration of aromatic compounds. The concept of the reaction mechanism. Nitronium cation. Effect of substituents on the nitration of aromatic compounds. Nitration of benzene, toluene, phenol, aniline, naphthalene, benzoic acid, chlorobenzene. Protection of the amino group and aldehyde group during nitration. Side reactions during nitration of aromatic compounds. Nitration of furan, pyrrole, thiophene, pyridine. Nitrocompounds of the aliphatic series. Kononov's reaction. Paraphase. The concept of the mechanism of nitration of aliphatic compounds. Indirect nitration. The reaction of the replacement of a halogen and a sulfo group by a nitro group.
	Theme 2.2. Synthesis of 5-nitrofuran-2-carbaldehyde (5-nitrofurfural)
Section 3. Sulfonation	Theme 3. Sulphonating agents. Sulfonation of aromatic compounds. reversibility of reactions. Influence of sulfuric acid concentration and temperature on the course of sulfonation. Sulfonation of benzene, toluene, phenol, anthraquinone. Influence of catalysts. Obtaining sulfanilic acid. Side reactions during sulfonation. Preparation of sulfonic acid chlorides. Features of isolation and identification of sulfonic acids. Exchange of the sulfo group for H, OH and CN groups. Sulfonation of paraffins and olefins. Sulfochlorination reactions. Sulfonation of heterocyclic compounds.
Section 4. Halogenation	Theme 4.1. Halogenation agents: free halides, hydrohalic acids, phosphorus halides, thionyl chloride, dioxane dibromide, N-bromosuccinimide, dichloromonoxyde. Halogenation of aromatic compounds as an electrophilic substitution reaction. The reaction mechanism, the role of the catalyst. Conditions for the introduction of a halogen into the aromatic nucleus and into the side chain. Dichloromonoxyde as a selective reagent with respect to benzyl chlorination. The difference in the mechanisms of both reactions and in the properties of the resulting halogen derivatives. Halogenation of heterocyclic compounds. Halomethylation reaction. Radical substitution of hydrogen by halogen. Methods for introducing a halogen into olefins in the allyl position. Thermal chlorination of propylene. Addition of hydrogen bromide to C=C bond in the presence of peroxides (Harash effect). Polyhalogen derivatives. Telomerization reaction and its

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	mechanism. Electrophilic addition of a halogen and hydrogen halides via a multiple bond. Addition of halogens to olefins. Conditions for this reaction and its mechanism. Stereospecificity of the reaction of halogenation of cycloolefins. Addition of halogens to acetylenes and diene hydrocarbons. Hydrohalogenation of olefins. The dependence of the course of this reaction on the nature of the olefin, hydrogen halide, reaction conditions. Markovnikov's rule. Mechanism of the hydrohalogenation reaction. Halogenation of carbonyl compounds. Obtaining α - and β - halogen-substituted carbonyl compounds. haloform reaction. The method of introducing halogens into α - the position of carboxylic acids (Gel-Volhard-Zelinsky reaction). Substitution of halogens in alkyl halides. Mobility of halogens. Hydrolysis of alkyl halides as a nucleophilic substitution reaction. Mechanisms of $S_N 1$ and $S_N 2$. Influence on the rate and type of nucleophilic substitution by various factors: the structure of the starting substance (electronic and spatial factors), the nucleophilic activity of the substituent group, the nature of the substituting group and the solvent. Theme 4.2. Synthesis of 1,5-bis(2-hydroxyphenoxy)-3-(oxopentane). Synthesis of crown ether (reaction of catechol with 1,5-dichloro-3-pentane)
Section 5. Reduction of the nitro group	Theme 5. Reduction of the nitro group in the aromatic series. Reduction agents. Reduction in alkaline, neutral and acidic media. The products of incomplete reduction are nitroso compounds, arylhydroxylamines, azoxy-, azo- and hydrazo compounds. Rearrangement of incomplete reduction products. Benzidine and semidine rearrangements. Reduction in an acidic environment. Technical production of aniline. Partial recovery. Obtaining nitroamines, diamines, aminophenols.
Section 6. Amination	Theme 6.1. Introduction of an amino group by replacing a hydrogen atom in an aromatic or heterocyclic ring. Chichibabin reaction. Replacing a halogen with an amino group (Hoffmann reaction). Synthesis of primary amines from potassium halides and phthalimide, halides and urotropine. Synthesis of secondary amines by interaction of halides with metal cyanamides. Replacing a hydroxyl group with an amino group. Reaction conditions. Joint catalytic dehydration of butanediol and ammonia (amines). Replacement of a hydroxyl group with an amino group in the aromatic series (Bucherer reaction). Reactions of ethers and oxides with ammonia and amines. Preparation of ethanolamines. Synthesis of amines from aldehydes and ketones. Reductive amination. Recovery of oximes and Schiff bases. Leuckart reaction. Beckmann rearrangement, its

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	mechanism. Aminomethylation of ketones, phenols, heterocyclic compounds (Mannich reaction). Preparation of amines from acid derivatives. Hoffmann, Curtius, Schmidt rearrangements. Recovery of nitriles. Theme 6.2. Synthesis of furfurylideneaniline
Section 7. Reduction of oxygen-containing compounds	Theme 7. General ideas about redox processes in organic chemistry. reductive agents; metals: sodium, sodium amalgam, magnesium, zinc, aluminum; complex metal hydrides: lithium aluminum hydride, alkali metal borohydrides; aluminum alcoholates; hydroiodic acid. Organic reductive agents. Reduction of acids and their derivatives to aldehydes, alcohols and hydrocarbons. Reduction of acid chlorides according to Rosenmund-Zaitsev. Preparation of aldehydes from nitriles and acid hydrazides. Preparation of alcohols from acids and esters by the action of lithium aluminum hydride. Reduction of aldehydes and ketones. Preparation of alcohols by the action of aluminum isopropoxide (Meerwein-Ponndorff-Werley). Reduction by the action of sodium, sodium amalgam and amalgamated magnesium. Pinacol formation, reaction mechanism. Cannizzaro reaction, Cannizzaro "cross" reaction. Tishchenko's reaction. Reduction of carbonyl compounds by the action of lithium aluminum hydride and metal borohydrides. Preparation of hydrocarbons from carbonyl compounds by the action of amalgamated zinc (Clemmensen) and hydrazine hydrate (Kishner). Modifications of the Kishner reaction. Recovery of α-, β-unsaturated carbonyl compounds. Reduction of quinones.
Section 8. Oxidation	Theme 8. Oxidizing agents: oxygen, ozone; metal oxides - chromic anhydride, manganese dioxide, lead dioxide, osmium tetroxide, silver oxide, selenium dioxide; peroxide compounds: hydrogen peroxide, peracetic and monoperphthalic acid, Caro's acid; salts: potassium permanganate, dichromates, sodium hypochlorite, lead tetraacetate; acids; nitrogen, sulfuric, hypochlorous, iodine. Oxidation of the double carbon-carbon bond. Catalytic production of ethylene oxide. Effect of peracids on olefins (Prilezhaev's reaction). Trans opening of the epoxy ring as an S_N2 reaction. The formation of cis-glycols by the Wagner reaction. Double bond ozonation. Determination of the structure of olefins by ozonolysis. Oxidation of hydrocarbons to alcohols, aldehydes and ketones, acids. Selenium dioxide as a specific reagent for oxidation in the allyl position and for the production of aldehydes. Special cases of hydrocarbon oxidation. cumene process. Formation of cumene hydroperoxide and its decomposition to

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	phenol and acetone. Oxidation of aromatic hydrocarbons to quinones. Obtaining maleic anhydride from benzene and phthalic anhydride from naphthalene. Oxidation of alcohols and diols. Oxidation with a Beckmann mixture; possible side reactions. Oppenauer oxidation. Catalytic dehydrogenation of alcohols. Oxidation of glycols with cleavage of the carbon-carbon bond (lead tetraacetate and iodic acid). Obtaining acids from alcohols. Oxidation of aldehydes and ketones. Autooxidation of benzoic aldehyde. Oxidation of the aldehyde group in carbohydrates. Popov's rule for the oxidation of ketones. Oxidation of ketones by the action of peracids (Bayer-Villiger). The concept of biochemical oxidation.
Section 9. Diazotization	Theme 9. Importance of diazo compounds in organic synthesis and azo dye industry. Diazotization reaction, its mechanism. The role of mineral acid in the diazotization reaction. Diazotization of weakly basic amines and diamines. Various forms of diazo compounds. Reactions of diazo compounds with nitrogen release. Replacing diazo groups with hydrogen, hydroxyl, halides, cyano and nitro groups. Homolytic arylation reactions (Gomberg-Bachmann). Decomposition of double diazonium salts (A.N. Nesmeyanov). Reactions of diazo compounds without nitrogen release. Reduction to arylhydrazines. Azo coupling as an electrophilic substitution reaction. The choice of pH of the medium in azo coupling with amines and phenols. Influence of substituents in the benzene ring on the activity of diazo and azo components in the azo coupling reaction.
Section 10. Alkylation	Theme 10.1. Alkylating agents: alkyl halides, unsaturated hydrocarbons, alcohols. Friedel-Crafts alkylation reaction mechanism. Alkylation catalysts and their activity. Isolation of σ-complexes. Influence of substituents in the aromatic nucleus on the ease of alkylation. Side reactions during alkylation: alkyl radical isomerization, polyalkylation, disproportionation reaction. Reactions of di- and polyhalogen derivatives with aromatic hydrocarbons. Carbenes, their formation, structure. Singlet and triplet methylene. Reactions of insertion of carbenes into CH bonds and addition to olefins. Reactions of carbenes with aromatic compounds (Simmons-Smith reagent). Theme 10.2. Synthesis of 1,5-bis(2-hydroxyphenoxy)-3-(oxapentane). Synthesis of crown ether (reaction of catechol with 1,5-dichloro-3-pentane)
Section 11. Acylation	Theme 11.1. Acylating agents. Obtaining ketones by Friedel-Crafts reaction; reaction mechanism. Intramolecular acylation. Preparation of heterocyclic ketones. Synthesis of aromatic aldehydes using carbon monoxide and hydrogen chloride (Gattermann-Koch), hydrocyanic acid and

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	hydrogen chloride (Gattermann), formylation using dimethylformamide and phosphorus oxychloride (Vilsmeier reaction). Obtaining aromatic acids. Synthesis of salicylic acid (Kolbe-Schmitt).
	Theme 11.2. Synthesis of 1-(2-thienyl)ethanone (2-acetylthiophene).
Section 12. Condensation of aldehydes and ketones	Theme 12.1. Aldol and croton condensations. Reaction mechanism, role of catalysts (bases and acids). Comparative activity of aldehydes and ketones. Condensations of aldehydes with malonic acid, esters of halogenated acids, nitro compounds, acetylene, cyclopentadiene, hydrocyanic acid. Condensation of aromatic aldehydes with acid anhydrides (Perkin reaction), with aromatic amines and phenols. Benzoin condensation, its mechanism. Effect of substituents on benzoin condensation.
	Theme 12.2. Synthesis of furfurylideneaniline
	Theme 12.3. Synthesis of 1-phenyl-2-nitropropene
Section 13 Ester Condensation	Theme 13. Synthesis of esters of β -keto acids (Claisen condensation). Reaction mechanism for the synthesis of acetoacetic ester. Condensing agents. Reversibility of the reaction. The use of esters of formic and oxalic acids in the Claisen reaction. Condensation of dicarboxylic acid esters (Dickmann cyclization). Condensation of esters with ketones and nitriles. Acyloin condensation. Ziegler cyclization of dinitriles. The use of acetoacetic ester for the synthesis of ketones and acids.
Section 14. Diene synthesis (Diels-Alder reaction)	Theme 14.1. Diene components of the Diels-Alder reaction. Aliphatic, cyclic and heterocyclic dienes (divinyl and its homologues, cyclopentadiene, cyclohexadiene, furan, vinylcyclohexene). Dienophiles: acrolein, acrylic acid and its derivatives, unsaturated nitro compounds, maleic anhydride, fumaric acid, quinones, acetylenedicarboxylic acid. Influence of electron-donating and electron-withdrawing groups on the activity of diene and dienophile in the Diels-Alder reaction. Reversibility of the Diels-Alder reaction. Structural orientation of diene synthesis. Stereospecificity of the reaction (endo- and exoforms). Reaction conditions, formation of mono- and diadducts (quinones, acetylenedicarboxylic acid). Synthesis of bridge structures (endoxo- and endomethylenecyclohexane systems).

Course Title	«Methods of organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	Substitutional addition reaction.
	Theme 14.2. Azadiene synthesis: condensation of furfurylideneaniline and dihydrofuran

Course Title	«Theoretical organic chemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Chemical bond in organic compounds. Electronic effects.	Theme 1.1. Types of chemical bonds. Hybridization. Localized and delocalized chemical bonds. Multicenter bonds. Method of molecular orbitals. Theme 1.2. Inductive effect and conjugation effect. The effects of superconjugation. Dependence of effects on the structure of molecules.
Section 2. Acid-base properties and spatial structure of organic compounds.	Theme 2.1. Organic acids and bases, influence of steric and electronic effects on acid-base properties, solvation. The principle of hard and soft acids and bases. Theme 2.2. Conformations of acyclic and cyclic molecules. Influence of conformation on reactivity. Chirality and symmetry. Optical activity. Types of chiral molecules. Enantiomers and diastereomers.
Section 3. Mechanisms of organic reactions. Nucleophilic substitution in the aliphatic series, Elimination and addition reactions by multiple bonds.	Theme 3.1. General ideas about the mechanisms of organic reactions. Intermediate particles in transformations of organic compounds. Methods for establishing and studying the mechanisms of organic reactions. Theme 3.2. Reactions S_N1 , S_N2 , S_Ni . Influence of the structure, substrate and reaction conditions on the mechanism. $E1$ and $E1cB$ mechanisms, $E2$ -mechanism. Factors affecting the mechanism of cleavage reactions. Mechanisms of electrophilic addition at $C=C$ -bond and nucleophilic at $C=O$ -bond. The role of the acidity of the medium upon addition to $C=O$.
Section 4. Aromaticity. Substitution in the aromatic series. Pericyclic reactions. Rearrangements	Theme 4.1. Types of aromatic systems. Aromaticity criteria. Antiaromatic. Electrophilic substitution: reagents, π - and σ -complexes. Nucleophilic substitution: mechanism of the process, Meisenheimer complexes. Arin mechanism. Theme 4.2. $[4+2]$ -Cycloaddition, process synchronism, influence of substituents. Woodward-Hoffmann rules. Rearrangements: nucleophilic, electrophilic and free-radical. Cope and Claisen rearrangements.

Course Title	«Domino-reactions in the synthesis of heterocycles»
Course Workload, cred/ac.h.	4/144
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction. Classification of domino reactions	Theme 1.1. The concept of domino reactions. Terminological contradictions – “cascade”, “tandem” and domino processes.
	Theme 1.2. Anionic, cationic, radical, pericyclic domino processes - the principle of referring to one or another type.
Section 2. Anionic domino reactions	Theme 2.1. General description Anion-anion processes, anion-radical reactions. Anionic-pericyclic domino reactions.
	Theme 2.2. Anionic reactions and transition metal catalysis.
Section 3. Cationic domino reactions	Theme 3.1. General characteristics. Cation - cationic processes.
	Theme 3.2. Cationic-pericyclic reactions. Cationic-reductive domino reactions
Section 4. Radical domino reactions	Theme 4.1. General description
	Theme 4.2. Radical-radical domino processes. Radical pericyclic reactions.
Section 5. Multicomponent domino reactions	Theme 5.1. General description. Strecker, Biginelli, Hanch, Ugi, Passerini reactions. Examples of reactions and analysis of mechanisms.
Section 6. Domino reactions based on Knoevenagel condensation	Theme 6.1. General example of a reaction. Study of the mechanism and analysis of typical cases of application.
	Theme 6.2. Various combinations of this reaction with others in the synthesis of more complex structures.
Section 7. Knoevenagel Condensation - Cycloaddition	Theme 7.1. Examples of the combination of the Knoevenagel condensation and various types of cycloadditions ([1+4], [2+3], [2+4]) in the synthesis of five-membered and six-membered heterocyclic compounds.
Section 8. Knoevenagel Condensation - Cycloaddition	Theme 8.1. Examples of the combination of Knoevenagel condensation and Michael addition in the synthesis of five-membered and six-membered heterocyclic compounds.

Course Title	«NMR of organic compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction and theoretical foundations of the NMR method	Theme 1.1. NMR spectroscopy and its place among physical methods for studying the processes and products of organic chemistry. Elements of the theory of the NMR phenomenon.
	Theme 1.2. The history of the development of the method (I. Rabi, F. Bloch, E. Purcell). Spin numbers and magnetic moment of atoms, Zeeman effect, Larmor frequencies.
	Theme 1.3. Magnetic resonance conditions. Decay of free induction. Times of longitudinal and transverse relaxation.
Section 2. The structure of the NMR spectrometer	Theme 2.1. Types of NMR spectrometers. Schematic diagram of the apparatus. Opportunities.
	Theme 2.2. Description of the method of analysis, the output

Course Title	«NMR of organic compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	data obtained after the removal of the spectrum.
Section 3. Parameters of ¹ H and ¹³ C NMR spectra	Theme 3.1. Solvents used, internal and external standards. Parameters of NMR spectra, their informative value. Width and intensity of the NMR line.
	Theme 3.2. Integration. Chemical shift. Chemical shifts of ¹ H and ¹³ C nuclei of organic molecules.
	Theme 3.3. The concept of the fine structure of the ¹ H and ¹³ C NMR spectra, SSCC. Spin-spin interaction.
Section 4. NMR features of various classes of organic compound	Theme 4.1. Characteristic signals in proton and carbon spectra of alkenes, alkynes, arenes, carboxylic acids and carbonyl compounds. Their use to establish structure.
Section 5. Trial Program	Theme 5.1. Acquaintance and basic methods of working in Trial programs: Fourier transform of spectra, adjustment of phases of the 1st and 2nd orders, integration, correlation of signals, editing of spectra, etc.
Section 6. Decoding of ¹ H spectra of unknown compound	Theme 6.1. Transformation of ¹ H NMR fids for further work with the spectrum: determination of the spatial structure of organic compounds from the data
Section 7. Decoding of ¹³ C spectra of unknown compounds	Theme 7.1. Transformation of ¹ H NMR fids for further work with the spectrum: determination of the spatial structure of organic compounds from ¹³ C NMR data.
Section 8. Decoding the spectra of unknown compounds from the totality of NMR data.	Theme 8.1. Transformation of ¹ H NMR fids for further work with the spectrum: determination of the spatial structure of organic compounds from the totality of ¹ H and ¹³ C NMR data, taking into account the SSCC values.

Course Title	«Stereochemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	4/144
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction. Basic concepts of stereochemistry	Theme 1.1. Stereochemical features of the atom of carbon, silicon, nitrogen, phosphorus, oxygen, sulfur.
	Theme 1.2. Stereochemical models and formulas.
	Theme 1.3. Conformation. Configuration.
Section 2. Chiropractic phenomena and their structural prerequisites	Theme 2.1. Chirality. Plane polarized light. Polarimetry.
	Theme 2.2. Enantiomerism and diastereomerism. Enantiotopia, diastereotopia. Types of elements of chirality.
Section 3. Racemates	Theme 3.1. Racemates. Classification and properties of racemic mixtures. Methods for the cleavage of racemates.
	Theme 3.2. Racemization. The use of natural optically active substances for the separation of racemates.
Section 4. Nomenclature of spatial isomers.	Theme 4.1. Nomenclature of spatial isomers, enantiomers and diastereomers.
Section 5. Methods for determining the configuration of asymmetric centers. Chiropractic methods.	Theme 5.1. Relative and absolute configuration. Methods for determining the absolute configuration: X-ray diffraction analysis, quasi-racemates, chemical correlation, chiroptic methods (practical application).

Course Title	«Stereochemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	4/144
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	Theme 5.2. Dispersion of optical rotation. Circular dichroism. Cotton effect. DOV and CD curves. Classification of chromophores.
Section 6. Conformations of alkanes. Stereochemistry of SN reactions	Theme 6.1. Conformation of alkanes (ethane, butane), mono- and dihaloalkanes. Conformations of diastereomers.
	Theme 6.2. Stereochemistry of nucleophilic substitution reactions in the series of alkanes, alkyl halides, alcohols.
Section 7. Stereochemistry of reactions for obtaining alkenes and processes of electrophilic addition to the double bond.	Theme 7.1. Alkene nomenclature. Stability and interconversions of stereoisomeric alkenes. Obtaining π -diastereomers.
	Theme 7.2. Stereochemistry of reactions of alkenes (electrophilic addition and oxidation). Addition reactions.
Section 8. Stereochemistry of dienes and cycloalkanes. Triple bond addition reactions.	Theme 8.1. Conjugated dienes. Diene synthesis (Diels-Alder reaction). Cumulenes (allenes, ketenimines). Cycloalkanes: cyclopropane, cyclobutane, cyclopentane, cycloheptane.
	Theme 8.2. Higher cycles. Cyclization reactions, Thorp-Ingold effect. Obtaining alkynes, nucleophilic and electrophilic addition to the triple bond.
Section 9. Cyclohexane and its derivatives	Theme 9.1. Cyclohexane. Cycloalkenes and cycloalkynes. Substituted cycloalkanes.
	Theme 9.2. Stereochemical features of reactions in six-membered cycles.
Section 10. Stereochemistry of carbonyl addition reactions	Theme 10.1. Cyclohexanones and their reactions. Syntheses based on carbonyl compounds.
	Theme 10.2. Hydrindane. Dekalin. Rule of Krum, Felkin-On.
Section 11. Spatial structure of bridge and frame systems	Theme 11.1. Stereochemistry of bridged, condensed and framework cyclic systems.
	Theme 11.2. Propellans, rotaxanes, catenanes, Möbius strips.
Section 12. Features of the conformation of saturated oxygen-containing heterocycles	Theme 12.1. Oxygen-containing heterocycles with one and two oxygen atoms.
	Theme 12.2. Optically active nitrogen-containing compounds. Monosaccharides. Spatial structure.
Section 13. Cyclo-chain tautomerism in mono- and disaccharides	Theme 13.1. Cyclo-chain tautomerism. Disaccharides, mutarotation.
Section 14. Conformation, Preparation and reactivity of derivatives with multiple C=N bonds. Saturated nitrogen-containing heterocycles	Theme 14.1. Nitrogen-containing heterocycles. Piperidine and its derivatives. Decahydroquinoline.
	Theme 14.2. Compounds with a C=N (N=N) bond: oximes, hydrazines, azomethines, diazo compounds.
	Theme 14.3. The conformation of amides and their analogues.
Section 15. Stereochemical features in a series of arenes	Theme 15.1. The conformation of aromatic compounds. Optically active compounds of the biphenyl type.
	Theme 15.2. Atropisomerism. Cyclophanes and ansa-compounds. Helicenes. Metallocenes. Molecular propellers. Spirany.
Section 16. Asymmetric synthesis and catalysis.	Theme 16.1. Asymmetric synthesis. Syntheses based on chiral starting materials. asymmetric catalysis. Syntheses in chiral

Course Title	«Stereochemistry»
Course Workload, cred/ac.h.	4/144
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Approaches to enantio- and diastereoselective synthesis.	media.
	Theme 16.2. Examples of enantio- and diastereoselective synthesis. Wittig reactions. Electrocyclic reactions. Baldwin rules. Iodolactonization.

Course Title	«Chemistry of heterocyclic compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	5/180
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction. Nomenclature of heterocyclic compounds. Small cycles.	Theme 1.1. Classification of heterocycles: according to the size of the cycle, according to heteroatoms, their number and mutual arrangement in the cycle. Heteroatoms of pyrrole and pyridine type.
	Theme 1.2. Heterocycle nomenclature: trivial names; Hantzsch-Wildmann system, IUPAC nomenclature and substitute nomenclature.
	Theme 1.3. Small cycles: methods of synthesis. Reactions with electrophiles and nucleophiles.
Section 2. Five-membered heterocyclic compounds with one heteroatom	Theme 2.1. Pyrrole, furan, thiophene: characteristics of the electronic structure, aromaticity and reactivity, methods of preparation.
	Theme 2.2. Indole, indolizine: methods of synthesis, reactivity.
Section 3. Five-membered heterocycles with two heteroatoms	Theme 3.1. 1,3-Azoles: imidazole, oxazole, thiazole. Electronic structure and reactivity, methods of synthesis
	Theme 3.2. 1,2-Azoles: pyrazole, isoxazole, isothiazole. Electronic structure and reactivity, methods of synthesis
Section 4. Six-membered heterocyclic compounds	Theme 4.1. Six-membered hetarenes: pyridine, azines and benzazines. Electronic structure, aromaticity and reactivity.
	Theme 4.2. Quinoline, isoquinoline: characteristics of the electronic structure, aromaticity and reactivity, methods of preparation.

Course Title	«The method of working with databases»
Course Workload, cred/ac.h.	2/72
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. "Classical" sources of chemical information - abstract journals RZh Chem., Chemical Abstracts, Beilshstein.	Theme 1.1. Acquaintance of students with the main sources of searching for chemical information in the submitted abstract journals, methods of searching for information of interest, the possibilities of presenting and searching for chemical information on the Internet.
	Theme 1.2. Opportunities provided by the electronic version of Chemical Abstracts.

Course Title	«The method of working with databases»
Course Workload, cred/ac.h.	2/72
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 2. Search for patent information in the Chemical Abstracts Patent Index.	Theme 2.1. Acquaintance with the features of the presentation of patent information.
	Theme 2.2. Acquaintance with the peculiarities of searching for patent information.
Section 3. Search for the necessary synthetic methods on the orgsyn server	Theme 3.1. Acquaintance of students with other electronic free sources of scientific information.
	Theme 3.2. Work with the server http://www.orgsyn.org/ and the possibility of searching for methods for the synthesis of compounds of interest.
Section 4. Free electronic versions of organic chemistry journals: ARKIVOC, Beilshtein Journal of organic chemistry, Bulletin of the Korean chemical society.	Theme 4.1. Work with full-text free electronic journals on the net, features of searching for articles of interest in this publication.
Section 5. Site of the American Chemical Society publishing house.	Theme 5.1. Work with full-text journals of the American Chemical Society.
	Theme 5.2. Ways to search for information on the ACS website.
Section 6. Patent information	Theme 6.1. Search for patents on the USPTO website
	Theme 6.2. Search for patents on the website of the European Patent Office
Section 7. Search capabilities for chemical information provided by paid services	Theme 7.1. Sci-Finder
	Theme 7.2. Reaxys
Section 8. SCOPUS searching system.	Theme 8.1. Work in the SCOPUS search engine.

Course contents	«Fundamentals of drug design»
Course contents	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction. Methodological bases for the creation of drugs.	Theme 1.1. Sciences related to the creation and study of drugs. Classification of drugs. Pharmacokinetics and pharmacodynamics. Activity and selectivity of drugs. Absorption, distribution, metabolism and excretion of the drug.
	Theme 1.2. Stages of drug development. Preclinical developments and clinical trials. Strategies for finding the leader connection. The general scheme for creating a drug based on continuous bioscreening. Fragment-oriented design. Ligand- and structure-oriented design. Virtual bioscreening. “De novo” design.
Section 2. Targets of drug action. Techniques for modifying the structure of the leader compound.	Theme 2.1. The main types of biomolecules - targets of drug action. General ideas about the spatial structure of proteins and nucleic acids. Three-dimensional models of protein molecules. Protein Data Bank database. Types of biotarget–

Course contents	«Fundamentals of drug design»
Course contents	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	ligand interaction. Pharmacophore. Lipophilicity. Theme 2.2. Modification of functional groups. Homologization. Restriction of conformational mobility and cyclo-chain transformations. Isosteres and bioisosteres. Privileged structures. Peptidomimetics. Structural modifications to increase oral bioavailability. Lipinsky's rule. The principle of prodrugs. Feedback in the regulation of biosynthesis. The principle of antimetabolites in the speculative design of drugs. Sulfonamide antibiotics. Antifolates in cancer therapy.
Section 3. Design of drugs acting on biological membranes.	Theme 3.1. The structure of biological membranes. Detergents, ionophores, channel-forming compounds as antimicrobials and antiseptics. Theme 3.2. The mechanism of nerve impulse conduction. Drugs for anesthesia. Local anesthetics.
Section 4. Design of drugs acting on protein molecules.	Theme 4.1. Medicinal substances - enzyme inhibitors: irreversible, reversible competitive and allosteric. Penicillins are bacterial transpeptidase inhibitors. β -lactamase inhibitors. Organophosphorus compounds are nerve poisons and acetylcholinesterase reactivators. HIV protease inhibitors. Theme 4.2. Receptors. Classification of receptors. Agonists, partial agonists and antagonists. Affinity. Techniques for creating agonists and antagonists. acetylcholine receptors. Amino acids and biogenic amines as receptor ligands.

Course Title	«Molecular spectral analysis»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Principles of molecular spectral analysis	Theme 1.1. Electromagnetic spectrum. Basic characteristics of radiation. Interaction of radiation with matter. Main features of atomic and molecular spectra. Theme 1.2. Classification of methods of molecular spectral analysis. Significance of molecular spectral analysis in chemistry.
Section 2. Principles of IR spectroscopy	Theme 2.1. Features of the structure of polyatomic molecules. Hooke's law and the Schrödinger equation as applied to polyatomic molecules. The main tasks of the theory of vibrations of molecules. Vibrations of a polyatomic molecule as an interconnected system. The number of possible oscillations. Normal oscillations and their properties. Classification of normal vibrations. Theme 2.2. Symmetry of molecules. Elements of the classical theory of infrared absorption spectra. Fundamentals of the classical theory of Raman scattering. Selection rules. Frequency characteristic in the vibrational spectrum of a

Course Title	«Molecular spectral analysis»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	molecule. Peculiarities of Quantum-Chemical Consideration of Vibrations of Polyatomic Molecules.
Section 3. Principles of quantitative IR spectroscopy	Theme 3.1. Law of light absorption. Methods for representing spectrophotometric quantities. Instrumental and physico-chemical causes of deviation from the Bouguer-Lambert-Beer law. Factors determining the integrated intensity of absorption bands in infrared spectra. Extrapolation method of Burgen and others. Method of direct integration. Amendment method
	Theme 3.2. On the accuracy of measuring the intensities of infrared absorption bands. Absolute intensities in the infrared spectra of molecules.
Section 4. Practical aspects of measuring IR spectra	Theme 4.1. General characteristics of spectrometers for the analysis of IR spectra. Sources of radiation. Monochromators. Infrared receivers. Amplifying and recording devices. Modern models of infrared spectrometers. Calibration of prism spectrometers.
	Theme 4.2. Sample preparation technique for analysis.
Section 5. IR spectroscopy of organic compounds	Theme 5.1. IR spectroscopy of saturated hydrocarbons, olefinic hydrocarbons, acetylenic hydrocarbons, aromatic hydrocarbons, halo-organic compounds, carbonyl- and hydroxyl-containing compounds, amines.
Section 6. Principles of UV spectroscopy	Theme 6.1. The nature of the EAS (electronic absorption spectra). Classification of electronic transitions in a molecule and their assignment. EAS band intensities and selection rules.
	Theme 6.2. The concept of chromophores, auxochromes and conjugated chromophores.

Course Title	«Mass spectrometry of organic compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	4/144
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Principles of fragmentation of medicinal organic compounds under conditions of electron ionization (IE)	Theme 1.1. Basic methods of ionization and separation of ions in mass spectrometry.
	Theme 1.2. The main mechanisms of bond breaking and splitting of organic compounds under the conditions of mass spectrometry with electron ionization, possible rearrangement processes. Basic mass spectral rules.
Section 2. Fragmentation of hydrocarbons under IE conditions	Theme 2.1 Characteristic features of the fragmentation of alkanes, alkenes, alkynes, cycloalkanes, aromatic hydrocarbons under the conditions of mass spectrometry with electron ionization.
Section 3. Fragmentation of heterocyclic compounds under IE conditions	Theme 3.1. Characteristic features of the fragmentation of nitrogen-, oxygen- and sulfur-containing aliphatic and aromatic heterocyclic compounds under the conditions of mass spectrometry with electron ionization, ortho-effect.

Course Title	«Mass spectrometry of organic compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	4/144
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 4. Fragmentation of halogen derivatives under IE conditions	Theme 4.1. Characteristic features of the fragmentation of halogen derivatives under the conditions of mass spectrometry with electron ionization.
	Theme 4.2. Polyisotope elements and calculation of their content.
Section 5. Fragmentation of compounds with an amino group under IE conditions	Theme 5.1. Characteristic features of the fragmentation of aliphatic and aromatic amines under the conditions of mass spectrometry with electron ionization. Using derivatization to study amines with GC/MS.
Section 6. Fragmentation of compounds with a hydroxyl group under IE conditions	Theme 6.1. Characteristic features of the fragmentation of aliphatic alcohols and phenols, dialkyl, alkyl aryl and diaryl ethers under conditions of mass spectrometry with electron ionization.
	Theme 6.2. Analogies between electron ionization and tandem mass spectrometry.
Section 7. Fragmentation of compounds with a carboxyl group under IE conditions	Theme 7.1. Characteristic features of the fragmentation of carboxylic acids, alkyl and aryl esters, phthalic acid derivatives under conditions of mass spectrometry with electron ionization.
Section 8. Fragmentation of compounds with several functional groups under IE conditions	Theme 8.1. Characteristic features of the fragmentation of amino acids and their derivatives under the conditions of mass spectrometry with electron ionization.
	Theme 8.2. Use of Husek's reagents for the analysis of amino acids and protozoan peptides by GC/MS. Analysis of hydroxy and oxo acids.

Course Title	«Fundamentals of biotechnology»
Course Workload, cred/ac.h.	2/72
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
Section 1. Introduction. Objects of biotechnological productions.	Theme 1.1. The subject of biotechnology. History of the development of biotechnology. Goals and objectives of biotechnology. The main modern fields of application and prospects for biotechnological processes.
	Theme 1.2. Classification of organisms-producers. The structure and chemical composition of the cells of bacteria, plants, fungi and animals. Criteria for the selection of biological objects.
Section 2. Fundamentals of genetic engineering. Biotechnological process.	Theme 2.1. Structure and functions of DNA and RNA. Genetic engineering methods for creating objects of biotechnological production. Principles of genetic engineering.
	Theme 2.2. The main stages of biotechnological production. Cultivation of biological objects. Designs of bioreactors providing optimal conditions for fermentation.
Section 3. Fermentation and fermentation production.	Theme 3.1. Glycolysis and fermentation. Production of ethanol and spirits. The use of yeast for the production of

Course Title	«Fundamentals of biotechnology»
Course Workload, cred/ac.h.	2/72
Course contents	
Course Module Title	Brief Description of the Module Content
	protein mass. Butyric and acetone-butyl fermentation. Theme 3.2. Lactic acid fermentation. Composition and processing of milk. Production of dairy products and cheese.
Section 4. Enzymes in biotechnology. Production of organic acids and carbohydrates.	Theme 4.1. Applications and types of enzymes in biotechnology, industry, household chemicals, medicine. Methods for isolation and purification of enzymes. Theme 4.2. Immobilized enzymes. Production of acids: acetic, propionic, gluconic, citric. Biotechnological production of fructose syrup, polysaccharides (dextran, xanthan). Production of α -amino acids.

Course Title	«Chemistry of natural compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Course Module Title
Section 1. Introduction.	Theme 1.1. Organic compounds of human and animal organisms - proteins, nucleic acids, lipids; plants - carbohydrates, alkaloids. Biosphere and its development. Theoretical and practical significance of studying the chemistry of natural compounds.
Section 2. Proteins.	Theme 2.1. Protein content in the body and their functions. Variety of natural proteins. The beginning of protein chemistry. Qualitative reactions of proteins. The primary structure of proteins. Secondary structure of proteins. Tertiary structure of a proteins. Polypeptide synthesis.
Section 3. Nucleic acids.	Theme 3.1. Deoxyribose nucleic acid is the human genome. The structure of the macromolecule, DNA, gene and other parts. DNA is the primary template for the synthesis of proteins in each individual. Cell plasma is matrix ribose nucleic acid, mRNA. Protein synthesis. One gene, one protein. Discovery of DNA (I. Miter). The structure of a section of DNA - a gene. Nucleotides, nucleosides, D - 2 - deoxyribose furanose, D - ribose furanose, purine and pyrimidine bases. Primary structure of NC. Nucleotide sequence. A triplet of nucleotides is the code of a - amino acids. Secondary structure of DNA. Double helix of nucleotide chains with antiparallel orientation.
Section 4. Enzymes (enzymes).	Theme 4.1. Enzymes are biocatalysts. Biochemical enzymatic processes - baking, alcoholic fermentation (yeast). Simple enzymes. Complex proteins. Anoenzyme and coenzyme. Enzymatic reactions. Nicotinamidin dinucleotide NAD.

Course Title	«Chemistry of natural compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Course Module Title
Section 5. Lipids (fats).	Theme 5.1. Lipids are the building material of cell membranes and various body tissues; a source of energy that ensures the vital activity, growth and development of the body. Neutral (simple) triglycerides. Isomerism of triglycerides according to the position of acyl radicals. Targeted synthesis of triglycerides.
Section 6. Vitamines	Theme 6.1. The biological role of vitamins. Avitaminosis and hypervitaminosis. Classification of vitamins. fat soluble vitamins. Structure and chemical synthesis. Vitamins A, D, K, E. Water-soluble vitamins. Structure, biological role and synthesis. Vitamins C, group of vitamins B, vitamin PP. Mechanisms of the biological action of vitamins.
Section 7. Terpenes and terpenoids.	Theme 7.1. Classification, finding in nature, methods of isolation from natural sources. Synthesis and application.
Section 8. Hormones.	Theme 8.1. Hormones, physiologically active substances - regulators of biochemical metabolic processes in the body. Hormones of a number of biogenic α -amino acids. Thyroxine. Synthesis of thyroxine. Thyroxine analogues: thyroidin, diiodothyrosine, betazine. Synthesis of these hormones. Hormones of a number of amino alcohols: Adrenaline, Serotonin, Histamine (synthesis, biosynthesis, functions). Nonapeptides, vasopressin and oxytocin. The difference is in the structure of the peptide chain and in the physiological action. Somatotropin. Insulin (Structure. Biotechnological production of insulin). Steroid hormones. Pregnane derivative - cortisone. Industrial production of cortisone from sapogenin. Sex hormones. Androstan derivatives, male sex hormones: testosterone, androsterone, dehydroandrosterone. Estrane derivatives, female sex hormones: estrone, estradiol, estrol. Cholesterol is the basis for the synthesis of steroid hormones in the body. Industrial methods for obtaining steroid hormones.
Section 9. Alkaloids.	Theme 9.1. Alkaloids are organic compounds found in various parts of a plant. Piperidine (coniine, arecoline, lobeline and its analogues), Pyridine (nicotine, anabasine), Tropane (tropine, atropine, scopolamine, cocaine, cynamylcocaine), imidazole alkaloid pilocarpine, Quinoline alkaloids. Industrial method for the synthesis of papaverine. Purine alkaloids are tea alkaloids. Industrial method for the synthesis of theophylline Caffeine is a psychotropic agent, a tonic. Quinolizidine alkaloids: lupinine, pachycarpine, cytisine. Condensed systems with a fragment of quinolizidine.

Course Title	«Chemistry of natural compounds»
Course Workload, cred/ac.h.	3/108
Course contents	
Course Module Title	Course Module Title
	Pyrrollysine alkaloids, esters of the dihydric alcohol of platinecin - platifillin and sarracin. Polycyclic condensed alkaloids: berberine, emytine, ezerine, reserpine, morphine. Morphine derivatives: codeine and heroin. Morphine is an effective pain reliever (analgesic). Morphine and heroin are strong drugs. Acyclic alkaloids (phenethylamine): tyramine, mexalin, ephedrine. Industrial synthesis of ephedrine. The steroidal alkaloids salosidin and salonidin.
Section 10. Photosynthesis.	Theme 10.1. The essence and significance of photosynthesis for the development of the Earth. History of the doctrine of photosynthesis. The scale of photosynthetic activity in the biosphere. Basic and additional photosynthetic pigments: chlorophylls, carotenoids, phycobilins. Chloroplasts and their role in photosynthesis. The structure of chloroplasts. Chlorophyll a and chlorophyll b. The porphine structure is the basis of the molecular structure of the chloroplast.

Наименование дисциплины	Научный семинар
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
Содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение: основные понятия научного исследования.	Свойства научного знания. Структура научного исследования. Классификация методов научных исследований. Методологическая база профессиональной деятельности Базовые постулаты системного подхода.
Публичное представление результатов исследований. Научная дискуссия.	Классификация способов представления результатов исследования. Публичное представление результатов исследования. Научная дискуссия как форма коммуникации.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Декан ФФМиЕН,
заведующий кафедрой
органической химии**

Должность, БУП

Воскресенский Л.Г.

Подпись

Фамилия И.О.