

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

27.09.2012  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 8591 /баз.

## **Х И М И Я**

**Программа государственного экзамена  
для специальности 1-31 05 01 Химия (по направлениям)**

Направления специальности:

1-31 05 01-03 «Фармацевтическая деятельность»

Специализация

1-31 05 01-03 01 «Химия лекарственных препаратов»  
(кафедра аналитической химии)

Минск  
2012

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

А.Л. Гулевич, профессор кафедры аналитической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

В.В. Егоров, профессор кафедры аналитической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

С.М. Лещев, профессор кафедры аналитической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

В.Л. Ломако, доцент кафедры аналитической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Т.Н. Воробьева, профессор кафедры неорганической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

В.И. Тыворский, доцент кафедры органической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Н.А. Ильина, доцент кафедры органической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Е. И. Василевская, доцент кафедры неорганической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

М. В. Шишонок, доцент кафедры химии высокомолекулярных соединений БГУ, кандидат химических наук, доцент.

Н.В. Логинова, доцент кафедры неорганической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Г.И. Полозов, доцент кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Л.А. Мечковский, доцент кафедры физической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

А.Н. Рябцев, доцент кафедры органической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Л.С. Карпушенкова, доцент кафедры неорганической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Учебно-методической комиссией химического факультета БГУ

28.12.2012, прот. № 5

(дата, номер протокола)

Советом химического факультета БГУ

06.09.2012, прот. № 1

(дата, номер протокола)

Научно-методическим советом БГУ

27.09.2012 прот. № 1

(дата, номер протокола)

Ответственный за редакцию: Л.С. Карпушенкова

Ответственный за выпуск: Л.С. Карпушенкова

## Пояснительная записка

Целью государственного экзамена по химии является проверка уровня знаний фундаментальных основ химии у выпускников химического факультета Белорусского государственного университета. Программа государственного экзамена по химии включает вопросы, изучавшиеся студентами факультета в рамках различных химических дисциплин с учетом направлений специальности. Программа состоит из двух частей: первая является обязательной для всех студентов, независимо от специализации, а вторая содержит вопросы разные для разных направлений специальности.

В общей части программы материал подразделяется не по конкретным дисциплинам, а рассматривается в следующей логической последовательности: строение атома; периодическая система химических элементов; способность атомов к образованию химических связей как в молекулах, так и в твердых телах с немолекулярной структурой, строение и свойства молекул; условия и закономерности протекания химических процессов, включая условия равновесия, кинетику и термодинамику фазовых превращений, явлений на поверхностях раздела фаз, в электрохимических системах и дисперсных системах, свойства неорганических соединений; свойства и строение органических соединений, в том числе высокомолекулярных; методы исследования и анализа различных объектов. Во второй части программы представлены вопросы по специализации. Экзаменационный билет включает 4 вопроса, из них три по общей части программы, один – по специализации.

Данная программа предназначена для студентов направления «Химия (фармацевтическая деятельность)» специализации «Химия лекарственных препаратов», проходивших обучение на кафедре аналитической химии.

# Содержание программы

## Общая часть

### I. Строение электронных оболочек и ядра атома

Волновая теория строения атома. Волновая функция, радиальная и угловые части. Квантовые числа. Многоэлектронный атом. Принцип Паули. Правило Хунда. Электронные конфигурации атомов. Основное и возбужденные электронные состояния атомов.

Спектры атомов. Межэлектронные и спин-орбитальное взаимодействия. Термы многоэлектронного атома.

Явление радиоактивности. Устойчивость ядер. Важнейшие типы радиоактивных превращений ядер. Закон радиоактивного распада. Постоянные распада. Природная и искусственная радиоактивность.

### II. Периодический закон. периодическая система. периодичность изменения свойств элементов

Периодический закон. Его физический смысл и значение. Периодическая система химических элементов. Формирование электронных слоев атомов и формирование периодов. s-, p-, d-, f- элементы.

Атомные и ионные радиусы. Орбитальные и эффективные (ковалентные, металлические, вандерваальсовы) радиусы. Энергия ионизации и энергия сродства атомов к электрону. Электроотрицательность. Периодичность изменения этих величин.

Периодичность изменения химических свойств элементов и образуемых ими соединений.

### III. Химическая связь. строение и свойства молекул

Основные типы химической связи: ковалентная, ионная, металлическая. Многоцентровая связь,  $\delta$ - и  $\pi$ - связи.

Ковалентная связь. Квантово-химическая трактовка природы химических связей и строения молекул. Химическая связь в молекуле водорода. Основные положения методов валентных связей и молекулярных орбиталей. Их сравнительные возможности.

Концепция гибридизации атомных орбиталей. Концепция отталкивания электронных пар. Пространственная конфигурация молекул и ионов.

Количественные характеристики химической связи: энергия, длина, степень ионности, дипольный момент.

Трактовка ионной связи на основе электростатических представлений.

Особенности химической связи в комплексных соединениях и механизм её образования. Теория кристаллического поля и метод молекулярных орбиталей в применении к комплексным соединениям.

Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь.

Методы исследования и способы описания геометрических параметров молекул. Симметрия молекул. Основные виды изомерии молекул и принципы динамической стереохимии.

Энергетические параметры молекул. Понятие об энергиях образования молекул. Энергетические состояния: электронные, колебательные и вращательные спектры молекул.

Магнитные свойства молекул. Спектры электронного парамагнитного резонанса и ЯМР спектры – принципы и возможности исследования структуры и свойства молекул.

#### **IV. Общие закономерности химических процессов**

Постулаты и законы химической термодинамики. Функции состояния: температура, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергии Гиббса и Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции. Энергетика химических реакций, закон Гесса и уравнение Кирхгоффа, теплоёмкость газов, жидкостей и кристаллов.

Условия равновесия и термодинамика фазовых превращений одно- и многокомпонентных неизолированных систем. Химический потенциал компонента в идеальных и реальных конденсированных и газовых системах, выбор стандартного состояния. Растворимость твердых тел и газов в жидкости, влияние различных факторов на растворимость. Типы растворов, их термодинамическая классификация, свойства идеальных растворов. Активность, коэффициент активности и способы их определения. Ограниченная и полная взаимная растворимость компонентов в различных фазовых состояниях. Коллоидное состояние вещества. Особенности свойств дисперсных систем и их классификация. Получение и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость.

Основы термодинамического описания поверхностных явлений. Поверхностное натяжение, адгезия, смачивание, флотация, капиллярное давление. Адсорбция, уравнения адсорбции, изотерма адсорбции.

Условия равновесия систем с химическими реакциями. Константа равновесия и изменение энергии Гиббса химической реакции, их вычисление в идеальных и реальных системах. Влияние температуры и давления на химическое равновесие.

Основные понятия химической кинетики: скорость, константа скорости, порядок и молекулярность химической реакции. Основной постулат химической кинетики и его применение к простым и сложным химическим реакциям, кинетические уравнения для реакций различных порядков.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса, понятие об энергии активации и методах ее определения.

Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория активированного комплекса. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.

Особенности кинетики цепных, фотохимических и топохимических реакций: предельные явления в кинетике цепных реакций, основные законы фотохимии и понятие квантового выхода. Кинетика реакций в растворах. Клеточный эффект.

Понятие о катализе и катализаторах. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетические профили каталитических реакций. Основы теории гетерогенного катализа. Физико-химические основы технологии производства аммиака, серной и азотной кислот.

Равновесие в растворах электролитов. Классификация электролитов. Основы теории Дебая-Гюккеля, ионная сила раствора и средний ионный коэффициент активности. Современные теории кислот и оснований (Бренстеда-Лоури, Льюиса-Пирсона).

Неравновесные явления в растворах электролитов: диффузия и миграция ионов в растворе. Электропроводность растворов электролитов, кондуктометрия.

Равновесные электродные процессы. Понятие о скачке потенциала на границе раздела фаз. Электрохимический потенциал. Образование и строение двойного электрического слоя. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Классификация электродов и электрохимических цепей. Термодинамика обратимых электрохимических систем. ЭДС гальванического элемента и её измерение.

Кинетика электродных процессов, поляризация электродов. Плотность тока обмена как мера скорости электродного процесса.

## **V. Строение и свойства неорганических соединений**

s-Элементы. Типы химических связей. Оксиды, гидроксиды, соли. Общая характеристика. Особенности химии s-элементов II периода.

p-Элементы. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и сродства к электрону по периодам и группам. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование. Особенности свойств p-элементов II и V периодов.

Простые вещества, образуемые р-элементами. Аллотропия и полиморфизм. Химические свойства галогенов, кислорода, озона, халькогенов, азота, фосфора, углерода, кремния.

d-Элементы. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Особенности изменения химических свойств d-элементов по группам и периодам по сравнению с р-элементами. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование.

Гидриды. Типы гидридов: солеобразные, полимерные, летучие, гидриды внедрения. Типичные примеры и общая характеристика свойств каждой группы гидридов. Гидридокомплексы.

Оксиды. Типы оксидов: оксиды с ионной, молекулярной и полимерной структурой. Нестехиометрические оксиды. Кислотные, основные, амфотерные оксиды. Их отношение к воде, кислотам, щелочам. Окислительно-восстановительные свойства оксидов. Двойные оксиды. Пероксиды. Надпероксиды. Озониды.

Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кислоты, основания и амфотерные гидроксиды. Кислотно-основные свойства гидроксидов s-,p-,d-элементов изменение по периодам и группам, в зависимости от степени окисления элемента.

Соли. Соли кислородсодержащих и бескислородных кислот. Склонность элементов к вхождению в состав солей в катионной и анионной формах в зависимости от химической природы элемента и степени окисления. Простые и комплексные соли. Кристаллогидраты. Гидролиз солей.

Комплексные соединения. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе. Карбонилы металлов. Хелатные комплексы. Многоядерные комплексы.  $\pi$ -комплексы. Равновесия комплексообразования. Факторы, определяющие состояние равновесия: природа центрального атома и лиганда, рН, ионная сила, температура. Ионные ассоциаты.

## **VI. Строение и свойства органических соединений**

Типы связей в молекулах органических соединений. Концепция гибридизации для описания ковалентных связей. Изомерия органических соединений (структурная и пространственная). Типы пространственных изомеров и их обозначения.

Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Строение молекулы метана. Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галоген-

нирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Углеводороды в природе. Нефть и ее переработка.

Алкены. Строение молекулы этилена. Номенклатура, структурная и пространственная изомерия. Способы образования двойной связи. Дегидрогалогенирование алкилгалогенидов, дегидратация спиртов (правило Зайцева). Общие сведения о реакционной способности алкенов. Присоединение электрофильных реагентов по двойной связи. Механизм и региоселективность этих реакций. Правило Марковникова и его интерпретация.

Алкадиены. Особенности электронного строения и химических свойств 1,3-диенов. Образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения. Реакция Дильса-Альдера (диеновый синтез). Понятие об изопреноидах.

Алкины. Методы получения и гомологизации ацетиленов. Важнейшие химические свойства алкинов, гидратация (реакция Кучерова).

Ароматические углеводороды, особенности электронного строения и химических свойств. Понятие об ароматичности и ее критериях. Механизм и закономерности реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре, их значение для функционализации и промышленной переработки аренов.

Галогенпроизводные углеводородов. Способы образования связи углерод-галоген. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена как метод получения органических соединений различных классов. Представление о механизмах нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Использование представлений о закономерностях их протекания при планировании направленных синтезов на основе галогенпроизводных углеводородов. Особенности реакционной способности арилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения. Активированные галогенарены.

Получение литий- и магнийорганических соединений, их применение в органическом синтезе.

Спирты, методы синтеза важнейших представителей. Строение ОН-группы и типы реакций спиртов. Активация ОН-группы в реакциях нуклеофильного замещения. Дегидратация спиртов, получение простых и сложных эфиров. Диэтиловый эфир. Окисление спиртов.

Многоатомные спирты. Этиленгликоль. Глицерин, 1,4-бутандиол. Циклические простые эфиры. Краун-эфиры. Комплексные гликоляты меди.

Фенолы. Методы получения фенола. Строение молекулы фенола и типы реакций. Сравнительная характеристика химических свойств спиртов и фенолов. Гидрохинон.

Альдегиды и кетоны. Способы синтеза важнейших представителей. Строение карбонильной группы и типы реакций альдегидов и кетонов. Реакции с гетероатомными нуклеофилами, получение и использование производ-

ных по карбонильной группе (ацетали, имины, оксимы, гидразоны). Взаимодействие карбонильных соединений с металлоорганическими соединениями (синтез Гриньяра). Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений. Строение енолят-иона. Альдольно-кратоновая конденсация и ее механизм.  $\alpha,\beta$ -Непредельные карбонильные соединения, синтез и реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Хиноны.

Карбоновые кислоты и их производные. Основные методы получения. Сложные эфиры. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров, их механизм. Взаимопревращения карбоновых кислот и их производных, представление о механизмах, роль кислотного и основного катализа. Галогенангидриды и ангидриды кислот, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Жиры, их состав. Жирные кислоты. Непредельные и дикарбоновые кислоты.

Нитросоединения. Способы получения и важнейшие свойства. Продукты полного и частичного восстановления ароматических нитросоединений.

Амины. Классификация и основные способы получения. Химические свойства. Роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств. Особенности свойств ароматических аминов. Реакция диазотирования и ее значение в органическом синтезе. Азосочетание, получение азокрасителей. Метилоранж.

Углеводы. Важнейшие представители моносахаридов, особенности их строения и свойств. Глюкоза. Фруктоза. Представление о строении дисахаридов и полисахаридов: сахароза, крахмал, целлюлоза.

Гидроксикислоты. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Особенности их пространственного строения. Салициловая кислота. Представление об альдегидо- и кетокислотах. Пировиноградная, ацетоуксусная кислоты. Ацетоуксусный эфир.

Аминокислоты. Важнейшие природные  $\alpha$ -аминокислоты, особенности их строения и свойств. Представление о составе и структуре белков. Капролактамы. Пара-аминобензолсульфокислота, представление о сульфаниламидных препаратах.

Гетероциклические соединения, общие принципы их классификации. Важнейшие пяти- и шестичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом. Сравнительная характеристика их свойств.

## **VII. Строение и свойства высокомолекулярных соединений**

Синтез высокомолекулярных соединений. Поликонденсация (уравнения реакций синтеза полиэфиров, полиамидов, полисилоксанов, фенолформальдегидных высокомолекулярных соединений). Радикальная полимеризация

виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи). Катионная полимеризация виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи). Анионная полимеризация виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи). Координационная полимеризация виниловых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи).

Структура высокомолекулярных соединений. Конфигурационная изомерия. Конформационная изомерия. Гибкость цепи. Молекулярно-массовое распределение. Фазовые состояния. Морфологическая структура. Релаксационного состояния.

Свойства высокомолекулярных соединений. Набухание и растворимость. Высокоэластические и вынужденноэластические деформации. Прочность.

Полимерные материалы. Каучуки. Резины. Пластмассы. Волокна. Пленки.

Характеристика (получение, структура, свойства и применение) крупнотоннажных полимеров (полиэтилена; полипропилена; полистирола; поливинилхлорида; политетрафторэтилена; полиакрилонитрила; полиметилметакрилата; полибутадиена; полиизобутилена; полиизопрена; полихлоропрена; полиэтилентерефталата; полигксаметиленадипамида; поли-п-фенилен-терефталамида.

### **VIII. Методы разделения, обнаружения и определения веществ**

Аналитическая классификация ионов и периодическая система химических элементов. Сульфидный, кислотнo-щелочной и аммиачно-фосфатный методы разделения катионов.

Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования. Факторы, определяющие межфазный перенос компонентов в экстракционных и сорбционных системах.

Хроматография. Принципы хроматографического разделения. Параметры хроматограмм. Газовая, жидкостная и сверхкритическая флюидная хроматография.

Титриметрия. Кислотно-основное, комплексометрическое и электрохимическое титрование. Кривые титрования. Индикаторы.

Гравиметрия. Варианты гравиметрии: методы осаждения, отгонки, выделения. Термогравиметрия. Реагенты-осадители: минеральные, органические.

Электроанализ. Потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.

Оптические методы анализа. Атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и молекулярно-абсорбционный анализ. Реагенты и реакции в фотометрическом анализе. Экстракционно-фотометрический анализ.

Радиоактивационный анализ. Масс-спектральный анализ. Колебательная спектроскопия (ИК и КР).

Спектральные методы анализа и исследования. Люминесцентный анализ, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия.

Основы рентгено-структурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей. Определение параметров решетки и симметрии кристалла.

Методы исследования поверхности. Оже-электронная спектроскопия. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Электронный микрозонд. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая спектроскопия.

### **Направление специальности:**

**1-31 05 01-03 «Фармацевтическая деятельность»**

### **Специализация**

**1-31 05 01-03 01 «Химия лекарственных препаратов»**

**(кафедра аналитической химии)**

Общая характеристика основных этапов оценки качества лекарственных средств. Органы государственного контроля качества лекарственных средств в РБ. Основные положения и документы, регламентирующие фармацевтическую продукцию.

Технология лекарственных средств, ее содержание и задачи. Биофармация как теоретическая основа технологии лекарств. Связь между структурой вещества и его воздействием на организм. Общие закономерности влияния важнейших функциональных групп и структурных фрагментов на биологическую активность.

Нестероидные противовоспалительные средства; механизм действия, основные побочные эффекты.

Сульфаниламидные препараты: механизм антимикробного действия; получение основных представителей данной группы.

Алкалоиды: источники получения; классификация. Синтетические аналоги. Важнейшие алкалоиды в качестве лекарственных средств.

Витамины: источники получения; классификация. Биологическая роль.

Ферменты: общая характеристика; классификация. Принципы ферментативной кинетики.

Биологическое окисление (оксигеназы, гидроксилазы, дегидрогеназы). Митохондриальная цепь переноса электронов.

Гормоны: классификация и источники получения; биологическая роль.

Лекарственные средства, содержащие ядро пиридина: общая характеристика.

Антибиотики: классификация, назначение; источники и методы получения.

Нуклеозидные и нуклеотидные лекарственные средства: общая характеристика.

Процессы с участием нуклеиновых кислот: репликация, транскрипция.

Основные группы противоопухолевых лекарственных средств. Общая характеристика механизма действия. Побочные эффекты.

Общая характеристика современных гипотензивных лекарственных средств. Механизм их действия.

Стратегии поиска новых лекарственных соединений.

Определение гидрофобных физиологически активных веществ (аминов) методом осадительного потенциометрического титрования.

Ионселективные электроды, обратимые к катионам и анионам физиологически активных веществ. Механизм функционирования, пути управления селективностью, применение в анализе.

Трифторацетильные сольватирующие добавки и их использование для экстракционно-фотометрического определения нестероидных анальгетиков в инъекционных растворах и таблетках.

Разделение биоактивных органических кислот, оснований и амфотерных соединений методом диссоциативной экстракции.

Основы использования приемов газовой хроматографии для идентификации легколетучих примесей в лекарственных препаратах.

Основы использования приемов жидкостной хроматографии для установления содержания целевых компонентов в лекарственных препаратах.

## Литература

### Основная

1. Неорганическая химия: в 3 т. / Под ред. Ю.Д.Третьякова.– М.: Akademia, 2004-2008.
2. Неорганическая химия. Химия элементов: в 2 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова. М. : МГУ, 2007.
3. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия: в 2 т. М. : Мир, 2004.
4. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. в 2 томах. М: Мир, 2002
5. Физическая химия. Под редакцией Краснова К.С. Т.1, Т.2, М.: Высшая школа, 2001. Разделы III, IV, V, VI, VII, VIII.
6. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М., Высшая школа, 2004, Главы I-V.
7. Нейленд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990.
8. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2002.
9. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Бином. Лаборатория знаний. 2003
10. Шишонок, М. В. Высокомолекулярные соединения. Минск: Вышэйшая школа, 2012.
11. Шишонок, М. В., Круль Л.П. Основы химии высокомолекулярных соединений. Минск: БГУ, 2010.
12. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Academia, 2003.
13. Основы аналитической химии. В 2-х кн. под редакцией Ю.Л.Золотова. М.: Высшая школа, 2002.
14. Тюкавкина Н.А., Бауков А. Г. Биоорганическая химия. М.: ДРОФА, 2006.
15. Харкевич Д. Фармакология. 6-е издание. М.: Медицина, 1999.
16. Логинова Н. В., Полозов Г. И. Введение в фармацевтическую химию. Мн.: БГУ, 2003.
17. Нонхибел Дж., Уолтон Дж. Химия свободных радикалов. М.: Мир, 1977.
18. Логинова Н.В. Металлокомплексы в медицине: от дизайна к химиотерапии и диагностике. Мн.: БГУ, 2006.
19. Логинова, Н.В. Бионеорганическая химия. Металлокомплексы в медицине: учеб. пособие / Минск: Изд-во БГУ, 2010.
20. Государственная фармакопея Республики Беларусь : в 3 т. Минск, 2006. Т. 1; Молодечно, 2008. Т. 2; 2009. Т. 3.

### Дополнительная

21. Хьюи, Дж. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность М. : Химия, 1987.
22. Общая химия в формулах, определениях, схемах / под ред. В. Ф. Тикавого. Минск: Университетское, 1996.
23. Днепровский А.С., Темникова Т.И. Теоретические основы органической химии. Химия, 1979, 1991.
24. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Шендрик И.В. Основы органической химии лекарственных веществ. – М.: Мир, 2003.
25. Ажгихин И.С. Технология лекарств. 2-е изд. М.: Медицина, 1980

26. Муравьев И. А. Технология лекарств. 3-е изд. М.: Медицина, 1980.