

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь


_____ В.А. Богущ

07 07 2014 г.

Регистрационный № ТД-Г. 498 /тип.

Органическая химия

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям),
направления специальности 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология);
1-31 01 02 Биохимия;
1-31 01 03 Микробиология

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественно-
научному образованию


_____ А.Л. Толстик

20 11 2013 г.

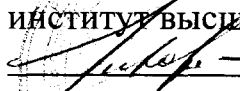
СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего
образования Министерства
образования Республики Беларусь


_____ С.И. Романюк

07 07 2014 г.

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»


_____ И.В. Титович

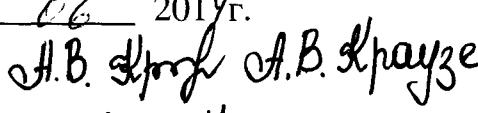
20 06 2014 г.

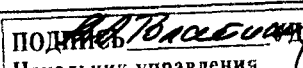
Эксперт-нормоконтролер


_____ С.М. Артемьева

20 06 2014 г.

Минск 2014


_____ А.В. Краузе
2.06.2014

ПОДПИСЬ  В.В. Святитский Начальник управления организационной работы и документационного обеспечения
<u>20</u> <u>11</u> 20 <u>13</u> г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Аркадий Петрович Ельницкий, профессор кафедры органической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Наталья Андреевна Ильина, доцент кафедры органической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра органической химии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Ольга Николаевна Ринейская, заведующий кафедрой биорганической химии Учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой органической химии Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 28 октября 2013 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 25 ноября 2013 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 19 от 29 ноября 2013 г.)

Ответственный за редакцию: Ольга Витальевна Константинова

Ответственный за выпуск: Ольга Витальевна Константинова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Органическая химия» разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой степени по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)», 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология».

Цель преподавания учебной дисциплины заключается в освоении студентами знаний по органической химии, на основе которых базируются научные представления о строении биомолекул, а также о механизмах биохимических процессов.

Основными задачами изучения органической химии являются:

- знакомство с внутренней логикой органической химии как науки;
- формирование представлений о механизмах органических реакций;
- изучение основных классов органических соединений;
- формирование представлений о связи реакционной способности органических молекул с их строением;
- изучение закономерностей взаимодействия различных органических веществ с объектами окружающей среды, их физиологического и фармакологического действия, биологической роли, применения в практической деятельности человека;
- формирование представлений об экологических проблемах, связанных с использованием органических веществ.

Учебная дисциплина «Органическая химия» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Неорганическая химия», «Генетика», «Молекулярная биология», «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия» и др.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия органической химии;
- основные свойства важнейших классов органических соединений и их применение;
- основные механизмы органических реакций;
- основные методы химической и спектральной идентификации органических веществ;
- основные приемы работы в лаборатории органической химии;

уметь:

- изображать строение типичных представителей классов органических соединений по названию и называть их по структурным формулам на основе знания принципов номенклатуры и изомерии;
- выделять в молекуле реакционные центры, прогнозировать поведение органического соединения в конкретных условиях, исходя из его структуры и знания типичной реакционной способности функциональных групп;
- проводить простой химический эксперимент по синтезу, выделению, очистке и химической идентификации вещества;

владеть:

– основными приемами описания лабораторной работы и отчета ее выполнения.

В соответствии с типовыми учебными планами по специальностям 1-31 01 02 «Биохимия», 1-31 01 03 «Микробиология» и типовым учебным планом по направлению специальности 1-31 01 01-03 «Биология (биотехнология)» типовая учебная программа по учебной дисциплине «Органическая химия» рассчитана на 246 часов, в том числе 100 часов аудиторных занятий (44 часа – лекции, 56 часов – лабораторные занятия).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
I.	Введение. Общие представления	14	6	8
1.1	Предмет органической химии. Строение органических соединений	1	1	-
1.2	Классификация органических соединений	1	1	-
1.3	Основы номенклатуры органических соединений	2	2	-
1.4	Изомерия органических соединений	2	-	2
1.5	Электронное строение и реакционная способность органических соединений	2	2	-
1.6	Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений	6	-	6
II.	Углеводороды	34	14	20
2.1	Алканы	2	2	-
2.2	Алкены	10	4	6
2.3	Алкадиены	4	2	2
2.4	Алкины	2	2	-
2.5	Алициклические углеводороды (циклоалканы)	2	-	2
2.6.	Ароматические углеводороды (арены)	14	4	10
III.	Гомофункциональные соединения	40	18	22
3.1	Галогенпроизводные углеводородов	8	4	4
3.2	Спирты, фенолы, простые эфиры	12	4	8
3.3	Тиолы	1	1	-
3.4	Амины	1	1	-
3.5	Карбонильные соединения	10	4	6
3.6	Карбоновые кислоты и их производные	8	4	4
IV.	Гетерофункциональные органические соединения	8	4	4
4.1	Углеводы	4	2	2

4.2	Гидроксикарбоновые кислоты	2	1	1
4.3	Аминокислоты	2	1	1
V.	Гетероциклические соединения	4	2	2
5.1	Пятичленные гетероциклы с одним или несколькими гетероатомами	2	1	1
5.2	Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом	2	1	1
ИТОГО:		100	44	56

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ.

1.1. Предмет органической химии.

Строение органических соединений

Состав органических веществ, элементы-органогены. Многообразие органических веществ. Место органической химии в системе естественных наук. Источники органических соединений.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров, А. Кекуле, А. Купер). Валентность. Основные типы

структурных фрагментов органических молекул: простые и кратные связи, углеродные цепи и циклы, функциональные группы. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений.

1.2. Классификация органических соединений

Основные признаки классификации: скелет молекулы, степень насыщенности, наличие функциональных групп. Основные классы органических веществ.

1.3. Основы номенклатуры органических соединений

Тривиальные и систематические названия органических соединений. Заместительная номенклатура IUPAC, основные принципы построения названий органических соединений. Родоначальная структура, характеристические группы. Названия функциональных групп, нефункциональных заместителей, насыщенных и ненасыщенных углеводородных групп. Старшинство функциональных групп. Принципы радикало-функциональной номенклатуры.

1.4. Изомерия органических соединений

Типы изомерии: структурная и пространственная. Способы изображения пространственного строения молекул: перспективные (клиновидные) проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена, Фишера: принципы построения и правила пользования ими.

Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Асимметрический атом углерода. Энантиомеры (оптические антиподы). Понятие об оптической активности и хиральности. Рацематы. Принципы R-, S-номенклатуры; D- и L-ряды. Стереоизомерия соединений с

двумя асимметрическими атомами. Диастереомеры. Эритро- и трео-изомеры. Мезо-формы. Пространственная изомерия алкенов: цис-, транс- и Z-, E-номенклатуры.

1.5. Электронное строение и реакционная способность органических соединений

Типы связей в молекулах органических соединений. σ - и π -связи. Гибридизация, понятие о молекулярных орбиталях.

Представление о механизмах реакций. Гомо- и гетеролитический разрыв связей. Представление о промежуточных частицах: радикалы, карбокатионы, карбанионы. Классификация реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Энергетический профиль реакции; энергетический барьер реакции, энергия активации, энергия переходного состояния, тепловой эффект реакции. Кинетический и термодинамический контроль.

Кислоты и основания (Бренстед, Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Кислотно-основные равновесия. Константа кислотной ионизации и ее показатель (pK_a).

Взаимное влияние атомов в молекулах, ионах, радикалах. Электронные и пространственные эффекты в органических реакциях (индуктивный эффект, эффект поля, мезомерный эффект, гиперконъюгация).

1.6. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений

Перегонка, перекристаллизация как методы выделения и очистки органических соединений. Химические и физические методы установления структуры. Качественный функциональный анализ органических соединений. Хроматографические методы. Колебательная (ИК), электронная (УФ) спектроскопия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР): природа спектров, основные характеристики, связь со строением молекул.

II. УГЛЕВОДОРОДЫ

2.1. Алканы

Гомологический ряд, номенклатура. Электронное строение, sp^3 -гибридизация. Физические свойства алканов.

Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных радикальных реакций замещения в алканах (на примере реакции галогенирования). Алкильные радикалы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Сравнение региоселективности реакций хлорирования и бромирования.

Нахождение в природе и пути использования алканов.

2.2. Алкены

Номенклатура. Структурная и пространственная изомерия. Электронное строение, sp^2 -гибридизация. Физические свойства алкенов.

Общие представления о реакционной способности алкенов. Каталитическое гидрирование, проявление относительной стабильности структурных и пространственных изомеров алкенов.

Реакции электрофильного присоединения к двойной связи алкенов, их механизмы. Реакции присоединения галогенов, галогеноводородов (гидрогалогенирование), воды (гидратация). Направление присоединения. Правило Марковникова и его объяснение. Алкильные катионы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Перегруппировки карбокатионов. Представление о стереохимии присоединения галогенов.

Реакции радикального присоединения (присоединение бромоводорода по Хараши).

Реакции окисления алкенов по С=C связи: цис-дигидроксилирование (перманганатом калия по Вагнеру, тетраоксидом осмия), эпоксилирование (по Прилежаеву). Окислительное расщепление алкенов (восстановительный и окислительный озонлиз), использование для определения структуры.

Гидроборирование алкенов и использование в синтезе спиртов.

Полимеризация алкенов как важнейший метод получения высокомолекулярных соединений. Полиэтилен, полипропилен. Понятие о стереорегулярных полимерах.

Аллильное хлорирование алкенов, механизм. Аллильный радикал. Окисление алкенов кислородом воздуха. Пероксидное окисление липидов. Антиоксиданты. Ретинол (витамин А).

Нахождение алкенов в природе. Феромоны. Цис - /транс – изомеризация в химии зрения.

2.3. Алкадиены

Номенклатура, классификация, изомерия.

Сопряженные диены (1,3-бутадиен и изопрен). Сопряжение двойных связей (π, π -сопряжение) и реакции электрофильного присоединения. 1,2- и 1,4-присоединение. Аллильный катион. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера), представление о механизме реакции.

Изопреновое звено в природных соединениях. Понятие об изопреноидах. Каучук. Синтетические каучуки.

2.4. Алкины

Номенклатура. Электронное строение, sp-гибридизация. Физические свойства алкинов.

Восстановление тройной связи до двойной: каталитическое гидрирование и восстановление натрием в жидком аммиаке, использование в синтезе (Z)- и (E)-алкенов.

Реакции электрофильного присоединения к тройной связи алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова) и родственные реакции.

Кислотность ацетилена и терминальных алкинов. Получение ацетиленидов металлов и их взаимодействие с галогеналканами. Димеризация, тримеризация ацетилена. Полиацетилен.

2.5. Ациклические углеводороды (циклоалканы)

Классификация и номенклатура, структурная изомерия. Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его

производных, экваториальные и аксиальные связи, пространственная изомерия производных циклогексана.

Типы напряжений в циклах. Химические свойства циклобутана, циклопентана и циклогексана. Особенности свойств циклопропана.

Нахождение производных алициклических углеводородов в природе.

2.6. Ароматические углеводороды (арены)

Классификация и номенклатура аренов. Природа связей в молекуле бензола. Ароматичность, критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы: циклопропенилий- и тропилий-катионы, циклопентадиенильный анион, азулен.

Реакции электрофильного замещения в бензоле (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование), Представление о механизме реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. π - и σ -комплексы. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Активирующие и дезактивирующие заместители. Орто-, пара- и мета-ориентанты.

Реакции радикального замещения и окисления в боковой цепи. Причины устойчивости бензильных радикалов.

Хлорсодержащие производные бензола. Стойкие органические загрязнители (гербициды, диоксины, полихлорированные бифенилы).

Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, антрацен, фенантрен, бензпирен, их структурные фрагменты в природных и биологически активных веществах (стероидов, алкалоидов, антибиотиков).

III. ГОМОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.1. Галогенпроизводные углеводородов

Классификация, номенклатура, изомерия галогенуглеводородов.

Реакции нуклеофильного замещения атома галогена, их использование в синтезе органических соединений различных классов (спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов и сульфидов, нитроалканов, нитрилов). Представление об идеализированных механизмах S_N1 и S_N2 . Кинетика, стереохимия реакций. Влияние природы субстрата, реагента и растворителя на скорость реакции S_N1 и S_N2 -типов.

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды, стабилизированные карбокатионы (аллильный и бензильный).

Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Винилхлорид и хлорбензол. Активированные галогенарены и механизм присоединения-отщепления, анионные комплексы (Мейзенгеймера).

Реакции элиминирования галогеноводорода. Механизм E2. Правило Зайцева.

Литий- и магнийорганические соединения и их использование в органическом синтезе.

Биологическое действие галогенпроизводных, их практическое использование. Хлороформ, иодоформ, перфторуглеродороды, перфторполиэтилен (тефлон). Инсектициды (ДДТ, гексахлоран).

3.2. Спирты, фенолы, простые эфиры

Одноатомные спирты. Номенклатура, изомерия. Электронное строение. Физические свойства спиртов, роль водородной связи.

Химические свойства спиртов: кислотнo-основные свойства. Алкоголяты металлов, их основные и нуклеофильные свойства.

Реакции нуклеофильного замещения с участием спиртов. Активация гидроксигруппы протонными кислотами и кислотами Льюиса, превращение в эфиры серной, фосфорной, ди- и трифосфорной кислот (сульфаты, фосфаты, пирофосфаты, трифосфаты), сульфокислот (тозилаты и мезилаты). Диметилсульфат как метилирующий агент.

Биологически важные реакции нуклеофильного замещения с участием эфиров фосфорных кислот.

Внутри- и межмолекулярная дегидратация спиртов (образование алкенов и простых эфиров).

Окисление первичных и вторичных спиртов.

Многоатомные спирты (диолы и полиолы). Этиленгликоль, глицерин, пентаэритрит, инозит. Химические свойства 1,2-диолов. Кислотность, образование хелатных комплексов, окислительное расщепление 1,2-диолов (йодной кислотой). Образование циклических простых эфиров. Эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты.

Фенолы. Номенклатура и изомерия. Простейшие представители: фенол, крезолы, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол. Электронное строение фенола. Кислотность фенолов.

Образование простых и сложных эфиров фенолов.

Реакции электрофильного замещения в ряду фенолов (галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование). Пикриновая кислота. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов (реакция Кольбе).

Окисление фенолов. Хиноны и их биологическая роль. Фенольные антиоксиданты и механизм их действия. Фенольные соединения в природе. Витамин Е. Флавоноиды.

Простые эфиры. Номенклатура, классификация. Расщепление кислотами. Образование гидропероксидов, их обнаружение и разложение. Циклические простые эфиры. Тетрагидрофуран. 1,4-Диоксан. Оксираны: получение, взаимодействие с водой, аммиаком и аминами, магнийорганическими соединениями. Краун-эфиры: комплексообразование с ионами металлов, применение.

3.3. Тиолы

Кислотность тиолов. Нуклеофильные свойства тиолов, тиолятов и органических сульфидов. Окисление тиолов. Образование дисульфидов и их роль в биохимических процессах.

3.4. Амины

Классификация, номенклатура и изомерия. Алифатические и ароматические амины, первичные, вторичные и третичные амины.

Электронное строение. Роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств алкил- и ариламинов. Реакции ацилирования и алкилирования аминов. Аммониевые соли.

Особенности свойств ариламинов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ариламинов и их производных. Реакции диазотирования, соли арилдиазония. Реакции солей арилдиазония с выделением азота (замещение диазогруппы) и без выделения азота (азосочетание). Азокрасители.

Биогенные амины, диамины и аминоспирты (коламин, холин, ацетилхолин).

3.5. Карбонильные соединения

Классификация, номенклатура и изомерия карбонильных соединений.

Строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах и реакции нуклеофильного присоединения. Общие представления о механизме этих реакций, кислотный и основной катализ. Реакции с С-нуклеофилами (реактивами Гриньяра, ацетиленидами металлов, циановодородом). Реакции с гетеронуклеофилами: присоединение воды и спиртов, образование ацеталей. Реакции карбонильных соединений с аммиаком, аминами и родственными соединениями и строение образующихся продуктов. Имины, оксимы, гидразоны, семикарбазоны, 2,4-динитрофенилгидразоны. Роль иминов в биохимических процессах.

Стереохимия присоединения к карбонильной группе. Энантиотопные и диастереотопные стороны.

СН-Кислотность карбонильных соединений и кето-енольная таутомерия. Реакции енольных форм: α -галогенирование, галоформное расщепление, изотопный обмен водорода. Альдолю-кетоновая конденсация, кислотный и основной катализ. Альдоли и α,β -непредельные карбонильные соединения.

Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами (реакция Канниццаро). Бензоиновая конденсация.

Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений.

Нахождение в природе.

3.6. Карбоновые кислоты и их производные

Монокарбоновые кислоты. Номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры и тиоэфиры (S-эфиры карбоновых кислот), галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, их получение и взаимопревращения. Реакции ацилирования. Общие представления о механизме присоединения-отщепления. Механизм реакций этерификации, аминирования. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров и амидов.

Реакции восстановления карбоновых кислот и их производных.

Сложноэфирная конденсация и ее механизм. Ацетоуксусный эфир: кето-енольная таутомерия, реакции по карбонильной группе и по активированному метиленовому звену.

Жирные кислоты, важнейшие представители (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая). Жиры, сложные липиды (фосфатидовая кислота и ее производные), мыла.

Ненасыщенные карбоновые кислоты: акриловая, метакриловая, полимеры на их основе.

Дикарбоновые кислоты. Основные представители: щавелевая, малоновая, адипиновая, фталевые кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты.

Синтезы на основе маленового эфира. Малонилкофермент А и синтез жирных кислот в организме. Полиэфирные волокна на основе терефталевой и адипиновой кислот.

IV. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.

4.1. Углеводы

Классификация углеводов.

Моносахариды (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза). Стереохимия моносахаридов, D- и L-ряды. Кольчато-цепная таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы. α - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация.

Гликозиды. Особые свойства гликозидного гидроксила. Реакции окисления и восстановления глюкозы. Глюконовая, глюкарная и глюкуроновая кислоты. Глюцит (сорбит), ксилит. Реакции алкилирования и ацилирования моносахаридов.

Аскорбиновая кислота (витамин С).

Дисахариды и их типы (восстанавливающие и невосстанавливающие). Сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза.

Полисахариды (крахмал, целлюлоза, хитин, гликоген).

Биологическая роль и распространенность углеводов. Пути использования.

4.2. Гидроксикарбоновые кислоты

Молочная, яблочная, лимонная, винные кислоты. Стереохимия α -гидроксикарбоновых кислот. Дегидратация α -, β - и γ -оксикислот. Лактиды. Лактоны.

Фенолокарбоновые кислоты. Салициловая кислота и ее производные. Ацетилсалициловая кислота.

4.3. Аминокислоты

Классификация аминокислот. Основные представители природных α -аминокислот, их стереохимия. Свойства аминокислот: амфотерность, изоэлектрическая точка. Реакции по карбоксильной и аминогруппе. Отношение к нагреванию. Лактамы. Дикетопиперазины. Пептидная связь. Синтез пептидов: активация и защита функциональных групп аминокислот. Белки, их строение и биологическая роль

Синтетические полиамиды. Капрон, нейлон.

V. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.

5.1. Пятичленные гетероциклы с одним или несколькими гетероатомами

Классификация и номенклатура гетероциклов. Фуран, тиофен, пиррол, индол, их строение (участие неподеленной электронной пары в создании ароматической системы). Особенности протекания реакций электрофильного замещения в этих гетероциклах. Тиазол, имидазол. Кислотно-основные свойства имидазола.

5.2. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом

Пиридин, хинолин, изохинолин. Ароматичность пиридина и особенности проведения реакций электрофильного замещения. Пиридин как основание.

Представление о природных азотсодержащих гетероциклических соединениях (алкалоидах, компонентах нуклеиновых кислот) и лекарственных средствах.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

- 1) Органическая химия: Учебник для вузов в 2 кн. (Под ред. Н.А. Тюкавкиной) – М.: Дрофа, 2002, 2008.
- 2) Грандберг И. И. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2001 (или Грандберг И. Л. Органическая химия. – М.: Высшая Школа, 1987).
- 3) Теренин В.И. Практикум по органической химии – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
- 4) Терней А. Современная органическая химия в 2 т. Пер. с англ. – М., Мир, 1981.
- 5) Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1982.

Дополнительная:

- 1) Ельницкий А. П. Номенклатура органических соединений. Сборник упражнений. – Минск: «Сэр-Вит», 2003.
- 2) Ельницкий А. П., Ильина Н. А., Козырьков Ю. Ю., Матюшенков Е. А., Бубель О. Н., Шевчук Т. А., Асташко Д. А., Райман М. В.. Задачи и упражнения по органической химии, ч.1. – Минск: БГУ, 2007.
- 3) Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: Учебное пособие (Под ред. Н.А. Тюкавкиной) – М.: Медицина, 1999.
- 4) Тюкавкина Н.А., Бауков Ю. И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009 (или Тюкавкина Н.А., Бауков Ю. И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина. 1991).
- 5) Тейлор Г. Основы органической химии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989
- 6) Вайзман Ф., Основы органической химии, СПб, 1995.

7) Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. Пер. с англ. – М.: Мир, 1974.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами по направлению специальности 1-31 01 01-03 «Биология (биотехнология)», по специальностям 1-31 01 02 «Биохимия» и 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.