

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан химического факультета  
Белорусского государственного  
университета

\_\_\_\_\_ Д.В. Свиридов

(подпись)

16.03.2012 г.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД– 6036 /баз.

**МЕТОДИКА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ**  
(Строение и реакционная способность важнейших классов органических веществ  
в курсе факультативного изучения химии)

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине для специальности**

**1-31 05 01 Химия (по направлениям)**

Направление специальности:

1-31 05 01-02 Химия (научно-педагогическая деятельность)

2012 г.

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

Кудлаш Александр Николаевич, старший преподаватель кафедры общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета, магистр естественных наук.

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Шишонок Маргарита Валентиновна, доцент кафедры высокомолекулярных соединений Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

Врублевская Ольга Николаевна, ученый секретарь Учреждения БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», кандидат химических наук, доцент.

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета  
(протокол № [5](#) от [20.12.2011](#));

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета  
(протокол № [3](#) от [14.02.2012](#));

Ответственный за редакцию: Александр Николаевич Кудлаш

Ответственный за выпуск: Александр Николаевич Кудлаш

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Среди естественнонаучных дисциплин химия выделяется тем, что при ее изучении требуется усвоение большого объема фактического материала, в том числе различных правил, законов (например, необходимо знать основные металлы, неметаллы, их валентности и степени окисления, важнейшие реакции, периодический закон, электрохимический ряд напряжений, тривиальные названия важнейших соединений и др.). Кроме того, от современного школьника, как и от студента, требуется умение оперировать представлениями об объектах невидимых и, следовательно, для этого необходимо иметь развитое воображение. В связи с этим у многих обучающихся этот предмет вызывает значительные трудности восприятия.

Одним из возможных путей решения этой проблемы, а также для профорientации хороших учеников в школе является предоставление им возможности понять многие закономерности протекания химических реакций. В данном спецкурсе, который может быть положен в основу факультативов по органической химии, показывается, как это можно сделать на уровне, доступном школьнику, т. е. базируясь на изучаемых в школе представлениях о двух способах разрыва связей – гомо- или гетеролитическом, и дальнейших путях превращения возникающих при этом промежуточных активных частиц.

Данный подход может служить методологией для понимания важнейших закономерностей протекания органических реакций, основанных на особенностях строения органических молекул, и позволит избежать формального заучивания большого объема материала. Кроме того, предусмотрено рассмотрение некоторых вопросов повышенного уровня сложности, выходящих за рамки программы для поступающих, но представляющих значительный интерес для участников различного уровня олимпиад.

Основной целью представленного спецкурса является обобщение, закрепление, систематизация и углубление знаний о строении, реакционной способности и механизмах органических реакций, полученных студентами в общем университетском курсе; постижение методических аспектов изложения материала повышенной сложности при организации факультативного изучения химии.

К основным задачам, которые призван решить настоящий курс, можно отнести:

- 1) методика формирования представлений о механизмах протекания основных органических реакций;
- 2) обобщение знаний об особенностях строения и закономерностях протекания органических реакций, отображение связи между различными типами реакций.
- 3) формирование методик прогнозирования реакционной способности сложных органических соединений (ОС), базирующихся на знаниях о реакционной способности простейших представителей основных классов органических соединений.
- 4) обеспечение преемственности в содержании образования между общим средним и высшим профессиональным образованием по выбранному профилю (химическому, биохимическому, химико-технологическому);
- 5) содействие более глубокой теоретической и практической подготовке студентов в областях фундаментальных химических знаний и методики преподавания химии, которые станут основой успешной реализации педагогического потенциала и мастерства.

### **Методические рекомендации по организации курса**

Программа спецкурса предназначена для студентов 4 курса научно-педагогического направления специальности «химия», специализирующихся на кафедре общей химии и методики преподавания химии.

Особенностью данного курса является представление и систематизация учебного материала, как по важнейшим классам органических соединений, так и систематизация

по типам реакций. При этом также решается задача другого уровня – обобщения материала с целью лучшего его усвоения.

Фундаментальной теоретической основой программы являются теория строения органических соединений А.М. Бутлерова и представления о типах разрыва связи, теория кислот и оснований Льюиса.

В курсе предусматриваются различные формы работы: лекции, семинарские и практические занятия в виде решения задач и упражнений, письменные проверочные работы и устный опрос. Часть материала студенты прорабатывают самостоятельно, затем этот материал рассматривается на семинарских и практических занятиях. Для оценки степени усвоения материала студентами по основным темам проводятся контрольные работы.

Всего на спецкурс отведено 56 часов, в том числе 40 ч аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов учебного курса по видам занятий: лекции – 24, семинары и практические занятия, в т.ч. КСР – 16.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лекции	Практич., семинар.	Лаб. занят.	КСР	
1.	<b>Введение. Цели и задачи спецкурса. Предмет органической химии, основные этапы развития. Успехи современной органической химии</b>	2				
2.	<b>Теория строения органических соединений. Изомерия и гомология</b>	2			0,5	1
3.	<b>Классификация и номенклатура органических соединений</b>	1	1		0,5	1
4.	<b>Ковалентные связи в молекулах органических веществ</b>	1	1		0,5	1
5.	<b>Классификация реакций органических соединений</b>		1		0,5	1
6.	<b>Углеводороды. Возможности функциональной трансформации УВ в реакциях замещения, отщепления, присоединения и окисления.</b>	10	4		1	5
7.	<b>Монофункциональные производные углеводов. Галоген- и гидроксо-производные углеводов. Карбонильные соединения</b>	8	4		1	6
8.	<b>Физиологическое действие распространенных органических веществ</b>		1			1
	<b>ИТОГО:</b>	<b>24</b>	<b>12</b>		<b>4</b>	<b>16</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Введение. Цели и задачи спецкурса. Предмет органической химии, основные этапы развития. Успехи современной органической химии (2 ч)**

Основные цели и задачи, которые призван решить данный спецкурс. Разнообразие и утилитарность мира органических веществ. Место органической химии среди других естественных наук: специфика объектов изучения, роль в решении важнейших социокультурных и природоохранных задач. История становления и развития органической химии. Этапы формирования представлений о строении вещества и методах выделения и трансформации органических веществ. [Вклад алхимиков в развитие первичных сведений о природе органических веществ.] Теория витализма и достижения учёных, которые способствовали её опровержению в XIX веке. Предпосылки и разработка теории химического строения. Основные достижения органической химии в установлении структуры и синтезе органических веществ.

### **Тема 2. Теория строения органических соединений (2,5 ч)**

Пространственное строение органических соединений. Строение атома углерода, других органогенных элементов: влияние на способность образования связей и геометрию молекул. Геометрия органических молекул (понятия валентного угла, длины и кратности связи). Способы моделирования и визуализации строения органических веществ. Способы отображения строения органических соединений на плоскости. Виды химических формул: молекулярные, эмпирические, электронные, структурные (графические, сокращённые скелетные), стереопроекционные (перспективные), проекционные (Ньюмена, Фишера). Понятие конформации и конфигурации.

Многообразие и взаимосвязь органических веществ. Явление изомерии. Виды изомерии: структурная (изомерия углеродного скелета, положения кратной связи, положения функциональной группы/гетероатома), межклассовая, пространственная (диастереомерия (цис-/транс-), энантиомерия). Понятие хиральности и ахиральности, их связь с симметрией молекулы. [Примеры хиральных и ахиральных объектов живой и неживой природы.]

### **Тема 3. Классификация и номенклатура органических соединений (2,5 ч)**

Ряды органических соединений (ациклические, циклические и их разновидности). Углеводородный скелет и функциональные группы. Основы классификации ОС. Основные правила составления названий ОС, виды номенклатуры в органической химии. Принципы построения систематических названий (по номенклатуре ИЮПАК). Примеры использования заместительной номенклатуры и составления названий сложных органических веществ.

Правила выбора и нумерации главной цепи. Правила названия и очерёдности расположения в названии заместителей и функциональных групп. Специфика наименования алкильных заместителей. [Представление о некоторых видах номенклатуры стереоизомеров ( $\pi$ -диастереомеров, энантиомеров).]

### **Тема 4. Ковалентные связи в молекулах органических веществ (2,5 ч)**

Природа, способы образования и механизмы ковалентной связи в органических молекулах. Правило октетов. Формулы Льюиса и их практическая значимость. Гибридизация АО и направление ковалентных связей, геометрическая форма молекул. Атомно-орбитальные модели простейших молекул (метан, этан, ацетонитрил, метанол). Взаимное влияние атомов и групп атомов в молекулах. Электронные эффекты ( $\pm I$ ,  $\pm M$ ) заместителей в ОС и способы их передачи.

## **Тема 5. Классификация реакций органических соединений (1,5 ч).**

Методика формирования представлений об органической химии как науке о процессах разрыва и образовании новых химических связей в молекуле.

Понятие о механизме химической реакции. Типы разрыва (гомолитический и гетеролитический) и образования химических связей. Способы обозначения электронных эффектов и механизмов реакций. Промежуточные частицы в органической химии: свободные радикалы, карбокатионы и карбанионы, факторы, влияющие на их устойчивость. Понятие нуклеофильности и электрофильности.

Типы реагентов (радикальные частицы, нуклеофилы и электрофилы). Классификация органических реакций по результату и типу реагента: реакции замещения (радикальный, нуклеофильный, электрофильный), присоединения (радикальный, нуклеофильный, электрофильный), отщепления, окисления, восстановления. Понятие о кислотах и основаниях в рамках теорий Бренстеда и Льюиса. [Принцип Пирсона (ЖМКО) как развитие теории Льюиса. Избирательность действия слабых кислот и оснований в биологических системах.]

## **Тема 6. Углеводороды (15 ч)**

Углеводороды как скелетная основа других органических соединений. Методика рассмотрения возможности функциональной трансформации углеводородов в реакциях замещения и отщепления водорода, присоединения по кратным связям.

**Реакции замещения.** Реакции радикального замещения в алканах: галогенирование, нитрование. Понятие о механизме реакции радикального замещения на примере метана; основные стадии процесса (зарождение, рост, обрыв цепи). Хлорирование и бромирование гомологов метана; факторы, влияющие на соотношение продуктов монозамещения. Относительная устойчивость первичных, вторичных, третичных углеводородных радикалов. Значение процессов в производстве и жизни человека.

Реакции замещения атома водорода в алкенах в  $\alpha$ -положении. Аллильный радикал. Особенности замещения атома водорода в боковой цепи аренов. Бензильный радикал.

Реакции электрофильного замещения в ароматических углеводородах. Понятие о механизме и общих закономерностях реакций электрофильного замещения в бензольном кольце (стадии процесса, строение и стабилизация  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексов). Ориентация замещения монозамещённых бензолов в равновесных и неравновесных процессах: взаимное влияние атомов, орто-, пара- и метаориентанты, их влияние на скорость и направление процесса. Реакции электрофильного замещения бензола и его гомологов (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование по Фриделю–Крафтсу). [Значение процессов в производстве и жизни человека.]

**Реакции присоединения.** Реакции электрофильного присоединения по кратной связи в алкенах. Понятие о механизме реакции электрофильного присоединения (образование  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексов, стереохимические особенности). Карбониевый катион, относительная устойчивость первичных, вторичных, третичных карбониевых катионов. Присоединение несимметричных реагентов (галогеноводородов, воды) к гомологам этена. Правило Марковникова, его современное обоснование.

Особенности реакций присоединения в ряду диеновых углеводородов: присоединение (1,2- и 1,4-) водорода, галогенов и галогеноводородов, реакции полимеризации на примере бутадиена-1,3, 2-метилбутадиена-1,3. [Реакция 1,4-циклоприсоединения (Дильса–Альдера).]

Особенности реакции присоединения в ряду алкинов: гидратация (реакция Кучерова), галогенирование, гидрогалогенирование, роль катализаторов (ионы переходных металлов), направление присоединения. [Значение процессов в производстве и жизни человека.]

**Реакции полимеризации.** Условия их осуществления. Синтетические полимеры на основе ненасыщенных углеводородов. Полимеризация этилена, пропилена, винильных (стирола, изобутилена, акрилонитрила, винилхлорида) и диеновых (бутадиена, изопрена, хлоропрена) соединений. Натуральный и синтетические каучуки, сополимеры. [Представления о стереорегулярном строении полимеров.] Применение и свойства важнейших представителей полимеров: ПЭ, ПП, ПС, ПВХ, ПВС, ПЭГ, ПТФЭ.

**Реакции окисления.** Реакции окисления кратных связей, влияние условий на продукты взаимодействия: окисление перманганатом калия в щелочной среде на холоде (реакция Вагнера) и в кислой среде при нагревании, окисление надкислотами до эпоксидов (реакция Прилежаева), озонлиз (деструктивное окисление).

Важнейшие лабораторные и промышленные методы получения углеводородов.

## **Тема 7. Монофункциональные производные углеводородов (13 ч)**

Практическая значимость важнейших функциональных производных углеводородов. Органический синтез как способ построения мира органических молекул. Классификация монофункциональных производных углеводородов. Методические подходы к изучению основных функциональных групп: гидроксильной, аминогруппы, карбонильной, карбоксильной, сложноэфирной, амидной.

**Галогенпроизводные углеводородов.** Поляризация связи углерод—галоген. Представление о механизме реакции нуклеофильного замещения, взаимодействие с алкоголями, галогенидами и нитрилами металлов, аммиаком и аминами.

Реакции элиминирования; взаимодействие с металлами (отщепление галогеноводородов и галогенов; образование металлорганических соединений).

Представление о синтетических возможностях металлорганических соединений. Представление о механизмах реакций нуклеофильного замещения и элиминирования как конкурирующих процессов. Правило Зайцева. [Значение галогенпроизводных и процессов с их участием в производстве и жизни человека.]

**Гидроксопроизводные углеводородов.** Классификация спиртов и фенолов. Поляризация связей углерод—кислород и кислород—водород в молекулах спиртов. Химические свойства алканолов. Реакции нуклеофильного замещения: взаимодействие с галоген-нуклеофилами (галогеноводородами, галогенидами неметаллов), гидроксилсодержащими кислотами и их производными. Кислотные свойства спиртов. Специфические химические свойства диолов и полиолов.

Специфика строения и химических свойств фенолов. Гидроксиметилирование фенолов. Реакции поликонденсации,  $H^+$  и  $OH^-$ -катализ. Получение ФФС (бакелитов): новолаки, резола и резиты, их свойства и применение. [Ионообменные смолы (иониты) на основе ФФС и ПС.]

**Карбонильные соединения.** Классификация карбонильных соединений: альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты и их производные. Строение карбонильной группы и её особенности. Сравнительная характеристика реакционной способности карбонильных соединений. Образование и факторы стабилизации. Понятие о енолах, енолят-анионах и кето-енольном равновесии. Качественная реакция (с  $FeCl_3$ ) на енольный фрагмент.

Альдегиды и кетоны. Химические свойства альдегидов и кетонов: реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе: представление о механизме и катализе. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами: *O*-нуклеофилами (водой, спиртами); гидраты, полуацетали, ацетали, условия образования, устойчивость. Циклические формы моносахаридов как представителей полуацеталей. Взаимодействие с *N*-нуклеофилами (аминами, гидроксиламином, гидразином), галогенидами неметаллов; *S*-нуклеофилами (реакции гидроцианирования, взаимодействия с ацетиленидами металлов и металлорганическими соединениями). [Значение альдегидов и кетонов и процессов с их участием в производстве и жизни человека.]

Карбоновые кислоты и их производные. Представление о механизме присоединения—отщепления. Реакция этерификации, представление о роли кислотного

катализатора. Полимеризация непредельных сложных эфиров карбоновых кислот (получение ПВА, ПММА), синтетические полиэфирные и полиамидные волокна на основе дикарбоновых кислот, их применение.

Ацильная группа. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, представление о роли основания. Реакция переэтерификации, взаимодействия с аммиаком и аминами, металлоорганическими соединениями.

Понятие об использовании хлорангидридов и ангидридов кислот в качестве ацилирующих реагентов.

[Значение карбоновых кислот, их производных и процессов с их участием в производстве и жизни человека.]

## **Тема 8. Физиологическое действие распространенных органических веществ (1 ч)**

Физиологическое и биохимическое действие важнейших и наиболее распространенных органических веществ. Первая помощь при попадании на кожу или внутрь организма. [Правила работы с опасными веществами.]

Вопросы, отмеченные [ ] предназначены для самостоятельного повторения либо дополнительного изучения студентами.

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Травень, В.Ф. Органическая химия: Учебник для вузов: В 2-х т. / В.Ф. Травень. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. Т.1. – 727 с.; Т.2.– 582 с.
2. Органическая химия: Учебник для вузов: В 2 кн. / Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2003. Кн. 1: Основной курс. – 640 с.
3. Сайкс, П. Механизмы реакций в органической химии. / П. Сайкс. Пер с англ. Под ред. Я.М. Варшавского. – М.: Химия, 1991. – 320 с.
4. Цветков, Л.А. Органическая химия: Учебник для уч-ся 10-11 кл. общеобразоват. учеб. заведений. / Л.А. Цветков – М.: Владос, 1999. – 280 с.
5. Вайзман, В.Л. Основы органической химии: Учебник для вузов / В.Л. Вайзман. – СПб.: Химия, 1995. – 464 с.
6. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл – М.: Мир, 2014. – 540 с.
7. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2-х т. Т. 2: Пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл – М.: Мир, 2014. – 528 с.

### Дополнительная:

8. Цветков, Л.А. Преподавание органической химии в средней школе: Пособие для учителя. / Л.А. Цветков – М.: Просвещение, 1988. – 240 с.
9. Кузьменко, Н.Е. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. / Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, В.А. Попков – М.: Экзамен, 2005 – 832 с.
10. Химия. Пособие-репетитор для поступающих в вузы. / Под ред. А.С. Егорова – Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 768 с.
11. Химия: учеб. пособие для 11 кл. / А.П. Ельницкий [и др.] – Мн.: Нар. асвета, 2008. – 280 с.
12. Габриелян, О.С. Химия: 10 класс. / О.С. Габриелян, Ф.Н. Маскаев, С.Ю. Пономарев, В.И. Теренин – М.: Дрофа, 2005 – 304 с.