

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)  
**Структурное подразделение Новосибирского государственного университета –  
Специализированный учебно-научный центр Университета (СУНЦ НГУ)**  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УР  (Петровская О.В.) 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДЕНО На заседании ученого совета СУНЦ НГУ Протокол № 48 от 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор СУНЦ НГУ  (Некрасова Л.А.) 23 ноября 2023 г.
---	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

курса внеурочной деятельности «Углубленный курс органической химии»

Заведующий кафедрой химии

Барам Светлана Григорьевна, к.х.н.



Новосибирск 2023

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### *Аннотация программы спецкурса*

Содержание спецкурса охватывает круг вопросов, связанных с классификацией и номенклатурой органических соединений, строением химических веществ, общими закономерностями протекания химических процессов, включая механизмы характерных реакций органических соединений разных классов, общими закономерностями взаимного влияния атомов и групп атомов и проявления этого влияния на изменение физико-химических свойств и реакционной способности органических соединений, особенностями химии органических соединений разных классов.

Основными целями освоения программы спецкурса является развитие у школьников химического мировоззрения, приобретение ими современных представлений о строении веществ и о химическом процессе, усвоение основных положений органической химии и приобретение навыков предсказания химических свойств органических соединений.

На занятиях школьники учатся использовать методологию предмета для решения различных конкретных физико-химических и химических задач, опирающихся на справочные данные и на закономерности взаимного влияния атомов и групп атомов и их влияния на свойства соединений.

Систематическое изложение органической химии включает общую характеристику класса органических соединений, общую формулу класса соединений, их физико-химические свойства, лабораторные и промышленные методы получения и химические свойства соединений данного класса, сведения о правилах безопасной работы с органическими веществами. Основное внимание в рамках спецкурса посвящено углублению знаний учащихся, полученных в рамках общеобразовательного курса органической химии в 10-11 классах, знакомстве с новыми примерами органических превращений и их механизмами, развитии кругозора учащихся в вопросах свойств и практического применения отдельных представителей органических веществ на примере мономеров, красителей, лекарственных средств.

Программа спецкурса рассчитана на 68 часов (2 часа в неделю в течение учебного года).

### **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В результате освоения программы спецкурса обучающийся должен:

- иметь представление о фундаменте современной химии (теории химической связи, основанной на квантовохимических закономерностях электронного строения атома; химической термодинамике; химической кинетике, механизмах органических превращений);
- знать классификацию и номенклатуру органических соединений; теоретические основы органической химии (состав, строение, методы получения и химические свойства основных классов органических соединений и их важнейших представителей);
- уметь применять полученные знания при решении таких задач, как составление уравнений химических реакций органических веществ, описании механизмов их превращений, объяснении относительной реакционной способности, качественного различения органических соединений, составление плана (схемы) синтеза органического соединения целевой структуры – в соответствии с программой курса.

## СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦКУРСА

### Раздел 1. Органическая химия, предмет ее изучения

**Тема 1. (4 часа).** Основные понятия органической химии. Возможные способы классификации органических соединений и органических реакций. Основные типы интермедиатов органических реакций: карбокатионы, катион-радикалы, радикалы, анион-радикалы, карбанионы, карбены. Способы управления реакциями органических веществ: примеры генерации и превращений.

Многообразие органических веществ. Химическая информатика. CAS номера химических веществ. Информационные платформы и базы данных о свойствах веществ. Сведения о мерах предосторожности, способах безопасной работы. Приказ Минздрава России 302н. База данных и поисковые системы Chemical Abstracts, Sigma-Aldrich, Reaxys, SciFinder. Виды химической информации, способы поиска (по структуре и ее фрагментам, по названию, по авторам, по свойствам ...).

**Тема 2. (4 часа).** Изомерия органических соединений. Виды изомерии. Конформационная изомерия. Способы изображения конформационных формул: проекции Ньюмана, Фишера, проекционные формулы Хеуорса. Конформации алканов: синперипланарная, антиперипланарная, гош-конформация. Понятие о стереоселективных (и стереоспецифичных) процессах.

Оптическая изомерия. Представления о стереохимии органических соединений. Асимметрический атом углерода (асимметрический центр). Примеры влияния стереохимических особенностей на результат химических превращений (реакции элиминирования, реакции [4+2]-циклоприсоединения).

**Тема 3. (2 часа).** Селективность органических реакций на примере галогенирования алканов. Расчет состава продуктов галогенирования на основании относительных скоростей радикального замещения атомов водорода при первичных, вторичных и третичных атомах углерода на галоген.

**Тема 4. (2 часа).** Реакции окисления органических веществ. Типичные окислители: кислород, озон, пероксид водорода, мета-хлорпербензойная кислота, оксид хрома(VI), дихромат калия, перманганат калия, аммиачный раствор оксида серебра. Действие окислителей на органические вещества разных классов. Мягкое и жесткое окисление. Расстановка коэффициентов в уравнении ОВР.

**Тема 5. (2 часа).** Качественные реакции в органической химии. Групповые реагенты. Способы разделения и концентрирования: перегонка, возгонка (сублимация), кристаллизация, фильтрование, экстракция, хроматография. Задачи на различение и разделение органических веществ.

**Тема 6. (8 часов).** Разбор задач муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии за 10 и 11 класс разных лет (тема органическая химия). Общие подходы к решению задач. «Базовые» реакции органической химии, наиболее востребованные при решении олимпиадных задач.

Именные реакции в органической химии. Реакции школьной программы: Вюрца, Вюрца-Фиттига, Дюма, Коновалова, Густавсона, Гриньяра, Дильса-Альдера.

**Тема 7. (4 часа).** Ароматичность и ароматические соединения. Критерии ароматичности. Критерий ароматичности Хюккеля. Представления об ароматических и антиароматических системах исходя из строения молекулярных орбиталей. Сравнение энергий молекулярных орбиталей алкенов и аренов.

Особенности поведения ароматических соединений в химических реакциях.

**Тема 8. (6 часов).** Метод ретросинтетического анализа. Основные синтоны и соответствующие им синтетические эквиваленты. Примеры решения задач. Упражнения с использованием изотопномеченых органических веществ ( $^2\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{17}\text{O}$ ). Планирование органического синтеза с использованием специальных программ. Квантовохимические расчеты структуры, геометрии, энергии органических веществ и органических реакций.

Современные методы органической химии. Металлкатализируемые превращения в органической химии: реакции Хека, Негиши, Сузуки, Соногашира. Олефиновый и алкиновый метатезис. Общие принципы, предполагаемые механизмы, примеры превращений.

**Тема 9. (4 часа).** Центры органической химии в России. Научные организации и университеты. Ведущие отечественные научные школы в области органической химии и их лидеры. Тематика исследований, основные научные результаты. Основной органических синтез, тонкий органический синтез.

## **Раздел 2. Органическая химия. Области практического применения органических соединений**

**Тема 10. (2 часа).** Нефтехимия как область экономической деятельности и как область органической химии. Состав нефти. Основные процессы нефтепереработки: крекинг, риформинг. Нефтепродукты, их состав, свойства, назначение и применение. Органические соединения – основные продукты нефтепереработки. Природный газ. Состав, свойства, применение.

**Тема 11. (4 часа).** Основной органический синтез. Получение и применение наиболее известных органических соединений. Этилен, полиэтилен. Ацетилен. Бутадиен, изопрен. Бензол, толуол. Формальдегид. Муравьиная и уксусная кислоты. Гетероциклические соединения: пиридин. Природные соединения: терпены, алкалоиды, кумарины, антоцианы.

**Тема 12. (6 часов).** Органические вещества природного (растительного и животного происхождения). Терпены, кумарины, алкалоиды. Исследование состава растительного сырья, способы переработки.

**Тема 13. (2 часа).** Красители, азокрасители. Подходы к получению органических красителей, факторы, обуславливающие окраску, типичные причины деградации органических красителей.

**Тема 14. (4 часа).** Медицинская химия и фармакология. Этапы разработки и регистрации лекарственных средств. От квантовохимических расчетов к органическому синтезу. Модели, библиотеки. Соединения-лидеры. Патентование. Исследование токсичности и биологической активности. Руководство по проведению доклинических исследований. Цитотоксичность, летальная доза, эффективная доза, индекс селективности. I, II, III фазы клинических исследований. Регистрация препарата.

**Тема 15. (4 часа).** Органические полимеры. Классификация, виды, названия, строение, свойства, маркировка. Получение, применение. Полиэтилен, тефлон, ПВХ, каучук, полистирол, полиакрилаты, полиуретаны. Органические полимеры природного происхождения: белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты.

**Тема 16. (6 часов).** Физико-химические методы анализа органических веществ: элементный анализ, ИК, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия. Исследование органических веществ и органических реакций.

**Тема 17. (6 часов).** Органические вещества как топливо и источник энергии. Пищевые продукты: белки, жиры, углеводы. Нефтепродукты: бензин, керосин, мазут. Октановое число. Дизельное топливо. Цетановое число. Взрывчатые вещества.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Воспитательный компонент
Раздел 1. Органическая химия, предмет ее изучения.			
1.1.	<p>Основные понятия органической химии. Возможные способы классификации органических соединений и органических реакций. Основные типы интермедиатов органических реакций: карбокатионы, катион-радикалы, радикалы, анион-радикалы, карбанионы, карбены. Способы управления реакциями органических веществ: примеры генерации и превращений.</p> <p>Многообразие органических веществ. Химическая информатика. CAS номера химических веществ. Информационные платформы и базы данных о свойствах веществ. Сведения о мерах предосторожности, способах безопасной работы. Приказ Минздрава России 302н. База данных и поисковые системы Chemical Abstracts, Sigma-Aldrich, Reaxys, SciFinder. Виды химической информации, способы поиска (по структуре и ее фрагментам, по названию, по авторам, по свойствам ...).</p>	4	<p>Привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучения химии и химических явлений, инициирование обсуждений, высказываний собственного мнения, выработка личностного отношения к природным явлениям.</p>
1.2.	<p>Изомерия органических соединений. Виды изомерии. Конформационная изомерия. Способы изображения конформационных формул: проекции Ньюмана, Фишера, проекционные формулы Хеуорса. Конформации алканов: синперипланарная, антиперипланарная, гош-конформация. Понятие о стереоселективных (и стереоспецифичных) процессах. Оптическая изомерия. Представления о стереохимии органических соединений. Асимметрический атом углерода (асимметрический центр). Примеры влияния стереохимических особенностей на результат химических превращений (реакции элиминирования, реакции [4+2]-циклоприсоединения).</p>	2	
1.3.	<p>Механизм реакции. Селективность органических реакций на примере галогенирования алканов. Расчет состава продуктов галогенирования на основании относительных скоростей радикального замещения атомов водорода при первичных, вторичных и третичных атомах углерода на галоген.</p>	2	

1.4.	Реакции окисления органических веществ. Типичные окислители: кислород, озон, пероксид водорода, метаклорпербензойная кислота, оксид хрома(VI), дихромат калия, перманганат калия, аммиачный раствор оксида серебра. Действие окислителей на органические вещества разных классов. Мягкое и жесткое окисление. Расстановка коэффициентов в уравнении ОВР.	2	
1.5.	Качественные реакции в органической химии. Групповые реагенты. Способы разделения и концентрирования: перегонка, возгонка (сублимация), кристаллизация, фильтрование, экстракция, хроматография. Задачи на различение и разделение органических веществ.	2	
1.6.	Разбор задач муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии за 10 и 11 класс разных лет (тема органическая химия). Общие подходы к решению задач. «Базовые» реакции органической химии, наиболее востребованные при решении олимпиадных задач. Именные реакции в органической химии. Реакции школьной программы: Вюрца, Вюрца-Фиттига, Дюма, Коновалова, Густавсона, Гриньяра, Дильса-Альдера.	8	
1.7.	Ароматичность и ароматические соединения. Критерии ароматичности. Критерий ароматичности Хюккеля. Представления об ароматических и антиароматических системах исходя из строения молекулярных орбиталей. Сравнение энергий молекулярных орбиталей алкенов и аренов. Особенности поведения ароматических соединений в химических реакциях.	4	
1.8.	Метод ретросинтетического анализа. Основные синтоны и соответствующие им синтетические эквиваленты. Примеры решения задач. Упражнения с использованием изотопномеченых органических веществ ( $^2\text{H}$ , $^{13}\text{C}$ , $^{17}\text{O}$ ). Планирование органического синтеза с использованием специальных программ. Квантовохимические расчеты структуры, геометрии, энергии органических веществ и органических реакций.	6	
1.9.	Центры органической химии в России. Научные организации и университеты. Ведущие отечественные научные школы в области органической химии и их лидеры. Тематика исследований, основные научные результаты. Основной органических синтез, тонкий органический синтез.	4	
Итого по разделу		34	
Раздел 2. Органическая химия. Области практического применения органических соединений			
2.1.	<b>Тема 10.</b> Нефтехимия как область экономической деятельности и как область органической химии. Состав нефти. Основные процессы нефтепереработки: крекинг, риформинг. Нефтепродукты, их состав, свойства,	2	Воспитание готовности у обучающихся руководствоваться

	назначение и применение. Органические соединения – основные продукты нефтепереработки. Природный газ. Состав, свойства, применение.		системой позитивных ценностных ориентаций и расширение опыта познавательной деятельности. Вовлечение обучающихся в проектную и исследовательскую деятельность.
2.2.	<b>Тема 11.</b> Основной органический синтез. Получение и применение наиболее известных органических соединений. Этилен, полиэтилен. Ацетилен. Бутадиен, изопрен. Бензол, толуол. Формальдегид. Муравьиная и уксусная кислоты. Гетероциклические соединения: пиридин. Природные соединения: терпены, алкалоиды, кумарины, антоцианы.	4	
2.3	<b>Тема 12.</b> Органические вещества природного (растительного и животного происхождения). Терпены, кумарины, алкалоиды. Исследование состава растительного сырья, способы переработки.	6	
2.4.	<b>Тема 13.</b> Красители, азокрасители. Подходы к получению органических красителей, факторы, обуславливающие окраску, типичные причины деградации органических красителей	2	
2.5.	<b>Тема 14.</b> Медицинская химия и фармакология. Этапы разработки и регистрации лекарственных средств. От квантовохимических расчетов к органическому синтезу. Модели, библиотеки. Соединения-лидеры. Патентование. Исследование токсичности и биологической активности. Руководство по проведению доклинических исследований. Цитотоксичность, летальная доза, эффективная доза, индекс селективности. I, II, III фазы клинических исследований. Регистрация препарата.	4	
2.6.	<b>Тема 15.</b> Органические полимеры. Классификация, виды, названия, строение, свойства, маркировка. Получение, применение. Полиэтилен, тефлон, ПВХ, каучук, полистирол, полиакрилаты, полиуретаны. Органические полимеры природного происхождения: белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты.	4	
2.7.	<b>Тема 16.</b> Физико-химические методы анализа органических веществ: элементный анализ, ИК, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия. Исследование органических веществ и органических реакций.	6	
2.8.	<b>Тема 17.</b> Органические вещества как топливо и источник энергии. Пищевые продукты: белки, жиры, углеводы. Нефтепродукты: бензин, керосин, мазут. Октановое число. Дизельное топливо. Цетановое число. Взрывчатые вещества.	6	
Итого по разделу		34	
Всего		68	

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **а) Основная литература:**

1. Органическая химия / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Учебник для вузов. В 4-х томах. 1999 г.
2. Резников В.А., Тихонов А.Я., Федотова Т.Д. Химия в НГУ. Органическая химия. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2011.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Дж. Ли. Именные реакции. Механизмы реакций в органической химии. М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
2. П. Сайкс. Механизмы реакций в органической химии. М., «Химия», 1991.
3. К.П. Мищенко, А.А. Равдель. Краткий справочник физико-химических величин. Л., Химия, 1974.

### **в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Химический интернет-портал: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru)
2. Научно-популярный портал: [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru)