



ЕГЭ

Химия

★ Интенсивный курс ★

**Готовься
к экзаменам
с Умскул**

Татьяна Граева



Москва
2025

УДК 373.5:54
ББК 24я721
Г75

Граева, Татьяна.

Г75 ЕГЭ. Химия / Татьяна Граева. — Москва : Эксмо, 2025. — 336 с. — (Готовься к экзаменам с Умскул).

ISBN 978-5-04-191898-9

В справочнике от популярной онлайн-школы «Умскул» ты найдёшь всё, что необходимо для успешной сдачи ЕГЭ по химии!

Книга разложит по полочкам все темы школьного курса за 8–11 классы: ты сможешь запросто повторить уже изученный материал и получить новые знания. Только действительно нужная для экзамена информация по разделам «Органическая химия», «Углеводороды», «Кислородсодержащие соединения» и «Азотсодержащие соединения» преподносится наглядно и понятно, а также сопровождается примерами химических реакций и комментариями. Вместе с теорией приводятся тренировочные задания с ответами и пояснениями.

Также пособие будет полезно учителям и репетиторам при планировании и проведении занятий.

**УДК 373.5:54
ББК 24я721**

ISBN 978-5-04-191898-9

© Граева Т., 2025
© ЧУДО «Онлайн-школа подготовки к экзаменам «Умная школа», 2025
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2025

СОДЕРЖАНИЕ



От автора 8

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

**Глава 1. Строение
органических
соединений** 11

**Глава 2. Классификация
органических
соединений** 13
Общая классификация 13
Классы органических
соединений 16

**Глава 3. Номенклатура
органических
соединений** 18
Алгоритм составления
названий органических
соединений
по систематической
номенклатуре 20
Функциональные группы
(по старшинству) 23
Пример составления
названия вещества
по систематической
номенклатуре 23
Практика 24

**Глава 4. Изомерия
органических
соединений** 27
Структурная изомерия 28

Пространственная
изомерия 29
Практика 31

**Глава 5. Гибридизация
атома углерода** 33
Процесс возбуждения
атома углерода 33
Типы связей 34
Три типа гибридизации
атома углерода 35
Практика 39

Раздел 2. УГЛЕВОДОРОДЫ

Глава 1. Алканы 41
Гомологический ряд
алканов 41
Номенклатура алканов 42
Изомерия алканов 43
Строение алканов 43
Физические свойства
алканов 44
Типы атомов углерода
в молекулах органических
соединений 44
Химические свойства
алканов 44
Способы получения
алканов 47
Природные источники
углеводородов 49
Применение метана
и его производных 50
Практика 51

Глава 2. Циклоалканы53

Строение малых циклоалканов	54
Номенклатура циклоалканов	54
Изомерия циклоалканов	55
Физические свойства циклоалканов	56
Химические свойства циклоалканов	56
Способы получения циклоалканов	60
Применение циклоалканов	63
<i>Практика</i>	64

Глава 3. Алкены66

Гомологический ряд алкенов	67
Номенклатура алкенов	67
Строение алкенов	68
Физические свойства алкенов	68
Изомерия алкенов	69
Химические свойства алкенов	70
Схемы неорганических продуктов ОВР	73
Как окисляются алкены	74
Как уравнивать ОВР	77
Способы получения алкенов	81
Применение этилена и его производных	83
<i>Практика</i>	83

Глава 4. Циклоалкены86

Изомерия циклоалкенов	86
Химические свойства циклоалкенов	87
Способы получения циклоалкенов	89
<i>Практика</i>	90

Глава 5. Алкадиены93

Номенклатура алкадиенов	93
Изомерия алкадиенов	94
Классификация алкадиенов	95
Физические свойства алкадиенов	95
Химические свойства алкадиенов	95
Способы получения алкадиенов	100
Применение алкадиенов	101
<i>Практика</i>	102

Глава 6. Алкины105

Строение алкинов	105
Номенклатура алкинов	105
Изомерия алкинов	106
Физические свойства алкинов	106
Химические свойства алкинов	107
Способы получения алкинов	112
Применение алкинов и его производных	114
<i>Практика</i>	115

Глава 7. Арены118

Структурные формулы

аренов118

Строение аренов118

Номенклатура аренов119

Тривиальные названия

аренов120

Изомерия аренов121

Физические свойства

аренов121

Химические свойства

аренов122

Правила ориентации

в бензольном кольце126

Способы получения

аренов131

Химические свойства

стирола134

Способы получения

стирола136

Применение бензола,

его гомологов

и их соединений137

Практика138

Практика по всем

углеводородам141

Раздел 3.

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Глава 1. Спирты147

Классификация

спиртов147

Предельные одноатомные

спирты148

Гомологический ряд

предельных одноатомных

спиртов148

Номенклатура предельных
одноатомных спиртов149

Изомерия предельных
одноатомных спиртов150

Физические свойства
предельных одноатомных
спиртов150

Химические свойства
предельных одноатомных
спиртов151

Способы получения
предельных одноатомных
спиртов157

Применение этанола159

Многоатомные спирты159

Общая характеристика
многоатомных спиртов ...160

Изомерия многоатомных
спиртов160

Физические свойства
многоатомных спиртов161

Химические свойства
многоатомных спиртов ...161

Способы получения
многоатомных спиртов ...163

Применение многоатомных
спиртов164

Практика165

Глава 2. Фенолы168

Строение фенола168

Физические свойства
фенола169

Химические свойства
фенола169

Эфиры фенола172

Способы получения
фенола173

Применение фенола	174
<i>Практика</i>	175

Глава 3. Карбонильные соединения	178
Альдегиды	178
Кетоны	180
Физические свойства карбонильных соединений	182
Химические свойства карбонильных соединений	182
Способы получения карбонильных соединений	188
Применение альдегидов и кетонов	193
<i>Практика</i>	194

Глава 4. Карбоновые кислоты	198
Номенклатура карбоновых кислот	198
Классификация карбоновых кислот	199
Предельные одноосновные карбоновые кислоты	200
Непредельные карбоновые кислоты	216
<i>Практика</i>	217

Глава 5. Сложные эфиры	220
Номенклатура сложных эфиров	221
Изомерия сложных эфиров	221

Физические свойства сложных эфиров	222
Химические свойства сложных эфиров	222
Способы получения сложных эфиров	223
Применение сложных эфиров	225
Жиры	225
Мыла	229
<i>Практика</i>	229

Глава 6. Углеводы	232
Классификация углеводов	232
Моносахариды	233
Дисахариды	238
Полисахариды	240
<i>Практика</i>	243
<i>Практика по всем кислородсодержащим соединениям</i>	245

Раздел 4. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Глава 1. Амины	251
Классификация аминов ..	251
Номенклатура аминов	252
Изомерия аминов	253
Физические свойства аминов	254
Химические свойства аминов	254
Способы получения аминов	259
Применение аминов	260

Анилин	261
Изменение основных свойств в ряду аминов ...	264
<i>Практика</i>	265

Глава 2. Аминокислоты ...

Номенклатура аминокислот	267
Изомерия аминокислот	268
Физические свойства аминокислот	269
Химические свойства аминокислот	269
Способы получения аминокислот	273
<i>Практика</i>	274

Глава 3. Белки

Строение белков	277
Физические свойства белков	280
Химические свойства белков	280

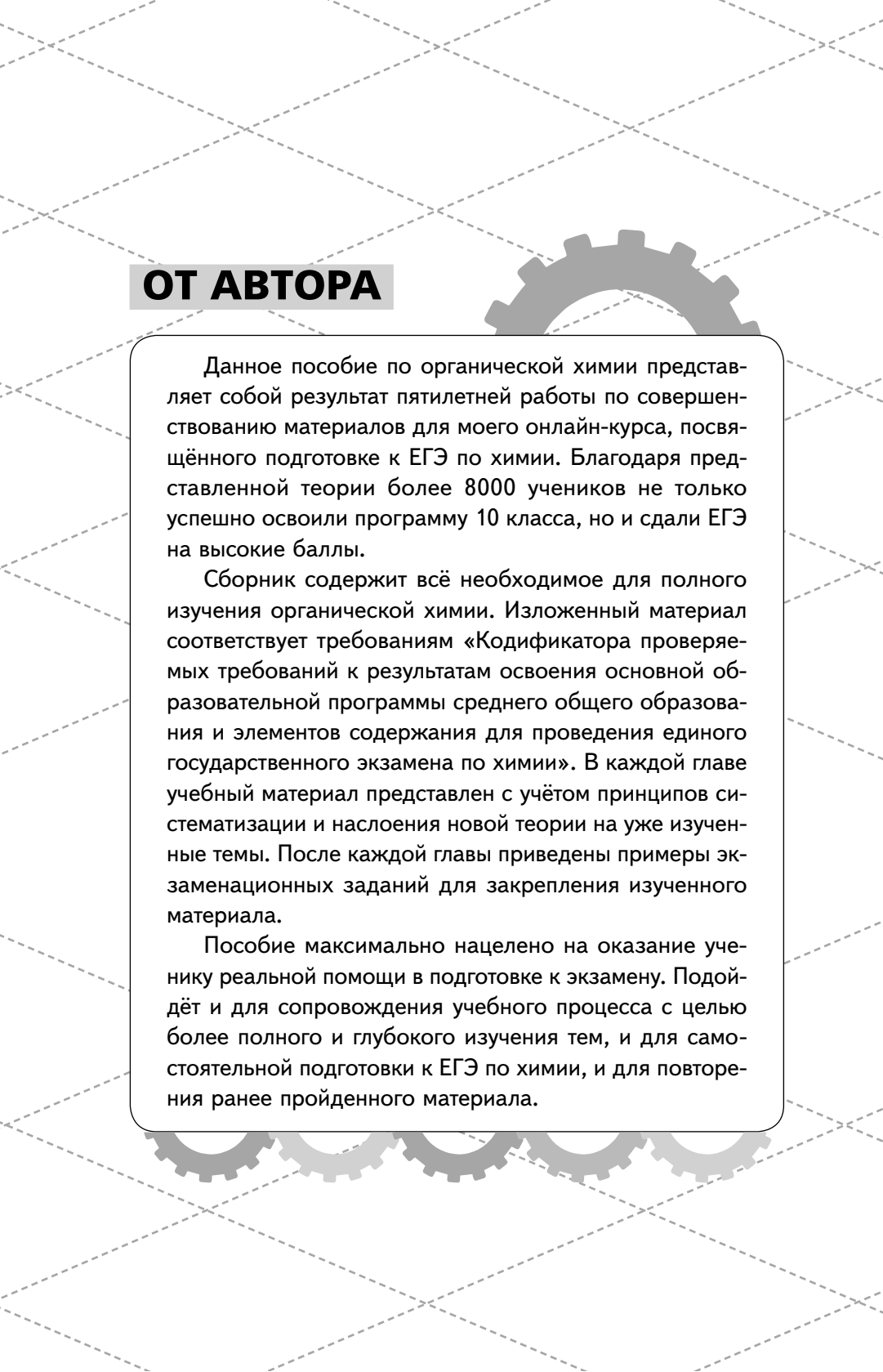
Качественные реакции на белки	281
<i>Практика</i>	282

Ответы

Раздел 1. Введение в органическую химию ...	284
Раздел 2. Углеводороды ...	285
Раздел 3. Кислородсодержащие соединения	299
Раздел 4. Азотсодержащие соединения	308

Приложения

Приложение 1. Тривиальные названия органических соединений	311
Приложение 2. Качественные реакции органических соединений	318
Приложение 3. Именные реакции в органической химии	327

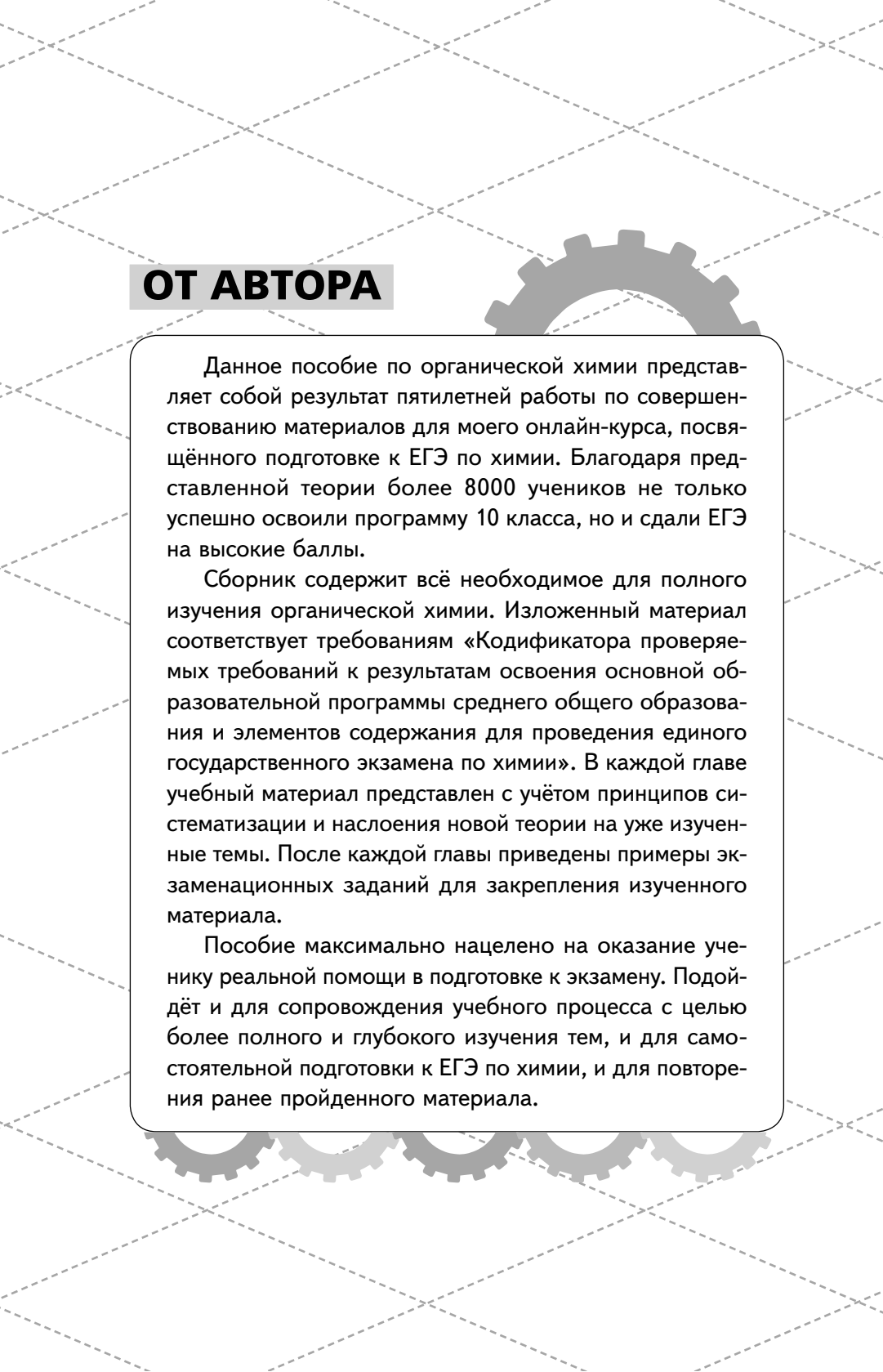


ОТ АВТОРА

Данное пособие по органической химии представляет собой результат пятилетней работы по совершенствованию материалов для моего онлайн-курса, посвящённого подготовке к ЕГЭ по химии. Благодаря представленной теории более 8000 учеников не только успешно освоили программу 10 класса, но и сдали ЕГЭ на высокие баллы.

Сборник содержит всё необходимое для полного изучения органической химии. Изложенный материал соответствует требованиям «Кодификатора проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по химии». В каждой главе учебный материал представлен с учётом принципов систематизации и наслоения новой теории на уже изученные темы. После каждой главы приведены примеры экзаменационных заданий для закрепления изученного материала.

Пособие максимально нацелено на оказание ученику реальной помощи в подготовке к экзамену. Подойдёт и для сопровождения учебного процесса с целью более полного и глубокого изучения тем, и для самостоятельной подготовки к ЕГЭ по химии, и для повторения ранее пройденного материала.





Раздел

1

ВВЕДЕНИЕ В ОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

Органическая химия — это раздел химии, изучающий структуру, свойства и способы получения соединений углерода, относящихся к органическим.

Органические соединения — это большая группа химических веществ, объединяющая почти все соединения углерода, за исключением, например, оксидов углерода, циановодорода, сероуглерода, карбониллов и карбидов металлов — эти и некоторые другие соединения углерода традиционно рассматриваются как неорганические. Такая тенденция сложилась благодаря тому, что на начальном этапе развития органической химии органическими называли только соединения растительного и животного происхождения.

Условно можно считать, что основой всех органических соединений являются углеводороды — соединения углерода с водородом. Поэтому определение органической химии можно сформулировать как химию углеводородов и их производных.

На сегодняшний день науке известно свыше 100 млн органических соединений. Такое многообразие обусловлено особыми свойствами углерода — его атомы могут связываться друг с другом, образуя длинные цепи или циклы.

Особенности атома углерода:

- 1) Энергия связи (прочность связи) С—С сопоставима с прочностью связи С—О. Это обуславливает устойчивость и возможность существования большого количества стабильных органических соединений.
- 2) Атом углерода имеет возможность осуществить не один, а три типа гибридизации орбиталей. Благодаря этому атомы углерода могут быть связаны не только одинарными связями, но и двойными, и тройными, образовывать системы сопряжённых связей.
- 3) Атомы углерода способны образовывать простые, двойные и тройные связи не только друг с другом, но и с другими элементами.

Прежде чем переходить к детальному изучению строения органических соединений, нужно зафиксировать, как именно они могут быть записаны.

Выделяют три основных вида записи органических соединений.

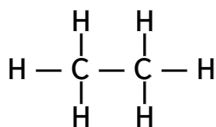
- 1) **Молекулярная формула.** Представляет собой запись числа атомов каждого химического элемента в одной молекуле вещества.

Пример: C_2H_6O .

Такая запись говорит о том, что одна молекула вещества состоит из двух атомов углерода, шести атомов водорода и одного атома кислорода, но по ней нельзя понять, в какой последовательности атомы связаны друг с другом — она не отражает строение вещества.

- 2) **Структурная формула.** Представляет собой изображение последовательности соединения атомов в молекуле.

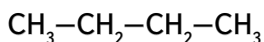
Например, для вещества C_2H_6 структурная формула имеет вид:



Для упрощения структурных формул чёрточки между атомами углерода и водорода опускаются и символы атомов водорода пишутся слитно с символами атомов углерода, с которыми они связаны: $\text{CH}_3\text{—CH}_3$. Такая форма записи называется *сокращённой структурной формулой*. По ней можно понять и состав молекулы, и её строение, поэтому именно её используют чаще всего для записи формул органических соединений.

- 3) **Скелетная формула.** Представляет собой ещё более упрощённую запись структурной формулы, в которой изображаются только связи между атомами углерода.

Пример:



сокращённая структурная
формула



скелетная формула

По скелетной формуле можно получить представление о строении вещества, однако для уточнения его состава её нужно расписывать до сокращённой структурной формулы.

Примечание. Сложные органические вещества для удобства могут быть записаны с использованием нескольких видов записи, представлять собой их комбинацию.

Глава 1. Строение органических соединений

Уже к первой половине XIX века в рамках органической химии учёные накопили большой объём знаний. Однако их дальнейшему приумножению препятствовало отсутствие единой теоретической основы. Разумеется, уже существовал ряд теорий, претендующих на звание основополагающих, но все они были несовершенны.

В 1861 году выдающийся русский учёный Александр Михайлович Бутлеров в докладе «О химическом строении ве-

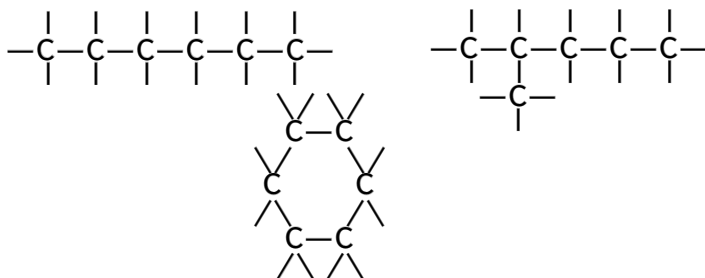


А. М. Бутлеров

ществ» впервые ввёл термин «химическое строение». Этот доклад стал основой классической теории химического строения.

В дальнейшем основные положения теории А. М. Бутлерова были доработаны и дополнены и впоследствии сформировали современную теорию строения органических соединений, которая гласит, что:

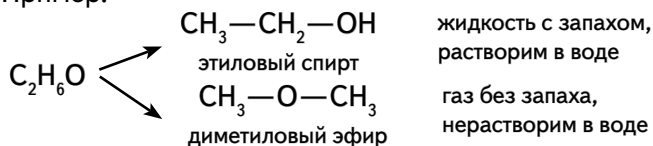
- 1) Атомы в молекулах соединены между собой химическими связями согласно их валентности; углерод во всех органических соединениях четырёхвалентен, то есть всегда образует четыре связи.
- 2) Атомы в молекулах соединяются между собой в определённой последовательности, что обуславливает химическое строение молекулы. Атомы углерода соединяются между собой, образуя цепи и циклы:



- 3) Свойства органических соединений зависят не только от числа и природы атомов, входящих в состав молекул, но и от химического строения молекул.

Например, существуют два различных вещества, которые имеют одинаковый состав (одинаковую молекулярную формулу), но разное строение. Их свойства будут отличаться. Такие вещества называют *изомерами*.

Пример:

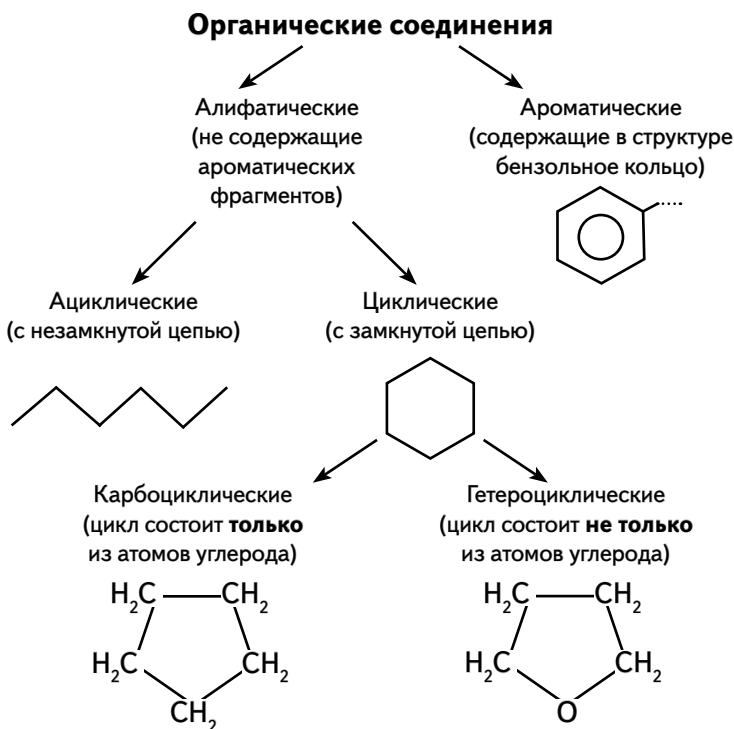


- 4) Исходя из строения молекулы, можно предсказать свойства вещества, и, наоборот, на основании химических свойств можно предсказать строение вещества.

Глава 2. Классификация органических соединений

Общая классификация

Общая классификация органических соединений выглядит следующим образом:



В структуре *ненасыщенных* соединений есть кратные связи, двойные или (и) тройные: —C=С— , $\text{—C}\equiv\text{С—}$.



Важно знать!

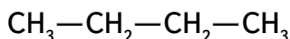
Ароматические соединения, за исключением бензола, содержат одну или несколько боковых цепей, представленных алифатическими фрагментами.

Вместе с этим органические соединения могут быть классифицированы по разным признакам. Разберём самые важные.

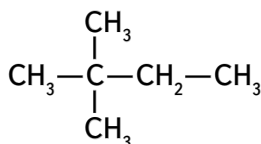
1. Классификация по наличию (отсутствию) ответвлений:

- 1) Соединения нормального строения. Они представляют собой линейную углеродную цепь без ответвлений.
- 2) Разветвлённые соединения содержат ответвления (заместители), которые отходят от главной углеродной цепи.

Линейные



Разветвлённые



2. Классификация по наличию (отсутствию) цикла:

- 1) Ациклические соединения. Их углеродная цепь не замкнута в цикл.
- 2) Циклические соединения. Их углеродная цепь замкнута в цикл.

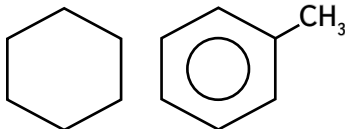
Ациклические

(с незамкнутой цепью)



Циклические

(с замкнутой цепью)



3. Классификация по типу химической связи:

- 1) Предельные (насыщенные) соединения содержат только одинарные связи в углеродной цепи (между атомами углерода).
- 2) Непредельные (ненасыщенные) соединения содержат кратные связи — двойные или (и) тройные — в углеродной цепи.
- 3) Ароматические соединения содержат ароматическую связь. Ароматическая связь — это сочетание шести σ -связей с единой π -системой в шестичленном цикле.

Предельные	Непредельные	Ароматические
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	

4. Классификация по химическому составу:

- 1) Углеводороды — соединения, состоящие только из атомов углерода и водорода.
- 2) Кислородсодержащие соединения — вещества, имеющие в своём составе кислород.
- 3) Азотсодержащие соединения — вещества, имеющие в своём составе азот.

Углеводороды	Кислородсодержащие соединения	Азотсодержащие соединения
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

Приведённые выше классификации разделяют органические соединения на крупные группы в соответствии с определённым признаком, но существует ещё более узкое деление веществ на классы с учётом особенностей их строения.