



СЕЧЕНОВСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Учебник**

Электронное издание

Под редакцией д-ра фарм. наук,  
д-ра пед. наук, проф. В. А. Попкова  
и канд. фарм. наук Т. М. Литвиновой

Рекомендовано

Координационным советом по области образования  
«Здравоохранение и медицинские науки» в качестве  
учебника для использования в образовательных  
учреждениях, реализующих основные профессиональные  
образовательные программы высшего образования  
уровня специалитета по направлению  
подготовки 33.05.01 «Фармация»



Москва  
Лаборатория знаний  
2020

УДК 546+615(075.8)  
ББК 24.1:528я73  
Н52

А в т о р ы:

О. В. Нестерова, В. А. Попков, А. В. Бабков,  
В. П. Хейдоров, О. В. Левицкая

**Неорганическая химия** : учебник для фармацевти-  
Н52 ческих университетов и факультетов / О. В. Нестерова,  
В. А. Попков, А. В. Бабков [и др.] ; под ред. В. А. Поп-  
кова и Т. М. Литвиновой. — Электрон. изд. — М. : Лабо-  
ратория знаний, 2020. — 369 с. — Систем. требования:  
Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. —  
Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-923-7

Данный учебник написан в соответствии с типовой про-  
граммой изучения курса неорганической химии студентами  
фармацевтических университетов и факультетов. В первой  
части учебника изложены теоретические основы неорганиче-  
ской химии с использованием новейших научных данных.  
Во второй — химия важнейших элементов, входящих в со-  
став лекарственных средств, проявляющих разнообразную  
биологическую активность. Учебник ориентирует студентов  
на активное усвоение материала, разбор контекстных приме-  
ров, самостоятельное нахождение ответов на вопросы по ходу  
работы с материалом.

Для студентов медицинских и фармацевтических вузов.

УДК 546+615(075.8)  
ББК 24.1:528я73

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Неор-  
ганическая химия : учебник для фармацевтических уни-  
верситетов и факультетов / О. В. Нестерова, В. А. Попков,  
А. В. Бабков [и др.] ; под ред. В. А. Попкова и Т. М. Лит-  
виновой. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 366 с. : ил. —  
ISBN 978-5-00101-268-9.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений,  
установленных техническими средствами защиты авторских прав,  
правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков  
или выплаты компенсации**

ISBN 978-5-00101-923-7

© ФГАОУ ВО Первый МГМУ  
им. И. М. Сеченова Минздрава России  
(Сеченовский Университет), 2020  
© Лаборатория знаний, 2020

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Глава 1	
<b>Энергетика химических реакций . . . . .</b>	<b>6</b>
1.1. Энергия. Теплота и работа . . . . .	6
1.2. Типы систем и процессов . . . . .	9
1.3. Энтропия. Неупорядоченность систем . . . . .	13
1.4. Расчеты по энергетике реакций . . . . .	16
Глава 2	
<b>Химическое равновесие . . . . .</b>	<b>21</b>
2.1. Обратимые и необратимые химические реакции, состояние химического равновесия . . . . .	21
2.2. Количественная характеристика химического равновесия . . . . .	24
2.3. Химическое равновесие в гетерогенных системах . . . . .	29
Глава 3	
<b>Химическая кинетика . . . . .</b>	<b>32</b>
3.1. Скорость химических реакций . . . . .	32
3.2. Факторы, определяющие скорость химических реакций . . . . .	34
3.3. Разновидности сложных реакций . . . . .	45
Глава 4	
<b>Строение атомов . . . . .</b>	<b>49</b>
4.1. Сложность атома . . . . .	49
4.2. Квантовые числа. . . . .	51
4.3. Структура электронных оболочек атомов . . . . .	56
4.4. Периодичность изменения свойств атомов . . . . .	63
Глава 5	
<b>Химическая связь . . . . .</b>	<b>68</b>
5.1. Сложные структуры, образуемые атомами. . . . .	68
5.2. Квантово-механические представления о химической связи . . . . .	69
5.3. Механизмы образования химических связей . . . . .	72
5.4. Кратные (двойные и тройные) связи . . . . .	74
5.5. Пространственное строение молекул . . . . .	76
5.6. Метод молекулярных орбиталей (ММО) . . . . .	79
5.7. Полярные химические связи. Ионные связи . . . . .	82
5.8. Многоцентровые химические связи. Водородные связи . . . . .	85

5.9. Металлическая связь . . . . .	88
5.10. Межмолекулярное взаимодействие . . . . .	90
Глава 6	
<b>Кислоты и основания</b> . . . . .	95
6.1. Электронная теория кислот и оснований . . . . .	95
6.2. Протолитическая теория кислот и оснований . . . . .	98
6.3. Среда в водных растворах . . . . .	102
6.4. Сила кислот и оснований . . . . .	103
6.5. Типы протолитических реакций . . . . .	106
6.6. Амфотерные вещества . . . . .	109
6.7. Буферные растворы . . . . .	110
Глава 7	
<b>Комплексные соединения</b> . . . . .	114
7.1. Комплексные соединения — особый тип химических соединений . . . . .	114
7.2. Монодентантные и полидентантные лиганды. Хелатные комплексы . . . . .	118
7.3. Номенклатура комплексных соединений . . . . .	123
7.4. Строение комплексных соединений . . . . .	125
7.5. Получение и реакции комплексных соединений . . . . .	128
7.6. Устойчивость комплексных соединений в растворах . . . . .	132
Глава 8	
<b>Реакции образования малорастворимых электролитов</b> . . . . .	138
8.1. Ионные гетерофазные реакции . . . . .	138
8.2. Влияние посторонних солей на растворимость малорастворимых электролитов . . . . .	143
8.3. Реакции между кристаллическим веществом и ионами в растворе . . . . .	144
8.4. Дробное осаждение малорастворимых солей . . . . .	146
Глава 9	
<b>Реакции окисления–восстановления</b> . . . . .	149
9.1. Основные понятия . . . . .	149
9.2. Типы реакций окисления–восстановления . . . . .	153
9.3. Сила окислителей и восстановителей . . . . .	156
Глава 10	
<b>Водород</b> . . . . .	163
10.1. Водород в природе и его положение в периодической системе элементов . . . . .	163
10.2. Получение и свойства водорода . . . . .	165
Глава 11	
<b>Группа галогенов</b> . . . . .	169
11.1. Общая характеристика галогенов . . . . .	169
11.2. Строение атомов галогенов . . . . .	170

11.3. Простые вещества . . . . .	172
11.4. Галогеноводороды и галогениды металлов . . . . .	179
11.5. Кислородные соединения галогенов . . . . .	183

Глава 12

<b>Элементы группы VIA (халькогены)</b> . . . . .	187
12.1. Общая характеристика группы . . . . .	187
12.2. Строение атомов халькогенов . . . . .	189
12.3. Простые вещества, образуемые кислородом . . . . .	191
12.4. Химические свойства дикислорода и озона . . . . .	194
12.5. Химические соединения кислорода . . . . .	196
12.6. Вода и пероксид водорода . . . . .	198
12.7. Общая характеристика серы . . . . .	202
12.8. Химические соединения двухвалентной серы . . . . .	204
12.9. Химические соединения четырехвалентной серы . . . . .	205
12.10. Химические соединения шестивалентной серы . . . . .	206
12.11. Соединения со связями между атомами серы . . . . .	210
12.12. Подгруппа селена (селен и теллур) . . . . .	211

Глава 13

<b>Элементы группы азота (группа VA)</b> . . . . .	214
13.1. Общая характеристика группы . . . . .	214
13.2. Азот. Простое вещество . . . . .	217
13.3. Химические соединения восстановленного азота . . . . .	219
13.4. Соединения азота с кислородом . . . . .	223
13.5. Азотистая и азотная кислоты и их соли . . . . .	226
13.6. Фосфор. Простые вещества . . . . .	229
13.7. Химические соединения восстановленного фосфора . . . . .	232
13.8. Химические соединения окисленного фосфора . . . . .	234
13.9. Элементы подгруппы мышьяка . . . . .	238

Глава 14

<b>Элементы группы углерода (группа IVA)</b> . . . . .	244
14.1. Общая характеристика группы . . . . .	244
14.2. Углерод. Простые вещества . . . . .	247
14.3. Химические соединения углерода . . . . .	252
14.4. Кремний. Простое вещество . . . . .	255
14.5. Химические соединения кремния . . . . .	256
14.6. Элементы подгруппы германия . . . . .	261

Глава 15

<b>Элементы группы бора (группа IIIA)</b> . . . . .	267
15.1. Общая характеристика группы . . . . .	267
15.2. Бор . . . . .	270
15.3. Алюминий . . . . .	274
15.4. Элементы подгруппы галлия . . . . .	280

Глава 16	
<b>Элементы-металлы s-блока</b> . . . . .	<b>283</b>
16.1. Общая характеристика элементов s-блока . . . . .	283
16.2. Распространенность в природе и применение металлов s-блока . . . . .	285
16.3. Химические свойства щелочных металлов, Натрий и калий. . . . .	289
16.4. Элементы группы IА. Бериллий и магний. . . . .	296
16.5. Химические свойства щелочноземельных металлов . . . . .	300
Глава 17	
<b>Элементы d-блока</b> . . . . .	<b>306</b>
17.1. Общая характеристика элементов d-блока . . . . .	306
17.2. Элементы группы IIIВ и элементы f-блока . . . . .	310
17.3. Элементы групп IVВ и VВ . . . . .	314
17.4. Элементы группы VIВ . . . . .	319
17.5. Элементы группы VIIВ . . . . .	324
17.6. Элементы семейства железа . . . . .	328
17.7. Семейство платиновых металлов (платиноиды) . . . . .	336
17.8. Элементы группы IB . . . . .	340
17.9. Элементы группы IВ . . . . .	345
Литература . . . . .	355
Приложения . . . . .	356
Приложение 1.	
Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц измерения . . . . .	356
Приложение 2.	
Фундаментальные постоянные . . . . .	357
Приложение 3.	
Некоторые основные понятия химии . . . . .	358
Ответы на вопросы и задачи. . . . .	361