

БАКАЛАВР. АКАДЕМИЧЕСКИЙ КУРС

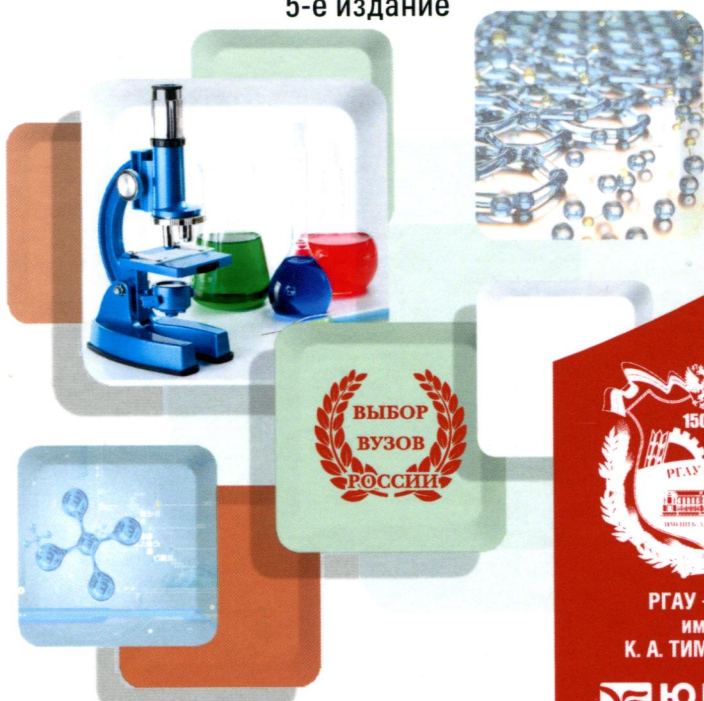
Д. А. Князев, С. Н. Смарыгин

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Часть 1. Теоретические основы

УЧЕБНИК

5-е издание



РГАУ - МСХА  
ИМЕНИ  
К. А. ТИМИРЯЗЕВА

**Юрайт**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)

УМО ВО рекомендует  
УМО рекомендует



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ — МСХА имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Д. А. Князев, С. Н. Смаригин

# НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## Часть 1

### Теоретические основы

УЧЕБНИК ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА

5-е издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по естественнонаучным направлениям и специальностям*

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов  
Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве  
учебника для подготовки бакалавров по направлениям «Агрохимия  
и агропочвоведение», «Агрономия», «Садоводство», «Технология  
производства и переработки сельскохозяйственной продукции»*

Книга доступна в электронной библиотечной системе  
[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)



Москва ■ Юрайт ■ 2016

УДК 546(075.8)  
ББК 24.1я73  
К54

**Авторы:**

**Князев Дмитрий Анатольевич** — доктор химических наук, заслуженный деятель науки РФ, до 2013 года занимал должность профессора кафедры неорганической и аналитической химии факультета почвоведения, агрохимии и экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева;

**Смарыгин Сергей Николаевич** — доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой неорганической и аналитической химии факультета почвоведения, агрохимии и экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева.

**Рецензенты:**

**Гусакова Н. Н.** — доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии, агрохимии и почвоведения Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

**Еремин В. В.** — доктор химических наук, профессор кафедры физической химии Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

**Князев, Д. А.**

К54

Неорганическая химия. В 2 ч. Часть 1. Теоретические основы : учебник для академического бакалавриата / Д. А. Князев, С. Н. Смарыгин. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 253 с. [шв. вклейка 2 с.]. — Серия : Бакалавр. Академический курс.

ISBN 978-5-9916-7067-8 (ч. 1)

ISBN 978-5-9916-7068-5

Учебник состоит из двух частей: «Теоретические основы» и «Химия элементов». В первой части изложены основы общей химии с элементами физико-химических сведений. Материал учебника имеет нетрадиционную структуру, что позволяет создать в сознании студентов необходимую систему химических знаний, ориентированную на их будущую специальность. После каждой главы приведены контрольные вопросы.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

*Для студентов вузов, обучающихся по агрономическим направлениям подготовки бакалавров и магистров и агрономическим направлениям подготовки дипломированных специалистов. Для студентов, обучающихся по очно-заочной и заочной формам обучения. Может быть использован студентами других сельскохозяйственных и технологических специальностей.*

УДК 546(075.8)

ББК 24.1я73



Delphi Law Company

*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».*

ISBN 978-5-9916-7067-8 (ч. 1)

ISBN 978-5-9916-7068-5

© Князев Д. А., Смарыгин С. Н., 2012

© Князев Д. А., Смарыгин С. Н., 2015,  
с изменениями

© ООО «Издательство Юрайт», 2016

## Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	<b>7</b>
<b>Глава 1. Химия и сельское хозяйство</b> .....	<b>9</b>
1.1. Химия: наука и технология.....	9
1.2. Химизация сельского хозяйства .....	11
1.3. Влияние химии на биологические и сельскохозяйственные науки .....	14
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	16
<b>Глава 2. Основные понятия и законы стехиометрии</b> .....	<b>17</b>
2.1. Основные понятия стехиометрии .....	17
2.2. Законы стехиометрии .....	18
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	23
<b>Глава 3. Скорость химической реакции</b> .....	<b>24</b>
3.1. Скорость химической реакции .....	24
3.2. Закон действующих масс для элементарной стадии химической реакции.....	28
3.3. Зависимость скорости реакции от температуры.....	30
3.4. Катализ .....	32
3.5. Значение химической кинетики .....	34
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	35
<b>Глава 4. Химическое равновесие</b> .....	<b>37</b>
4.1. Основные понятия и признаки химического равновесия.....	37
4.2. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.....	43
4.3. Значение химических равновесий в природе .....	46
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	47
<b>Глава 5. Энергетика химических реакций</b> .....	<b>48</b>
5.1. Основные понятия .....	48
5.2. Энтальпия .....	49
5.3. Энтропия .....	57
5.4. Энергия Гиббса .....	64
5.5. Значение и применение энергетики химических реакций .....	67
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	72
<b>Глава 6. Растворы. Причины образования и состав</b> .....	<b>73</b>
6.1. Причины образования растворов .....	73
6.2. Способы выражения состава растворов .....	77
6.3. Значение растворов в химии и биологии .....	80
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	80

<b>Глава 7. Растворы сильных электролитов .....</b>	<b>81</b>
7.1. Диссоциация сильных электролитов .....	81
7.2. Коэффициенты активности .....	84
7.3. Энергия кристаллической решетки и растворимость солей и оснований в воде .....	88
7.4. Произведение растворимости и растворимость малорастворимых солей и оснований .....	89
7.5. Термодинамика растворения сильных электролитов .....	91
7.6. Значение сильных электролитов в природе .....	93
<i>Вопросы и задания для самоконтроля .....</i>	<i>93</i>
<b>Глава 8. Растворы слабых электролитов .....</b>	<b>95</b>
8.1. Диссоциация слабых электролитов .....	95
8.2. Типы слабых электролитов .....	97
8.3. Термодинамика диссоциации слабых электролитов в растворах .....	99
8.4. Ионное произведение воды .....	101
8.5. Водородный показатель .....	102
8.6. Буферные растворы .....	106
8.7. Гидролиз солей .....	108
8.8. Значение растворов слабых электролитов в химии, биологии, геохимии .....	118
<i>Вопросы и задания для самоконтроля .....</i>	<i>119</i>
<b>Глава 9. Строение атома .....</b>	<b>120</b>
9.1. Электроны и атомное ядро .....	120
9.2. Квантово-механические принципы строения вещества .....	121
9.3. Квантовые числа. Энергии и конфигурации электронных орбиталей атома .....	126
9.4. Орбитали, энергетические подуровни и уровни электронов в атоме .....	133
9.5. Электронный остов и орбитали валентных уровней атома .....	136
9.6. Значение теории строения атома в химии и биологии .....	138
<i>Вопросы и задания для самоконтроля .....</i>	<i>138</i>
<b>Глава 10. Периодический закон Д. И. Менделеева .....</b>	<b>139</b>
10.1. Современная формулировка периодического закона .....	139
10.2. Структура периодической системы Д. И. Менделеева .....	140
10.3. Периодичность изменения свойств атомов элементов .....	145
10.4. Периодичность изменения общих химических свойств элементов .....	149
10.5. Периодическая система и распространенность химических элементов в природе .....	152
<i>Вопросы и задания для самоконтроля .....</i>	<i>156</i>
<b>Глава 11. Химическая связь .....</b>	<b>158</b>
11.1. Типы и характеристики химической связи .....	158
11.2. Метод валентных связей .....	167

11.3. Метод молекулярных орбиталей.....	183
11.4. Твердое состояние .....	190
11.5. Применение теории химической связи в химии и биологии ....	200
<i>Вопросы и задания для самоконтроля.....</i>	<i>206</i>
<b>Глава 12. Окислительно-восстановительные реакции .....</b>	<b>207</b>
12.1. Степень окисления. Окислители и восстановители.....	207
12.2. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.....	212
12.3. Окислительно-восстановительные (электродные) потенциалы .....	216
12.4. Уравнение Нернста, направление протекания окислительно-восстановительных реакций в растворах и константы их равновесия .....	222
12.5. Значение окислительно-восстановительных реакций в природе и сельском хозяйстве .....	225
<i>Вопросы и задания для самоконтроля.....</i>	<i>226</i>
<b>Глава 13. Комплексные соединения .....</b>	<b>228</b>
13.1. Основные представления о структуре комплексных соединений.....	228
13.2. Номенклатура комплексных соединений.....	230
13.3. Хелаты и комплексы с макроциклическими лигандами.....	232
13.4. Многоядерные комплексы.....	236
13.5. Комплексные соединения в водных растворах .....	237
13.6. Теория координационной связи .....	245
13.7. Значение комплексных соединений в биологии и сельском хозяйстве .....	251
<i>Вопросы и задания для самоконтроля.....</i>	<i>252</i>
<b>Литература .....</b>	<b>253</b>