

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

А. А. САВАРИН

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практическое пособие

для студентов специальности
6-05-0521-03 «Геоэкология»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2025

УДК 574:54(076)
ББК 20.1я73+24я73
С126

Рецензенты:

кандидат геолого-минералогических наук А. П. Гусев,
кандидат сельскохозяйственных наук В. В. Дробышевская

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Саварин, А. А.

С126 Экологическая химия : практическое пособие / А. А. Саварин ;
Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им.
Ф. Скорины, 2025. – 31 с.
ISBN 978-985-32-0097-3

В практическом пособии приводятся задания контрольных и тестовых работ. Издание будет полезно студентам для повторения пройденного теоретического материала и подготовки к экзамену по дисциплине «Экологическая химия».

Адресовано студентам специальности 6-05-0521-03 «Геоэкология».

УДК 574:54(076)
ББК 20.1я73+24я73

ISBN 978-985-32-0097-3

© Саварин А. А., 2025
© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Экологическая химия: основные понятия. Химический экологический фактор.....	5
1.1. Глобальная миграция веществ и среда обитания.....	5
1.2. Основные понятия и термины.....	8
2. Экологическая химия атмосферы.....	11
2.1. Химический состав атмосферы и его динамика.....	11
2.2. Озоновый слой и проблема его сохранения.....	12
3. Экологическая химия гидросферы.....	15
3.1. Химический состав гидросферы и его динамика.....	15
3.2. Химические процессы самоочищения водоемов.....	17
4. Экологическая химия литосферы.....	18
4.1. Химический состав литосферы и его динамика.....	18
4.2. Кислотность почв.....	19
Тестовые задания.....	20
Литература.....	27
Приложение А. Таблица плотности простых веществ (г/см ³).....	30
Приложение Б. Периодическая система и геохимическая классификация элементов.....	31

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая химия – наука о химических процессах и взаимодействиях в окружающей среде, о последствиях таких взаимодействий. В окружающей среде мигрирует значительное количество высокотоксичных ксенобиотиков техногенного происхождения. Из органических соединений это, прежде всего, хлор- и фосфорсодержащие пестициды, полихлорированные диоксины, полиароматические углеводороды и др., а из неорганических – тяжелые металлы и радионуклиды. Особенностью экологической ситуации на сегодняшний день является то, что изменения в геосферах опережают темпы развития методов контроля и прогнозирования ее состояния. Экологическая химия предоставляет качественно новый подход к описанию состояния окружающей среды как динамической химико-биологической системы.

Цель дисциплины – понимание основных закономерностей функционирования биосферы и протекающих в ней химических процессов, места и роли в ней человека. Это важно не только с научно-практической, но и с воспитательной точки зрения. Студент-эколог должен чувствовать гражданскую ответственность за сохранение природных богатств и здоровья населения своей Родины – Республики Беларусь.

Основные задачи дисциплины:

- рассмотреть причины и механизмы преобразования химического состава наружных оболочек Земли под воздействием природных и антропогенных факторов;
- расширить представления об основных компонентах глобального экологического кризиса;
- формирование научного мировоззрения на развитие Вселенной;
- формирование умений и навыков для практической деятельности.

Практическое пособие включает в себя:

- задания для повторения пройденного материала;
- примеры тестовых заданий;
- список литературы;
- приложения (таблица плотности простых веществ, периодическая система и геохимическая классификация элементов).

Цель издания – активизация студентов к учебно-познавательной деятельности, осознание ими связи химии и экологии.

1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ХИМИЧЕСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

1.1. Глобальная миграция веществ и среда обитания

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите практические задачи экологической химии. Можно ли выделить главную? Насколько они взаимосвязаны?

2. В какой геосфере миграция химических элементов и веществ происходит быстрее? Чем это обусловлено?

3. Как вулканическая деятельность влияет на состав атмосферы? Укажите типичный состав вулканических газов. Какие из них закисляют атмосферу, а какие являются парниковыми?

4. Почему в составе атмосферных выпадений на территории Беларуси преобладают трансграничные загрязняющие вещества? Почему к таким веществам относятся именно соединения серы, тяжелые металлы и бенз(а)пирен?

5. Какие из соединений, входящих в состав сильвинита, используются, а какие попадают в отходы (рисунок 1)?



Рисунок 1 – Отходы переработки сильвинита в Беларуси

6. Какие экологические (рисунок 2) и социальные проблемы порождает добыча сильвинита?



Рисунок 2 – Территория вблизи отходов переработки сильвинита

7. При добыче сланцевого газа способом гидроразрыва закачивается раствор, содержащий как неорганические, так и органические соединения. В том числе: соляная кислота, изопропиловый спирт, глутаральдегид, формамид, пероксидисульфат аммония. Укажите их класс опасности.

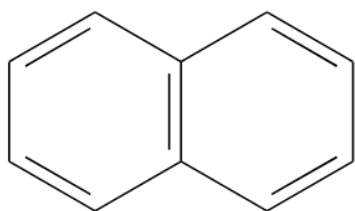
8. На дне Балтийского моря после окончания Второй мировой войны захоронено химическое оружие (снаряды, бочки и др.). Какое вещество преобладает в этом оружии? Укажите его LD50 при попадании на кожу и при пероральном поступлении?

9. Приведите примеры искусственно созданных органических соединений. Какова их брутто-формула и класс опасности?

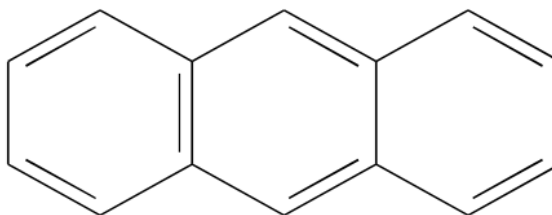
10. Объясните влияние искусственно созданных органических соединений на биосферу (период разложения, наличие мутагенной, канцерогенной и аллергенной активности и др.).

11. Назовите 13 приоритетных загрязняющих компонентов (по группам). Большинство из них относится к какому классу органических соединений?

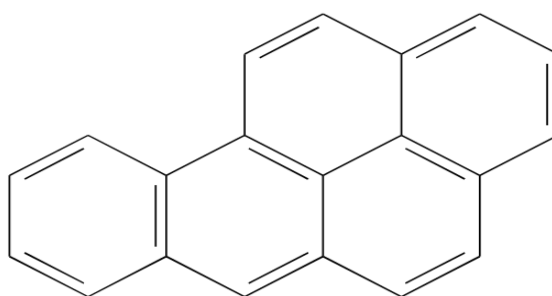
12. Напишите химические формулы соединений, структурная формула которых изображена на рисунке 3. К какому классу органических соединений относятся?



a



б



в

Рисунок 3 – Опасные органические соединения

13. Основу всех биологически важных органических соединений составляют H, C, O, N, P, S – органогены. Напишите химические формулы органических соединений с этими элементами.

14. Напишите брутто-формулу гормона адреналина, имеющего указанную структурную формулу (рисунок 4).

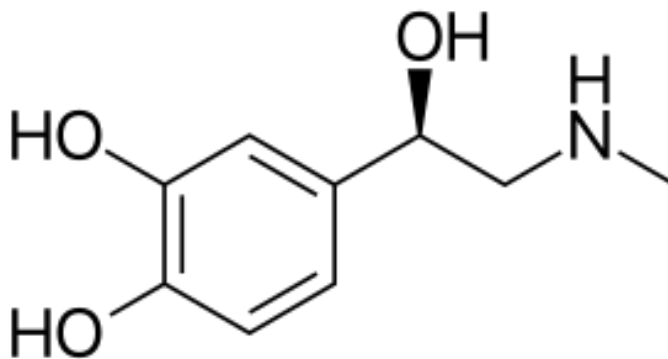


Рисунок 4 – Гормон адреналин

15. Назовите «металлы жизни». Укажите их биологическое значение. Сколько среди них тяжелых металлов?

16. Где располагаются тяжелые металлы (Приложение А) в таблице Д. И. Менделеева? К какому классу опасности относятся их соединения?

17. Назовите наиболее опасные химические элементы среди металлов.

18. Назовите макро- и микроэлементы живых организмов. Каково их содержание (%) в организме?

1.2. Основные понятия и термины

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое геохимическая аномалия? Приведите примеры глобальных, региональных и локальных аномалий.

2. Кларк химического элемента составляет $2,5 \times 10^{-12}$ (%), а содержание в зоне техногенного воздействия – $3,4 \times 10^{-5}$ (%). Найдите коэффициент аномальности.

3. Какими химическими элементами обогащается техногенный ландшафт? В чем их экологическая опасность?

4. В чем отличие макро-, мезо- и микро- геохимических барьеров?

5. Назовите биофильные элементы (неметаллы) и биофильные элементы (металлы). Какие элементы имеют коэффициент биофильности (по А. И. Перельману) более 1?

6. Напишите формулы соединений атмофильных элементов в атмосфере Земли.

7. Какие соединения в природе образуют литофильные элементы (Приложение Б)? Есть ли среди их оксидов соединения, относящиеся к 1 классу опасности?

8. Могут ли биофильные элементы образовывать токсичные вещества? Приведите примеры.

9. В чем трудность определения классов опасности всех веществ?

10. В каких случаях невозможно определить класс опасности вещества или отходов?

11. Определение класса опасности веществ осуществляется экспериментальным и расчетным методами. Какой из них более точный?

12. Назовите факторы экологической опасности полимеров.

13. Дайте названия одним из наиболее распространенным полимерам (рисунок 5). Укажите их важнейшие физические и химические особенности.

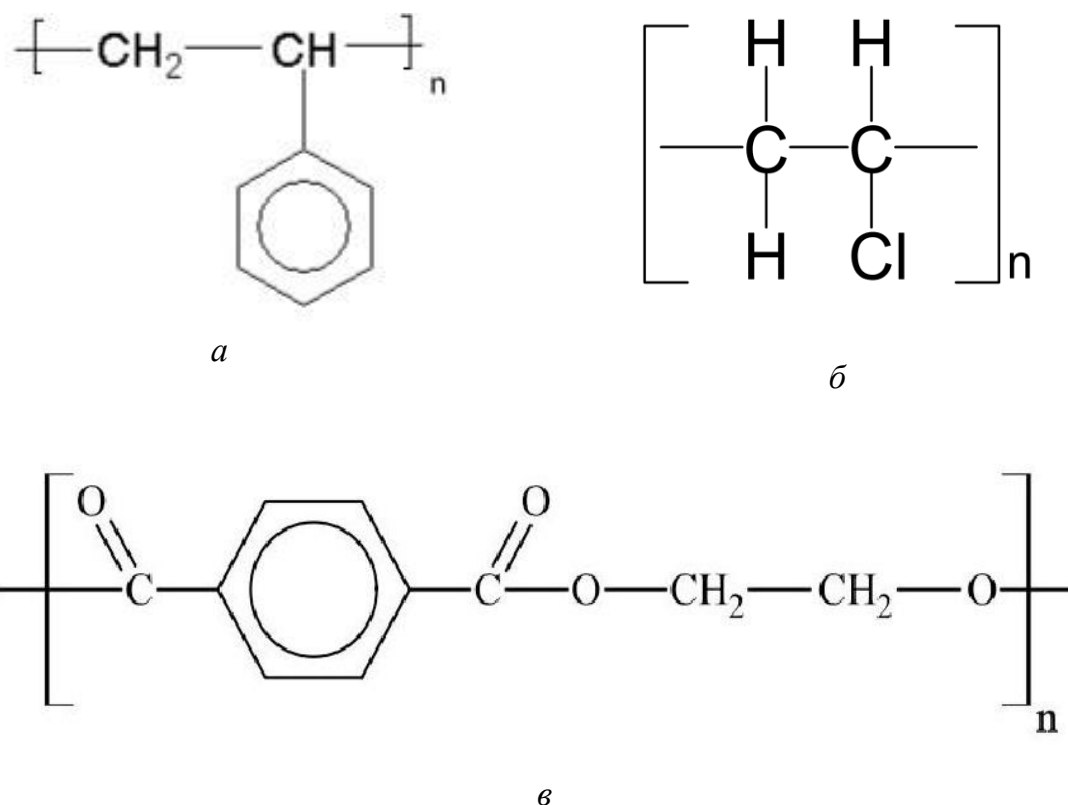


Рисунок 5 – Структурные формулы важнейших полимеров

14. Напишите химические формулы следующих веществ: тетраэтилсвинец, диэтилртуть, бромдихлорметан, гексахлорбензол, формальдегид, хлороформ, четыреххлористый углерод. К какому классу опасности относится каждое из них? Укажите их агрегатное состояние при н. у.

15. Проанализируйте структуру паспорта безопасности химической продукции. Выделите основные разделы, определяющие степень экологической опасности.

16. В паспорте безопасности химической продукции в разделе «Информация о воздействии на окружающую среду» часто указывается вид *Daphnia magna*. Почему именно этот вид? Какую роль он выполняет в экосистемах?

17. В состав газового бензина входят гексан, изопентан, пропан, бутан и пентан. Какие из названных веществ – жидкости, укажите их класс опасности.

18. Укажите конечные продукты минерализации органических веществ.

19. Что значит «выщелачивание» элемента из горной породы? Объясните физико-химический смысл термина.

20. Что такое «подвижная» и «инертная» формы нахождения химического элемента в земной коре?

21. В каких границах изменяется окислительно-восстановительный потенциал в природных водах? Какое значение он приобретает при окислительной и восстановительной средах?

22. Какую степень окисления проявляют металлы при окислительной и восстановительной средах?

23. Возможно ли вообще отказаться от производства экологически опасных веществ и материалов? Поясните на примерах.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ

2.1. Химический состав атмосферы и его динамика

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите все газы незагрязненного воздуха с концентрацией более 1 ppm.
2. Какие органические соединения могут использовать анаэробные микроорганизмы при образовании метана?
3. Что такое загрязнение атмосферы и примесь?
4. Почему состав атмосферы относительно постоянен, если в нее непрерывно поступают другие вещества?
5. Назовите устойчивые и сильно изменяющиеся компоненты атмосферы.
6. Какие факторы влияют на скорость химических реакций в атмосфере?
7. Какие газы выделяются в атмосферу в результате вулканической деятельности? Есть ли среди них вещества 1 или 2 классов опасности?
8. Напишите ядерные реакции образования инертных газов.
9. Напишите уравнение почвенного гидролиза мочевины.
10. Почему кислотными считаются осадки со значением pH менее 5,6?
11. Какие неорганические и органические кислоты могут быть в кислотных осадках? Какова их относительная концентрация?
12. Объясните с помощью химических реакций влияние кислотных дождей на токсичность вод и почвенного раствора.
13. Назовите газы, которые обладают бóльшим парниковым эффектом нежели оксид углерода (IV).
14. Что такое фотооксиданты? Оцените их химическую активность.
15. Напишите химические реакции, приводящие к фотохимическому смогу.
16. В какое время суток концентрация озона максимальная?
17. Что такое свободные радикалы? Почему они образуются в атмосфере?
18. Напишите формулы токсичных соединений, которые могут находиться в атмосферном аэрозоле.
19. Найдите массу образовавшейся в атмосфере серной кислоты, если выбросы от предприятия составили 50 т сернистого газа (расчеты вести по сере).

20. Индекс качества атмосферного воздуха для населенных пунктов рассчитывается по концентрациям оксида азота (IV), оксида серы (IV), угарного газа, озона, твердых частиц размером до 10,0 мкм (PM10) и до 2,5 мкм (PM2,5). Почему именно этих соединений? Укажите их классы опасности.

21. Какие вещества относят к ЛОС (летучие органические соединения)?

22. Укажите список веществ, по которым ведется учет выбросов от производственных объектов и технологического оборудования с использованием автоматизированных систем контроля (АСК)? Укажите их классы опасности.

23. Проанализируйте перечень производственных объектов и технологического оборудования, выбросы от которых подлежат измерениям посредством АСК (приложение 8, ЭкоНиП 17.08.06–001–2022). Какие выбросы могут производить эти объекты? Ведется ли их учет?

24. ПДК с. с. газа озона составляет 200 мкг/м³. Сколько молекул озона содержится в 1 л воздуха при такой концентрации?

25. Какова масса образующегося бенз(а)пирена при сгорании 10 кг бензина 2 экологического класса (таблица 9.3, ЭкоНиП 17.08.06–001–2022)?

26. Поясните буквы и цифры марки бензина АИ–98–К5. Можно ли его считать «грязным» топливом?

27. Что такое октановое число бензина? Какие органические соединения используются в качестве эталонов? Как влияет октановое число бензина на состав выбросов от мобильных источников?

28. Напишите формулу тетраэтилсвинца. Почему эта добавка в бензин не используется в настоящее время в Беларуси?

29. Проанализируйте полный химический состав дизельного топлива, указав классы органических соединений. Почему такое топливо не является экологически безопасным?

30. Европейский стандарт EN 590:2009 устанавливает требования к качеству дизельного топлива, в том числе: показатель цетанового числа не менее 51 единиц, массовая доля ароматических углеводородов – не более 8 %, содержание серы – до 350 мг/кг топлива. Поясните эти характеристики.

2.2. Озоновый слой и проблема его сохранения

Вопросы для самоконтроля

1. Сравните физические и химические свойства кислорода и озона. Выявите важнейшие отличия. К каким классам опасности они относятся?

2. Укажите длину (нм) волны излучения, которое поглощается озоновым слоем.

3. На какой высоте, в зависимости от широты, наибольшая концентрация озона? Когда и где были впервые обнаружены озоновые «дыры»? Как понимать этот термин?

4. Укажите климатическую норму содержания озона в единицах Добсона. Сколько это составляет мм при н. у.?

5. Антарктический вулкана Эребус (рисунок 6) выбрасывает ежедневно около 90 т хлороводорода. Найдите объем этого газа (куб. м., н. у.).



Рисунок 6 – Выброс газов вулканом Эребус

6. Оцените влияние дегазации земных недр на озоновый слой. Какие газы из выделяемых могут влиять на концентрацию озона?

7. Какие соединения называются фреонами? Укажите их агрегатное состояние при н. у.

8. К наиболее озоноопасным веществам относятся хлорфторуглероды (ХФУ), к слаборазрушающим – гидрохлорфторуглероды (ГХФУ), к озонобезопасным – гидрофторуглероды (ГФУ) и углеводороды.

К каким классам опасности они относятся? Напишите названия этих соединений, заполнив таблицу 1.

Таблица 1 – Озоноопасные* (ХФУ), слаборазрушающие** (ГХФУ) и озонобезопасные*** вещества

Цифровое обозначение	Химическая формула	Озоноразрушающий потенциал	Название
1	2	3	4
R11*	CCl_3F	1	
R12*	CCl_2F_2	1	
R12B1*	CBrClF_2	3	
R13*	CClF_3	1	
R13B1*	CBrF_3	10	
R113*	$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$	0,8	
R114*	$\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$	1	
R115*	C_2ClF_5	0,6	
R22**	CHClF_2	0,055	
R23***	CHF_3	–	
R502* (R22 + R115)	$(\text{CHClF}_2 + \text{C}_2\text{ClF}_5)$	0,18	
R503* (R23 + R13)	$(\text{CHF}_3 + \text{CClF}_3)$	0,5	

9. Все хладагенты имеют буквенные и цифровые обозначения. Общий символ R – refrigerant (хладагент). Цифры обозначают: *например, в R11:*

– первая цифра 1 – число атомов углерода в молекуле фреона, то есть, это производное метана;

– вторая цифра 1 – число атомов фтора в молекуле фреона.

Например, в R13B1:

– первая цифра 1 – число атомов углерода в молекуле фреона;

– цифра 3 – число атомов фтора;

– буква B – наличие в молекуле атомов брома;

– цифра 1 после B – число атомов брома.

Например, в R114:

– две цифры 11 указывают на производное этана;

– цифра 4 – число атомов фтора.

Напишите химические формулы фреонов R111 и R116.

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ГИДРОСФЕРЫ

3.1. Химический состав гидросферы и его динамика

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите ионы, которые всегда присутствуют в природных водах Беларуси, и их содержание может достигать значительных величин.
2. Укажите ионы, содержание которых в природных водах, как правило, невелико.
3. Назовите классы органических соединений, представители которых растворены в воде. Каково их происхождение?
4. Почему растворимость газов в воде сероводорода и углекислого значительно выше, чем у азота и кислорода?
5. В какой воде (речной или морской) при одинаковой температуре больше растворено газов? Почему?
6. В каких границах изменяется рН воды природных водоемов? Почему вода практически не бывает рН-нейтральной? Какие неорганические и органические соединения изменяют водородный показатель?
7. Что такое гидролиз солей? Какие соли повышают или понижают значение рН?
8. Каково происхождение основных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+}) в природных водах?
9. Как классифицируются природные воды по общей минерализации (г/л)?
10. Как классифицируются природные воды по величине общей жесткости (мг-экв./л)?
11. Какое из аномальных физических свойств воды влияет на скорость геохимических процессов?
12. Найдите жесткость воды, в 200 мл которой растворено 0,25 г гидрокарбоната кальция.
13. В каких границах изменяется редокс-потенциал (мВ) природных вод? Какое значение приобретает E_h в окислительной и восстановительной средах? Почему редокс-потенциал является одной из характеристик качества воды?
14. Приведите пример взаимосвязи физических и химических показателей качества природных вод.

15. Назовите показатели количественного и качественного состава органических веществ, содержащихся в природных водах.

16. Какой показатель свидетельствует о количестве легко окисляемых органических веществ в воде?

17. Какой показатель численно больше и почему: БПК или ХПК?

18. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) рассчитывается по шести показателям. Назовите их.

19. Чем может быть вызвано повышение мутности воды?

20. Концентрация какого иона является одним из основных факторов эвтрофирования водоемов?

21. Что такое агрессивность воды? Назовите ее виды. Какой вид агрессивности наиболее часто встречается в природных водах?

22. Обладают ли природные воды буферностью? Приведите доказательства.

23. Назовите факторы, свидетельствующие о высокой экологической опасности загрязнения водоема нефтью. Укажите классы опасности основных нефтепродуктов.

24. Какие органические соединения нефти устойчивы к микробному разложению? Почему?

25. Почему общая минерализация подземных вод может сильно (в разы) изменяться? Это влияние природного или техногенного фактора?

26. Перечислите показатели безопасности и безвредности воды поверхностных водных объектов. Можно ли выделить «главные»? Почему? Приведите примеры взаимосвязи этих показателей.

27. Может ли вода водных объектов при попадании в нее загрязнителей нагреваться? Если может, то какова природа процесса нагревания?

28. Перечислите показатели безопасности воды централизованных систем питьевого водоснабжения по химическому составу. Почему список этих показателей гораздо более значителен по сравнению с показателями воды поверхностных водных объектов?

29. Сколько среди показателей безопасности воды питьевого водоснабжения по неорганическим веществам тяжелых металлов? Назовите из них те, которые относятся к 1 и 2 классам опасности.

30. ПДК никеля в воде питьевого водоснабжения составляет 0,02 мг/куб. дм. Найдите молярную концентрацию ионов никеля.

31. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует для питьевой воды следующее содержание ионов жесткости: кальций – 20–80 мг/л, магний – 10–30 мг/л. Найдите предельную жесткость такой воды.

3.2. Химические процессы самоочищения водоемов

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите факторы самоочищения водоемов. Влияют ли они друг на друга? Почему биологический фактор является основным?

2. Все ли водоемы обладают одинаковой способностью к самоочищению и почему?

3. Напишите схему окисления в воде углеводородов с большим числом углеродных атомов.

4. Почему в проточных водоемах скорость окисления выше, чем в водоемах с замедленным стоком?

5. Какую роль и почему в процессах самоочищения водоемов играет донный ил? Почему в донном иле нередко наблюдаются анаэробные условия?

6. Какие органические и неорганические соединения образуются в анаэробных условиях? Могут ли они быть более токсичными по сравнению с исходными загрязнителями?

7. Объясните влияние на процесс самоочищения водоема величины pH.

8. Можно ли считать коррозию раковин моллюсков одним из путей самоочищения водоема от выпавших кислотных осадков? Напишите уравнение коррозии. Повлияет ли это на жесткость воды?

9. Какие микроорганизмы играют важнейшую роль в биохимических реакциях, ведущих к самоочищению водоема?

10. Почему самоочищение водоема от загрязнения нефтью может длиться годами? Какие факторы, кроме объема попавшей нефти, на это влияют?

11. Меркаптаны – газообразные (C_1) или летучие (с C_2) органические соединения с плотностью около $0,84\text{--}0,87\text{ г/см}^3$. Смоделируйте процесс самоочищения водоема при загрязнении его этилмеркаптаном. Как долго будет длиться этот процесс?

12. Смоделируйте процесс самоочищения водоема при резком увеличении жесткости воды. Какие организмы в этом процессе будут выполнять основную роль?

13. Смоделируйте процесс самоочищения водоема при попадании в него свинцовой пыли.

14. Приведите примеры особенности самоочищения водоема в разные поры года (лето и зима). Чем это вызвано? Когда дегазация будет происходить быстрее?

4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ЛИТОСФЕРЫ

4.1. Химический состав литосферы и его динамика

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные породообразующие элементы (с кларком более 1). Приведите соответствующие формулы их оксидов.
2. Чем почва отличается от горной породы? Почему она значительно изменчива по химическому составу?
3. Содержание какой горной породы и минерала лежит в основе классификации почв подзолистого типа почвообразования по Качинскому?
4. В чем особенность элементного состава торфяных почв (процент на сухую навеску)? Содержанием каких соединений это обусловлено?
5. Приведите примеры окислительно-восстановительных процессов в литосфере, записав уравнения химических реакций.
6. Приведите примеры растворения, гидролиза и гидратации.
7. Приведите примеры форм нахождения тяжелых металлов в почве.
8. Назовите основные катионы и анионы почвенного раствора.
9. Соли каких кислот преобладают в почвенном растворе засоленных почв?
10. Что такое химическая мелиорация почв? Насколько она актуальна для сельского хозяйства Беларуси?
11. Что такое известкование почв? В виде каких соединений вносятся в почву соответствующие металлы? Напишите уравнения происходящих в почве реакций.
12. Что такое гипсование почв? Напишите уравнения происходящих при этом в почве реакций. Как изменяется величина pH?
13. Назовите и напишите формулы основных неорганических удобрений. Какие из них получены из полезных ископаемых, добываемых в Беларуси?
14. Что такое действующее вещество удобрения? Как рассчитывается его содержание в азотных и фосфорных удобрениях?
15. Какие изменения происходят в растении при недостатке и избытке азота?
16. Как недостаток кальция сказывается на развитии корневой системы и морфологии листовой пластинки?
17. Как ионы молибдена влияют на обмен азота и плодородие?

4.2. Кислотность почв

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое актуальная и потенциальная кислотности почв? Чем они вызваны?
2. Назовите факторы естественного подкисления почв. Объясните их происхождение.
3. Чем обусловлены силикатная и алюминиевая буферные емкости почв? Напишите происходящие в почве химические реакции.
4. Все ли почвы обладают буферностью? Какие из них наименьшей? Почему?
5. Влияет ли буферность почвы на ее гранулометрический и химический состав? Докажите.
6. Почему значительное снижение pH почвенного раствора увеличивает токсичность почв? Напишите уравнения соответствующих химических реакций.
7. Приведите примеры техногенного закисления почв.
8. Почему около мест добычи сульфидных руд выращивание сельскохозяйственных растений невозможно? Почему почва здесь кислая и обогащена токсичными ионами Cu^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} и др.? Объясните это явление.
9. В каких районах Беларуси почвы отличаются повышенной кислотностью? Чем это вызвано?
10. Объясните буферность почвенного раствора, обусловленную водорастворимыми органическими кислотами и их солями.
11. Как определяется кислотность почв? В чем заключается экономическое и экологическое значение карт кислотности почв?
12. Могут ли почвенные микроорганизмы влиять на кислотность почв? Поясните.
13. В кислотном дожде концентрация серной кислоты составила 0,0005 моль/л. Рассчитать pH выпавших на почву осадков. Какой вид буферности будет наиболее эффективен для нейтрализации этой кислотности?
14. В почвенном растворе объемом 350,0 мл содержится 120 мг сульфата магния. Чему равна молярная концентрация растворенного вещества? Какое значение pH может иметь почвенный раствор?
15. Для каких целей используется доломитовая мука в сельском хозяйстве Беларуси? Напишите уравнения происходящих в почве химических реакций.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Дополните утверждение, выбрав один (несколько) вариантов ответа.

1. *Мутагенным действием обладают...*

- а) HCOH ;
- б) хлор;
- в) Pb ;
- г) CH_3OH ;
- д) HCOOH .

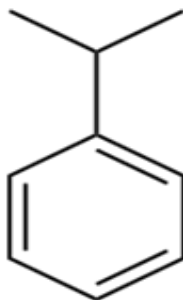
2. *К первому классу опасности относится(-ятся)...*

- а) оксид ванадия;
- б) мышьяк;
- в) свинец;
- г) ртуть;
- д) озон.

3. *Укажите правильные утверждения:*

- а) аммиак защелачивает воду;
- б) внесение сульфата кальция – известкование;
- в) на жесткость воды влияет гидрокарбонат кальция;
- г) в почвенном растворе обычно есть дигидрофосфат-ион;
- д) способность среды противостоять изменению pH – буферность.

4. *Укажите верные утверждения для соединения*

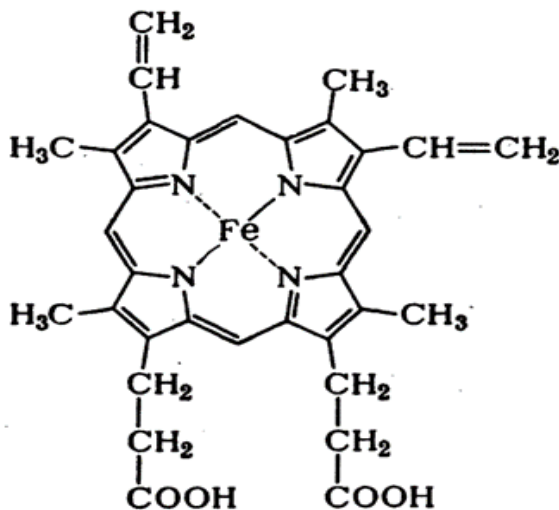


- а) относится к приоритетным загрязняющим веществам;
- б) толуол;
- в) ПАУ;
- г) углеводород;
- д) ароматический углеводород.

5. К «металлам жизни» относится(-ятся)...

- а) железо;
- б) бериллий;
- в) цинк;
- г) алюминий;
- д) серебро.

6. Укажите верные утверждения для соединения



- а) относится к белкам;
- б) зеленого цвета;
- в) является ферментом;
- г) отсутствует в клетках растений;
- д) углеводород.

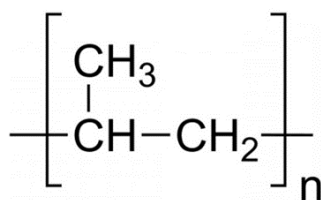
7. Микроорганизмы при выделении метана могут использовать...

- а) уксусную кислоту;
- б) фреоны;
- в) угарный газ;
- г) метилмеркаптан;
- д) метанол.

8. Укажите правильные утверждения:

- а) нефть создает на воде ультратонкую пленку;
- б) нефть не может оседать на дно;
- в) в нефти нет соединений серы;
- г) в нефти есть тяжелые металлы;
- д) ПДК нефтепродуктов в воде водоемов – 0,01–0,1 мг/л.

9. *Укажите верные утверждения для соединения*



- а) ПВХ;
- б) растворимо в щелочи;
- в) растворимо в воде;
- г) углеводород;
- д) не газ.

10. *Органогенами является(-ются)...*

- а) селен;
- б) фосфор;
- в) сера;
- г) йод;
- д) азот.

11. *На скорость химических реакций в атмосфере влияют:...*

- а) концентрация азота;
- б) наличие катализатора;
- в) влажность воздуха;
- г) кварц;
- д) время суток.

12. *Естественная низкая кислотность воздуха обусловлена...*

- а) аргоном;
- б) азотом;
- в) аммиаком;
- г) запыленностью воздуха;
- д) другим фактором.

13. *При микробиологическом гидролизе мочевины образуются...*

- а) 2 моль H_2O и 1 моль NH_3 ;
- б) 1 моль CO_2 и 2 моль NH_3 ;
- в) 1 моль NH_3 и 2 моль CO_2 ;
- г) 1 моль CO_2 и 2 моль H_2O ;
- д) 1 моль NH_3 и 1 моль H_2O .

14. *Величина 1 ppm соответствует содержанию 1 молекулы газа на количество молекул воздуха...*

- а) 100 000;
- б) 100;
- в) 1 000;
- г) 10 000;
- д) 1 000 000.

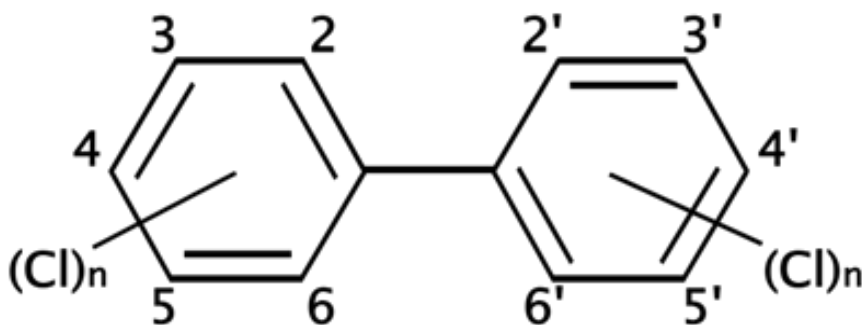
15. *Песчаная почва имеет максимальное содержание глины...*

- а) 1 %;
- б) 5 %;
- в) 10 %;
- г) 15 %;
- д) 30 %.

16. *Торфяную почву от остальных отличает(-ют)...*

- а) высокое содержание гумуса;
- б) высокое содержание кислорода;
- в) низкое содержание азота;
- г) высокое содержание водорода;
- д) низкое содержание кремния.

17. *Укажите верные утверждения для соединения*



- а) диоксин;
- б) пестицид;
- в) химическое оружие;
- г) ПХБ;
- д) не влияет на озоновый слой.

18. **Главные отличия горной породы от почвы – это...**

- а) аэрируемость;
- б) цвет;
- в) величина pH;
- г) биотичность;
- д) водопроницаемость.

19. **Укажите правильные утверждения:**

- а) для растений азот – лимитирующий фактор;
- б) сера не входит в состав аминокислот;
- в) калий в основном находится в старых листьях;
- г) фосфор не входит в состав аминокислот;
- д) избыток азота снижает качество урожая.

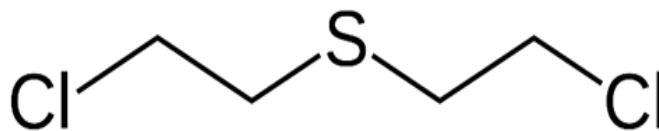
20. **Окраску имеет водный раствор...**

- а) сульфата цинка;
- б) нитрата серебра (I);
- в) хлорида никеля;
- г) нитрита бария;
- д) силиката аммония.

21. **Укажите варианты с ошибками:**

- а) циклобутан – C_4H_8 ;
- б) меркаптан – RSH ;
- в) глинозем – SiO_2 ;
- г) формиат натрия – $HCOONa$;
- д) кремнезем – Al_2O_3 .

22. **Укажите верные утверждения для соединения**



- а) растворитель;
- б) фреон;
- в) химическое оружие;
- г) пестицид;
- д) горчичный газ.

23. На половую систему негативно воздействуют:...

- а) никотин;
- б) бензол;
- в) марганец;
- г) свинец;
- д) ПВХ.

24. Схема процесса $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$ соответствует...

- а) азотфиксации;
- б) аммонификации;
- в) нитрификации;
- г) денитрификации;
- д) иному процессу.

25. Укажите правильные утверждения:

- а) дерновый процесс – образование гумусового горизонта;
- б) оподзоливание происходит при кислотном гидролизе;
- в) засоление – накопление труднорастворимых солей;
- г) оглеение – процессы окисления;
- д) гумификация – процесс разрушения гумусовых веществ.

26. Укажите вещества второго класса опасности:

- а) ацетон;
- б) азотная кислота;
- в) диэтилбензол;
- г) метилацетат;
- д) бензоат натрия.

27. Основные компоненты фунгицида «Азофос» – это...

- а) нитрат цинка;
- б) сульфат аммония;
- в) карбамид;
- г) дигидрофосфат аммония;
- д) сульфат меди.

28. Укажите правильные утверждения:

- а) синоним гумусовых кислот – гуминовые;
- б) ацитоиды – коллоиды с отрицательным зарядом;
- в) амфолитоиды меняют заряд;
- г) коллоидная мицелла не имеет ядра;
- д) коллоиды не могут находиться в состоянии золя.

29. В состав «гнилового» воздуха входит(-ят):...

- а) аммиак;
- б) пропан;
- в) сероводород;
- г) фтороводород;
- д) озон.

30. Персистентность характеризует:...

- а) скорость прохождения яда через клеточную мембрану;
- б) токсичность ядовитого вещества;
- в) способность к аккумулярованию;
- г) способность к испарению;
- д) иной ответ.

31. Липофильность – это способность:...

- а) смачиваться водой;
- б) образовывать осадки с жиром;
- в) к денатурации;
- г) разрушать клеточную мембрану;
- д) проявлять другие свойства.

32. Укажите правильные утверждения:

- а) экзосфера имеет низкую концентрацию нейтральных атомов;
- б) термосфера располагается на высоте выше 80 км;
- в) впервые фотохимический смог зафиксирован в Англии;
- г) озоновый слой расположен на высоте до 20 км;
- д) на парниковый эффект влияет азот.

33. Конечным продуктом самоочищения водоемов от органических загрязнителей является(-ются)...

- а) вода;
- б) карбоновые кислоты;
- в) углекислый газ;
- г) угарный газ;
- д) метан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник / Н. Л. Глинка. – М. : Юрайт, 2013. – 896 с.
2. Городская среда : геоэкологические аспекты : монография / В. С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 301 с.
3. Егоров, В. В. Экологическая химия : учебное пособие / В. В. Егоров. – М. : Мир науки, 2020. – 258 с.
4. Илларионова, Е. А. Химико-токсикологический анализ пестицидов : учебное пособие / Е. А. Илларионова, И. П. Сыроватский. – Иркутск : ИГМУ, 2016. – 36 с.
5. Какарека, С. В. Поступление сурьмы в атмосферный воздух на территории Беларуси: источники, уровни и многолетняя динамика / С. В. Какарека, Т. И. Кухарчик // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хіміч. навук. – 2022. – № 4. – С. 423–432.
6. Кокош, Ю. Г. Пространственная и временная вариабельность содержания формальдегида в атмосферном воздухе по данным спутниковых измерений / Ю. Г. Кокош, С. В. Какарека // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хіміч. навук. – 2022. – № 3. – С. 334–344.
7. Кузьмин, С. И. Пестициды в Республике Беларусь : инвентаризация, мониторинг, оценка воздействия на окружающую среду / С. И. Кузьмин, А. А. Савастенко. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2011. – 84 с.
8. Ларин, И. Химическая физика озонового слоя / И. Ларин. – Beau Bassin : Lap Lambert Academic Publishing, 2017. – 375 с.
9. Ложниченко, О. В. Экологическая химия : учебное пособие / О. В. Ложниченко, И. В. Волкова, В. Ф. Зайцев. – М. : Академия, 2008. – 272 с.
10. Мамонтов, В. Г. Химия почв : учебное пособие / В. Г. Мамонтов. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 272 с.
11. Номенклатура органических соединений : учебное пособие / А. А. Вшивков [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 236 с.
12. Общая геохимия : учебное пособие / Д. А. Яковлев [и др.]. – Иркутск : ИГУ, 2019. – 301 с.
13. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 25 января 2021 г., № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&h0=C22100037>. – Дата доступа: 25.03.2025.

14. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами» [Электронный ресурс] : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 11 октября 2017, № 92 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&h0=W21732492p>. – Дата доступа: 25.03.2025.

15. Озоновые договоры. Венская конвенция об охране озонового слоя. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. – Найроби : Программа ООН по окружающей среде, 2019. – 97 с.

16. Паспорт безопасности химической продукции : бензин газовый стабильный. – Гомель : РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», 2023. – 20 с.

17. Паспорт безопасности химической продукции: фунгицид «Азофос». – Гомель : ОАО «Гомельский химический завод», 2017. – 10 с.

18. Паспорт безопасности химической продукции: натрий хлористый. – Солигорск : ОАО «Беларуськалий», 2017. – 11 с.

19. Пименова, Е. В. Химические методы анализа в мониторинге водных объектов / Е. В. Пименова. – Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. – 138 с.

20. Саварин, А. А. Прикладная химия : практикум / А. А. Саварин. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – 99 с.

21. Саварин, А. А. Геохимия : практическое руководство / А. А. Саварин. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2023. – 31 с.

22. Сатова, К. М. Экологическая химия : учебное пособие / К. М. Сатова. – Астана : КазАТУ, 2019. – 274 с.

23. Соколова, Т. А. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе / Т. А. Соколова, И. И. Толпешта, С. Я. Трофимов. – Тула : Гриф и К, 2012. – 124 с.

24. Сравнение методов определения химического потребления кислорода в воде : методические указания к лабораторной работе. – Минск : БГУ, 2018. – 10 с.

25. Стрельников, В. В. Экологический мониторинг : учебник / В. В. Стрельников, А. И. Мельченко. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 372 с.

26. Стриха, И. И. Экологические аспекты энергетики: атмосферный воздух / И. И. Стриха, Н. Б. Карницкий. – Минск : Технопринт, 2001. – 375 с.

27. Трофимов, С. Я. Жидкая фаза почв : учебное пособие / С. Я. Трофимов, Е. И. Караванова. – М. : Университетская книга, 2009. – 111 с.
28. Улахович, Н. А. Химия в экологии : учебное пособие / Н. А. Улахович. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. – 58 с.
29. Фролова, В. В. Органическая химия : учебное пособие / В. В. Фролова, О. В. Дьяконова. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2016. – 235 с.
30. Химический анализ в геологии и геохимии / Г. Н. Аношин [и др.]. – Новосибирск : ГЕО, 2016. – 613 с.
31. Черных, Н. А. Краткий курс экологической химии : учебное пособие / Н. А. Черных, Ю. И. Баева. – М. : Мир науки, 2020. – 258 с.
32. Чертко, Н. К. Геохимия : пособие / Н. К. Чертко. – Минск : БГУ, 2016. – 295 с.
33. Шкаева, Н. В. Экологическая химия : методические указания к выполнению лабораторных работ / Н. В. Шкаева, Л. В. Герасимова, С. В. Манахова. – Архангельск : САФУ, 2011. – 42 с.
34. Экологические нормы и правила ЭкоНиП 17.08.06-001-2022 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух (в том числе озоновый слой). Требования экологической безопасности в области охраны атмосферного воздуха» : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 29.12.2022, № 32-Т.
35. Экологические нормы и правила ЭкоНиП 17.06.01-006-2023 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Нормативы качества воды поверхностных водных объектов» : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 15.12.2023, № 15-Т.
36. Экологический мониторинг : учебное пособие / Е. П. Лысова, [и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 151 с.
37. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза : учебное пособие / ред. М. Г. Ясовеев. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2013. – 304 с.

Приложение А

(справочное)

Таблица плотностей простых веществ (г/см³)

Таблица А.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H Водород 0,000899																	2 He Гелий 0,0001785
2	3 Li Литий 0,535	4 Be Бериллий 1,848															9 F Фтор 0,001696	10 Ne Неон 0,000900
3	11 Na Натрий 0,968	12 Mg Магний 1,738															17 Cl Хлор 0,003214	18 Ar Аргон 0,001784
4	19 K Калий 0,856	20 Ca Кальций 1,550	21 Sc Скандий 2,985	22 Ti Титан 4,507	23 V Ванадий 6,110	24 Cr Хром 7,190	25 Mn Марганец 7,470	26 Fe Железо 7,874	27 Co Кобальт 8,9	28 Ni Никель 8,908	29 Cu Медь 8,960	30 Zn Цинк 7,140	31 Ga Галлий 5,904	32 Ge Германий 5,323	33 As Мышьяк 5,727	34 Se Селен 4,819	35 Br Бром 3,120	36 Kr Криптон 0,00375
5	37 Rb Рубидий 1,532	38 Sr Стронций 2,630	39 Y Иттрий 4,472	40 Zr Цирконий 6,511	41 Nb Ниобий 8,570	42 Mo Молибден 10,280	43 Tc Технеций 11,5	44 Ru Рутений 12,370	45 Rh Родий 12,450	46 Pd Палладий 12,023	47 Ag Серебро 10,490	48 Cd Кадмий 8,650	49 In Индий 7,310	50 Sn Олово 7,310	51 Sb Сурьма 6,697	52 Te Теллур 6,240	53 I Иод 4,940	54 Xe Ксенон 0,0059
6	55 Cs Цезий 1,879	56 Ba Барий 3,510	57–71	72 Hf Гафний 13,310	73 Ta Тантал 16,650	74 W Вольфрам 19,250	75 Re Рений 21,020	76 Os Осмий 22,59	77 Ir Иридий 22,56	78 Pt Платина 21,450	79 Au Золото 19,3	80 Hg Ртуть 13,534	81 Tl Таллий 11,850	82 Pb Свинец 11,340	83 Bi Висмут 9,780	84 Po Полоний 9,196	85 At Астат	86 Rn Радон 0,00973
7	87 Fr Франций 5,0	88 Ra Радий	89–103	104 Rf Резерфордий	105 Db Дубний	106 Sg Сногргий	107 Bh Борий	108 Hs Хассий	109 Mt Мейтнерий	110 Ds Дармштадтий	111 Rg Рентгеней	112 Cn Коперниций	113 Nh Нихоний	114 Fl Флеровий	115 Mc Московский	116 Lv Ливерморий	117 Ts Теннесси	118 Og Оганесон
6	57 La Лантан 6,146	58 Ce Церий 6,689	59 Pr Празеодим 6,640	60 Nd Неодим 7,010	61 Pm Прометий 7,264	62 Sm Самарий 7,353	63 Eu Европий 5,244	64 Gd Гадолиний 7,901	65 Tb Тербий 8,219	66 Dy Диспрозий 8,551	67 Ho Гольмий 8,795	68 Er Эрбий 9,066	69 Tm Тулий 9,320	70 Yb Иттербий 6,570	71 Lu Лютеций 9,841			
7	89 Ac Актиний 10,070	90 Th Торий 11,724	91 Pa Потакний 15,370	92 U Уран 19,050	93 Np Нептуний 20,450	94 Pu Плутоний 19,816	95 Am Америций 13,67	96 Cm Кюрий 13,510	97 Bk Берклий 14,780	98 Cf Калифорний 15,1	99 Es Эйнштейний	100 Fm Фермий	101 Md Менделевий	102 No Нобелий	103 Lr Лоуренсий			

Приложение Б (справочное)

Периодическая система и геохимическая классификация элементов

Таблица Б.1

Периоды	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H Водород 1,00794																	2 He Гелий 4,002602
2	3 Li Литий 6,941	4 Be Бериллий 9,012182															9 F Фтор 18,9984032	10 Ne Неон 20,1797
3	11 Na Натрий 22,98976928	12 Mg Магний 24,304	13 Al Алюминий 26,9815386											14 Si Кремний 28,0855	15 P Фосфор 30,973762	16 S Сера 32,06	17 Cl Хлор 35,453	18 Ar Аргон 39,948
4	19 K Калий 39,0983	20 Ca Кальций 40,078	21 Sc Скандий 44,955912	22 Ti Титан 47,887	23 V Ванадий 50,9415	24 Cr Хром 51,9961	25 Mn Марганец 54,938045	26 Fe Железо 55,845	27 Co Кобальт 58,933195	28 Ni Никель 58,6934	29 Cu Медь 63,546	30 Zn Цинк 65,38	31 Ga Галлий 69,723	32 Ge Германий 72,64	33 As Мышьяк 74,92160	34 Se Селен 78,96	35 Br Бром 79,904	36 Kr Криптон 83,798
5	37 Rb Рубидий 85,4678	38 Sr Стронций 87,62	39 Y Иттрий 88,90585	40 Zr Цирконий 91,224	41 Nb Нибой 92,90638	42 Mo Молибден 95,96	43 Tc Технеций 97,90721	44 Ru Рутений 101,07	45 Rh Родий 102,90550	46 Pd Палладий 106,42	47 Ag Серебро 107,8682	48 Cd Кадмий 112,411	49 In Индий 114,818	50 Sn Олово 118,710	51 Sb Сурьма 121,760	52 Te Теллур 127,60	53 I Йод 126,90447	54 Xe Ксенон 131,293
6	55 Cs Цезий 132,9054519	56 Ba Барий 137,327	57-71 La-Lu Лантаноиды	72 Hf Гафний 178,49	73 Ta Тантал 180,94788	74 W Вольфрам 183,84	75 Re Рений 186,207	76 Os Осий 190,23	77 Ir Иридий 192,222	78 Pt Платина 195,084	79 Au Золото 196,966569	80 Hg Ртуть 200,59	81 Tl Таллий 204,3833	82 Pb Свинец 207,2	83 Bi Висмут 208,98040	84 Po Полоний (209,982876)	85 At Астат (208,98040)	86 Rn Радон (222,0175)
7	87 Fr Франций (223)	88 Ra Радий (226)	89-103 Ac-Lr Актиниды	104 Rf Риферфордий (261)	105 Db Дубний (262)	106 Sg Сибгрий (266)	107 Bh Борий (264)	108 Hs Хассий (277)	109 Mt Мейтнерий (268)	110 Ds Дармштадтий (271)	111 Rg Рентгений (272)	112 Cn Коперниций (285)	113 Nh Нихоний (284)	114 Fl Флеровий (289)	115 Mc Московский (288)	116 Lv Ливерморий (292)	117 Ts Теннессей (294)	118 Og Огнессей (294)

Литофильные

Сидерофильные

Халькофильные

Атмофильные

Искусственно полученные

Благородные металлы

Радиоактивные

Для элементов, не имеющих стабильных изотопов, в скобках указывается масса изотопа с наибольшим периодом полураспада

57 La Лантан 138,90547	58 Ce Церий 140,116	59 Pr Прометий 140,90765	60 Nd Неодим 144,242	61 Pm Прометий (145)	62 Sm Самарий 150,36	63 Eu Европий 151,964	64 Gd Гадолиний 157,25	65 Tb Тербий 158,92535	66 Dy Диспрозий 162,5	67 Ho Гольмий 164,93032	68 Er Эрбий 167,259	69 Tm Тиман 168,93421	70 Yb Иттербий 173,054	71 Lu Лютеций 174,967
89 Ac Актиний (227)	90 Th Торий 232,03758	91 Pa Протактиний 231,03688	92 U Уран 238,02891	93 Np Нептуний (237)	94 Pu Плутоний (244)	95 Am Америций (243)	96 Cm Кюрий (247)	97 Bk Берклий (247)	98 Cf Калифорний (251)	99 Es Эйнштейний (252)	100 Fm Фермий (257)	101 Md Менделеев (286)	102 No Нобелий (289)	103 Lr Лоренсений (262)

Производственно-практическое издание

Саварин Александр Александрович

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практическое пособие

Редактор Е. С. Балашова
Корректор В. В. Калугина

Подписано в печать 16.04.2025. Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 2,03.

Тираж 20 экз. Заказ 251.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:

издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;

распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.

Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.