

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Предисловие .....</b>                                               | <b>10</b> |
| <b>Фундаментальные постоянные и соотношения единиц измерений .....</b> | <b>13</b> |
| <b>Глава 1. Основные принципы термодинамики и кинетики</b>             |           |
| <b>химических процессов.....</b>                                       | <b>15</b> |
| Способы выражения концентрации .....                                   | 15        |
| Сопоставление термодинамического и кинетического методов .....         | 17        |
| Введение в термодинамику .....                                         | 18        |
| Краткое введение в кинетику .....                                      | 39        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                               | 53        |
| Рекомендуемая литература .....                                         | 57        |
| <b>Глава 2. Гидрологический цикл в контексте экологической роли</b>    |           |
| <b>поверхностей и межфазных границ .....</b>                           | <b>58</b> |
| Структура и основные свойства воды .....                               | 58        |
| Химический состав земли .....                                          | 61        |
| Критические зоны.....                                                  | 62        |
| Гидрологический цикл .....                                             | 62        |
| Океаны.....                                                            | 64        |
| Атмосфера.....                                                         | 65        |
| Подземная вода.....                                                    | 69        |
| Поверхностные воды: внимание к рекам.....                              | 81        |
| Водный баланс и потоки химических соединений                           |           |
| в наземных экосистемах .....                                           | 89        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                               | 94        |
| Рекомендуемая литература .....                                         | 98        |
| <b>Глава 3. Некоторые минералы, представляющие особый интерес</b>      |           |
| <b>для химии поверхности в окружающей среде .....</b>                  | <b>99</b> |
| Гиббсит .....                                                          | 100       |
| Кварц.....                                                             | 101       |
| Каолинит .....                                                         | 101       |
| Смектиты (монтмориллонит).....                                         | 104       |
| Оксиды и гидроксиды железа .....                                       | 106       |
| Оксиды марганца .....                                                  | 111       |
| Кальцит .....                                                          | 112       |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Полевые шпаты .....                     | 113 |
| Цеоциты .....                           | 114 |
| Вопросы для самостоятельной работы..... | 115 |
| Рекомендуемая литература.....           | 116 |

#### **Глава 4. Основные методы исследования поверхностей**

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| <b>и межфазных границ .....</b>                          | <b>117</b> |
| Краткий обзор некоторых широко используемых методов..... | 117        |
| Подробнее о некоторых важных методах .....               | 122        |
| Микроскопия биопленок .....                              | 149        |
| Вопросы для самостоятельной работы.....                  | 150        |
| Рекомендуемая литература.....                            | 152        |

#### **Глава 5. Поверхности и межфазные границы .....**

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Что такое поверхность и межфазная граница? .....                       | 153 |
| Строение поверхности .....                                             | 155 |
| Динамика поверхности .....                                             | 162 |
| Предметы междисциплинарных исследований .....                          | 165 |
| Поверхностная свободная энергия и поверхностные избытки .....          | 166 |
| Поверхностное натяжение и связанные с ним явления .....                | 169 |
| Некоторые подходы к моделированию поверхности и межфазных границ ..... | 174 |
| Вопросы для самостоятельной работы.....                                | 177 |
| Рекомендуемая литература.....                                          | 178 |

#### **Глава 6. Электрический заряд и образование поверхностных**

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>комплексов.....</b>                                     | <b>179</b> |
| Некоторые доказательства                                   |            |
| наличия поверхностного заряда .....                        | 179        |
| Источники поверхностного заряда минералов .....            | 180        |
| Терминология, используемая при описании сорбции.....       | 186        |
| Катионообменная емкость .....                              | 190        |
| Изотермы сорбции .....                                     | 194        |
| Уравнения изотерм сорбции .....                            | 196        |
| Двойной электрический слой, теория Гуи-Чепмена .....       | 199        |
| Теория ДЛВО в применении к коллоидам в пористой среде..... | 214        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                   | 217        |
| Рекомендуемая литература .....                             | 222        |

#### **Глава 7. Сорбция: неорганические катионы и анионы .....**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Типичный адсорбционный эксперимент ..... | 224 |
| Сорбция катионов металлов.....           | 226 |

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Адсорбция неорганических анионов.....                                                       | 235        |
| Влияние редокс-потенциала и степени окисления на адсорбцию<br>неорганических катионов.....  | 240        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                                                    | 247        |
| Рекомендуемая литература .....                                                              | 249        |
| <b>Глава 8. Сорбция органических веществ .....</b>                                          | <b>250</b> |
| Краткое введение в органическую химию.....                                                  | 251        |
| Некоторые органические соединения, важные для химии поверхности<br>в окружающей среде.....  | 257        |
| Сорбция простых органических лигандов, ПАВ и гумусовых веществ .....                        | 263        |
| Сорбция металлов и лигандов: трехкомпонентные поверхностные<br>комплексы .....              | 273        |
| Сорбция некоторых органических загрязнителей.....                                           | 275        |
| Коэффициент распределения $K_d$ и перенос загрязнителя<br>в пористых средах.....            | 286        |
| Активированный уголь и сорбция летучей органики .....                                       | 287        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                                                    | 289        |
| Рекомендуемая литература .....                                                              | 292        |
| <b>Глава 9. Образование зародышей и рост минералов .....</b>                                | <b>293</b> |
| Состояние насыщения и нуклеация минерала:<br>пример единства термодинамики и кинетики ..... | 293        |
| От нуклеации к росту кристаллов .....                                                       | 298        |
| Примеси и ступенчатый рост кристалла .....                                                  | 309        |
| Моделирование роста кристаллов методом Монте-Карло .....                                    | 311        |
| Биоминерализация .....                                                                      | 312        |
| Осаждение карбонатов в море .....                                                           | 314        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                                                    | 316        |
| Рекомендуемая литература .....                                                              | 317        |
| <b>Глава 10. Выветривание и растворение минералов .....</b>                                 | <b>318</b> |
| Химическое, физическое и биологическое выветривание.....                                    | 318        |
| Термодинамика выветривания минералов.....                                                   | 321        |
| Кинетика растворения минералов .....                                                        | 326        |
| Сравнение скоростей растворения в лабораторных и полевых условиях .....                     | 332        |
| Осадки и выветривание: пример с Гавайских островов .....                                    | 336        |
| Реакторы для экспериментов по растворению .....                                             | 341        |
| Использование радиоактивных изотопов при изучении выветривания .....                        | 345        |
| Вопросы для самостоятельной работы.....                                                     | 346        |

|                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Рекомендуемая литература.....                                                                | 349        |
| <b>Глава 11. Растения и межфазные границы в окружающей среде.....</b>                        | <b>350</b> |
| Экогидрология и влажность почвы .....                                                        | 350        |
| Некоторые замечания о физиологии покрытосеменных .....                                       | 352        |
| Потребность растений в питательных веществах .....                                           | 352        |
| Влияние растений на растворение и выветривание минералов .....                               | 355        |
| Типы растительного круговорота химических элементов .....                                    | 358        |
| Растения и биоминерализация: фитолиты .....                                                  | 359        |
| Растения и формации в известняковых пещерах.....                                             | 361        |
| Фиторемедиация как пример взаимодействий между растением,<br>минералом и загрязнителем ..... | 363        |
| Вопросы для самостоятельной работы.....                                                      | 368        |
| Рекомендуемая литература.....                                                                | 369        |
| <b>Глава 12. Микроорганизмы и межфазные границы<br/>в окружающей среде.....</b>              | <b>370</b> |
| Как микроорганизмы «зарабатывают себе на жизнь» .....                                        | 372        |
| Кривые роста микроорганизмов .....                                                           | 382        |
| Группы бактерий.....                                                                         | 383        |
| Клеточные оболочки бактерий .....                                                            | 384        |
| Бактериальная адгезия и биопленки.....                                                       | 386        |
| Бактериальное растворение минералов.....                                                     | 391        |
| Микробиальная биоминерализация.....                                                          | 402        |
| Микробиальные топливные элементы .....                                                       | 410        |
| Вопросы для самостоятельной работы.....                                                      | 414        |
| Рекомендуемая литература.....                                                                | 416        |
| <b>Глава 13. Природные наночастицы и нанотехнологии.....</b>                                 | <b>417</b> |
| Что такое наночастица? .....                                                                 | 417        |
| Распространенность и распределение наночастиц.....                                           | 419        |
| Что придает наночастицам особые свойства? .....                                              | 422        |
| Самосборка и сборка по шаблону .....                                                         | 432        |
| Перенос наночастиц в пористых средах .....                                                   | 433        |
| Зарождение нанотехнологий.....                                                               | 435        |
| Потенциальное воздействие искусственных наночастиц<br>на окружающую среду .....              | 437        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                                                     | 439        |
| Рекомендуемая литература .....                                                               | 440        |

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Глава 14. Общая картина: процессы на межфазных границах и окружающая среда .....</b>                 | <b>441</b> |
| Модели реактивного переноса металлов и радионуклидов в пористых средах.....                             | 441        |
| Влияние кислотных дождей на химическое выветривание.....                                                | 444        |
| Кислотный шахтный дренаж .....                                                                          | 452        |
| Частицы в окружающей среде и изменение климата.....                                                     | 457        |
| Эффекты масштабирования: от атомного уровня до бассейна отдельного водоема и глобального масштаба ..... | 468        |
| Вопросы для самостоятельной работы .....                                                                | 473        |
| Рекомендуемая литература .....                                                                          | 475        |
| <b>Цитированные источники .....</b>                                                                     | <b>476</b> |
| <b>Дополнительная литература для самостоятельного изучения .....</b>                                    | <b>507</b> |
| <b>Словарь терминов и выражений .....</b>                                                               | <b>512</b> |
| <b>Предметный указатель .....</b>                                                                       | <b>535</b> |