

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный  
исследовательский государственный университет"**

**Факультет естественных наук**

**УТВЕРЖДАЮ**



Декан ФЕН НГУ, профессор

Резников В.А.

« 29 » августа 2014 г.

**Геохимия**

Программа специального курса

**Специальность 020201 «Фундаментальная и прикладная химия»**

Специализация

**Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая  
безопасность**

Квалификация выпускника

**Специалист**

Форма обучения

**Очная**

Курс 4-й, VIII семестр

Учебно-методический комплекс

УМК подготовлен в рамках реализации Программы развития НИУ-НГУ при поддержке ГК № 16.512.11.2160

© Новосибирский государственный университет, 2014

### ***Содержание:***

Аннотация рабочей программы	3
1. Цели освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ООП	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины "Геохимия"	4
4. Структура и содержание дисциплины	5
Рабочий план	5
Программа курса. Содержание отдельных разделов и тем.	6
5. Образовательные технологии	7
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины	7
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	8
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	9

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Геохимия» относится к вариативной части (дисциплины специализации) профессионального цикла ООП по специальности подготовки 020201 «Фундаментальная и прикладная химия» (специалист), специализация «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность». Дисциплина реализуется кафедрой химии окружающей среды на факультете естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с химическими процессами в различных системах Земли от глубинных до поверхностных, энергетикой, факторами, взаимосвязями и экологическими последствиями этих процессов.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций ОК-15, профессиональных компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-21, ПК-23 выпускника и специальных компетенций в соответствии с содержанием программы.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, семинарские занятия, контрольная работа, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме контрольной работы, итоговый контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа. Программой дисциплины предусмотрены 28 часов лекционных и 4 часа семинарских занятий, а также 38 часов самостоятельной работы студентов. Остальное время – контроль в форме экзамена.

## 1. Цели освоения дисциплины

Курс ставит своей целью усвоение студентами понятий, связанных с геохимическими процессами, определяющими состояние и динамику окружающей природной среды.

В первой части данный курс знакомит студентов, обладающих представлением о законах физической химии, термодинамики, теории систем, с общими знаниями о составе, строении и энергетике Земли. Значительное внимание уделяется усвоению законов и методов равновесной термодинамики, как аппарата описания и анализа геосистем. В практической части курса даются навыки использования физико-химического анализа (геометрической термодинамики) для описания двух- и трехкомпонентных систем.

Курс геохимии включает три взаимосвязанных компонента: геохимию элементов, геохимию процессов и геохимию систем. Геохимия элементов рассматривает внутренние факторы миграции элементов, определяемые их свойствами (строение атома, валентность, электроотрицательность и т.д.). Геохимия процессов рассматривает такие факторы миграции элементов, которые могут быть заданы извне: температура, давление, окислительно-восстановительный потенциал и другие. Здесь важно знание законов химической кинетики, методов динамического моделирования (например, решение задачи Стефана). Наконец, геохимия систем описывает состояние и эволюция геосистем с позиций системного анализа и законов термодинамики.

Важным элементом курса является раздел «Экологическая геохимия», в котором рассматриваются токсичные свойства химических элементов и их соединений, факторы и процессы химического и биологического загрязнения окружающей среды в условиях возрастающего техногенного давления.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Геохимия» является частью профессионального цикла ООП, вариативная часть (дисциплины специализации) при подготовке по специальности 020201 «Фундаментальная и прикладная химия», специализация «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность», уровень подготовки – «специалист».

Дисциплина «Геохимия» опирается на следующие дисциплины данной ООП:

- Общая и неорганическая химия;
- Физическая химия;
- Химия атмосферы;
- Экология.

Результаты освоения дисциплины «Геохимия» используются в следующих дисциплинах данной ООП:

- Химия почв
- Моделирование переноса и трансформации веществ
- Экологическая гидрохимия
- Общая экология.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Геохимия»:

### **общекультурные компетенции:**

- *способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-15);*

### **профессиональные компетенции:**

- *понимание сущности и социальной значимости профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности (ПК-1);*

- понимание роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения (ПК-2);
- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ПК-3);
- способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения (ПК-21);
- владение базовыми понятиями экологической химии, способностью оценить экологические риски производств и применять принципы зеленой химии при разработке химических реакций и технологических производств (ПК-23);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- иметь базовые знания о планете Земля;
- знать основные законы, управляющие поведением химических элементов в различных геосистемах и процессах, в них протекающих;
- владеть аппаратом и методами физико-химического анализа, а также основами физико-химического моделирования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

##### Рабочий план

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	семинар	Самост. работа	Контр. работа	Экзамен	
1.1	Предмет, задачи, методология геохимии, ее место в естественных науках.	8	1	2	0	0			
1.2	Основы равновесной термодинамики. Базовые понятия и законы. Диаграммы состояния одно-, двух- и трехкомпонентных систем. Диаграммы растворимости.	8	2	2	2	2			
1.3	Состав и строение Земли. Энергетика Земли.	8	3	2	0	1			
1.4	Геохимия элементов. Свойства элементов, как факторы их подвижности в различных процессах и системах. Стабильные и радиоактивные изотопы элементов. Изотопия как метод геохимических исследований.	8	4	4	0	1			
1.5	Геохимия процессов. Факторное пространство геохимических процессов. Эндогенные процессы (магматические, метаморфические, гидротермальные).	8	5	2	0	1			
1.6	Экзогенные процессы (выветривание, седиментогенез, диагенез, криогенез, техногенез и т.д.). Круговороты вещества и энергии. Геохимические барьеры.	8	6	2	0	1			
1.7	Геохимия систем. Саморазвивающиеся системы. Законы эволюции геохимических систем. Синергетика.	8	7	2	0	1			
1.8	Эндогенные системы. Термодинамическое моделирование геосистем. Диаграммы Пубрэ.	8	8	2	2	1	2		Контрольная работа
1.9	Экзогенные системы. Систематика, факторы и пределы устойчивости. Методы	8	9	2	0	1			

	моделирования.								
1.10	Биосфера: строение, происхождение, эволюция. Геохимическая роль биосферы.	8	10	2	0	1			
2.1	Экологическая геохимия. Техногенез. Токсичность химических элементов и их соединений.	8	11	2	0	1			
3.1	Химическое, биологическое, радиоактивное загрязнение окружающей среды.	8	12	2	0	1			
3.2	Геоэкологический мониторинг и прогноз. Геоэкологическое моделирование. Глобальные изменения климата.	8	13	2	0	2			
		8	14			22		2	Экзамен
				28	4	36	2	2	

**Программа курса.** Содержание отдельных разделов и тем.

### Тема 1.

**Введение в геохимию** Предмет, область деятельности и основные задачи геохимии.

Методология геохимии. Геохимические классификации. Геохимия систем, процессов и элементов. Прикладная геохимия.

Диаграммы состояния как методический инструмент геохимии

Основные принципы геометрической термодинамики (правило фаз, правило рычага и т.д.). Разные типы диаграмм состояния двойных систем. Описание эволюции химической системы по диаграмме состояния. Диаграммы тройных систем.

#### **Строение, состав и химическая эволюция Земли**

Источники информации о глубинных зонах Земли. Ядро, мантия и земная кора, их состав и свойства. Границы Мохоровичича и Конрада. Распространенность химических элементов в космосе и в Земле. Стадии геохимических процессов по А.Е.Ферсману. Состав и эволюция гидро- и атмосферы. Понятие о сидерофильных, халькофильных, литофильных и атмофильных элементах.

Источники, распределение и механизмы переноса тепла в Земле

Внутренние и внешние источники тепла Земли. Проблема переноса тепла в Земле.

Механизмы переноса тепла. Баланс энергии. Представления о распределении тепла в недрах Земли.

### Тема 2.

#### **Историческая геохимия**

Общие закономерности, круговороты воды и биологический круговорот атомов.

Геохимические циклы. Историческая геохимия океана, подземных вод и атмосферы.

#### **Миграция химических элементов**

Внутренние и внешние факторы миграции. Механическая миграция. Физико-химическая миграция, общие закономерности. Геохимические барьеры. Термодинамика и кинетика физико-химической миграции. Физико-химическое моделирование на ЭВМ.

### Тема 3.

Магматические процессы: дифференциация магм. Метаморфические процессы.

Гидротермальные процессы, происхождение гидротерм. Современные гидротермы.

Метасоматические процессы, фильтрация и диффузия, кислотная волна по Д.С.Коржинскому.

### Тема 4.

#### **Водная миграция**

Вода - важнейший компонент Земли: структура, свойства, роль воды в геохимических процессах, синтез и разложение воды. Аномальные состояния воды. Геохимическая классификация вод. Процессы растворения. Диаграммы растворимости. Вода в дисперсных системах: водные пленки, адсорбция, ионный обмен. Коры выветривания.

Химическое выветривание при отрицательной температуре. Строение зоны многолетней мерзлоты. Миграция влаги в условиях мерзлоты. Криогенное рудообразование.

### **Биогенная миграция**

Биогеохимические функции живого вещества, синтез и разложение живого вещества, хемосинтез, геохимия нефти и угля. Биологические и биокосные системы, их взаимоотношения с литосферой. Геохимические функции биосферы.

### **Техногенная миграция**

Техногенез, технофильность, техногенные аномалии, энергетика техногенеза и проблема изменения климата, проблема комплексного использования сырья, загрязнение окружающей среды, оптимизация техногенеза, геохимический мониторинг. Техногенные системы. Геохимия городов, сельскохозяйственных и горнопромышленных территорий. Проблемы атомной энергетики и захоронения радиоактивных отходов.

## **Тема 5.**

### **Статистическая геохимия**

Статистический подход к изучению природы. Законы статистической геохимии.

Термодинамический подход к эволюции геосистем.

### **Региональная геохимия.**

Факторы региональной геохимической дифференциации: климатический, геологический.

### **Геохимия рудных месторождений.**

Кларки и рудообразование. Формы нахождения элементов в рудах. Геохимическая зональность.

### **Экологическая геохимия элементов.**

Токсичность и геохимическое поведение элементов.

## **5. Образовательные технологии**

Формы организации учебного процесса – лекции, семинары, тестирование и самостоятельная работа студента. В курсе предусматриваются традиционные лекционно-семинарские системы обучения, использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, case-study (анализ реальных проблемных ситуаций и поиск решений).

Каждое лекционное занятие содержит элементы диалога преподавателя со студентами, поскольку каждый из участников – студенты или преподаватель имеют право задавать вопросы в ходе решения задачи и участвовать в ее разборе. Таким образом, на лекциях реализуется интерактивная форма обучения.

На семинарах студент может получить ответы на все интересующие его вопросы по предмету.

В случае возникновения у студента трудностей с усвоением лекционного материала или решением задач предусмотрены также индивидуальные занятия во внеучебное время.

Стоит отметить, что преподаватель курса является действующим специалистом в области геохимии. В связи с этим студентам часто предлагается решать не умозрительные шаблонные задачи, а задачи, построенные на реальных объектах, приближенных к практике научных исследований.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Студенты выполняют самостоятельную работу при подготовке к лекциям, используя конспекты и рекомендованную литературу. Текущий контроль осуществляется проведением контрольной работы.

### **Перечень примерных контрольных вопросов и задач для самостоятельной работы**

1. Перечислите и поясните основные методологические подходы в геохимии.
2. Изобразите на рисунке гипотетические представления о строении Земли с указанием

- размеров зон и существующих представлений об их составе (перечислите 3-4 преобладающих химических элемента).
3. С чем связаны распространенность и распределение химических элементов в Земле?
  4. Опишите источники и механизмы переноса тепла в Земле.
  5. Ваши представления об энергетическом балансе Земли.
  6. Каковы общие закономерности эволюции Земли.
  7. Назовите время и причины важнейшего переломного этапа геохимической эволюции Земли.
  8. Каковы причины и общие закономерности миграции химических элементов в Земле?
  9. Объясните сущность геохимических барьеров с позиций термодинамики.
  10. Объясните закономерности дифференциации магм, используя диаграммы состояния.
  11. В чем различие метаморфических и метасоматических процессов?
  12. Назовите возможные варианты механизмов образования гидротерм.
  13. Как достигается высокая растворимость минералов при низком произведении растворимости?
  14. Назовите примеры геохимических барьеров в гидротермальном процессе.
  15. В чем специфика воды как растворителя?
  16. В чем специфика взаимодействия водных растворов с дисперсной породой?
  17. Может ли существовать жидкая вода (раствор) при отрицательных температурах? Почему?
  18. В чем состоит геохимическая роль органического вещества?
  19. Назовите главные особенности техногенной миграции химических элементов.
  20. Какие внутренние и внешние факторы геохимических систем являются определяющими в их эволюции?
  21. Приведите примеры и объясните разное поведение химических элементов в одной гидротермальной (магматической) системе.
  22. Опишите поведение одного химического элемента в разных геохимических системах.
  23. Какие особенности геохимического поведения химических элементов можно объяснить периодическим законом Д.И.Менделеева, а какие - нет и почему?

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Образцы вопросов для подготовки к экзамену:**

1. Строение и состав земного шара.
2. Использование химических элементов, технофильность.
3. Химическая эволюция Земли.
4. Проблема радиоактивных отходов.
5. Распространенность химических элементов в космосе и Земле.
6. Органическая геохимия: геохимия нефти и газа.
7. Дифференциация вещества Земли.
8. Прикладная геохимия.
9. Источники и распределение тепла в Земле.
10. Геохимия городов.
11. Биологический круговорот атомов.
12. Растворимость, диаграммы растворимости.
13. Геохимия магматических процессов".

### **Рекомендованная литература:**

а) основная литература:

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.:Логос, 2000, 354 с.
2. Алексеенко В.А., Алексеенко Л.П. Биосфера и жизнедеятельность. М.: Логос, 2002, 212 с.



3. Птицын А.Б. Теоретическая геохимия. Новосибирск: академ. Изд-во «Гео», 2006, 180 с.
4. Юргенсон Г.А. Геохимия ландшафта. Чита: изд-во ЗабГПУ, 2000, 154 с.
5. Птицын А. Б. Геохимия биосферы: Учеб. пособие / Новосиб гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 238 с.

б) дополнительная литература:

1. Моисеенко Т.И. Закисление вод: факторы, механизмы и экологические последствия. - М.: Наука, 2003. - 276 с.
2. Смоляков Б.С. Проблема кислотных выпадений в Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития. - 2002.. - Т.10.- № 5. - С. 521-545.
3. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высш. шк., 1989.
4. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1993.
5. Саэт Ю.Е., Ревич В.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990.
6. Барабанов В.Ф. Геохимия. Л., 1985.
7. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М., 1976.
8. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ, 1994.
9. Булкин Г.А. Введение в статистическую геохимию. Л., 1972.
10. Вернадский В.И. Труды по геохимии. М., 1994.
11. Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. М., 1967.
12. Виноградов А.П. Избранные труды. Геохимия изотопов и проблемы биогеохимии. М., 1993.
13. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М., 1988.
14. Голубев В.С. Динамика геохимических процессов. М., 1981.
15. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. М., 1994. Кн.1.
16. Сауков А.А. Геохимия. М., 1951, 1966, 1976.
17. Уоллворк К. Нарушенные земли. М., 1979.
18. Ферсман А.Е. Геохимия. Л., 1934.
19. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М., 1978.
20. Щербина В.В. Основы геохимии. М., 1972.
21. Экоинформатика / Под ред. В.А.Савранского. СПб., 1992.
22. Goldshmidt V.M. Geochemistry. Oxford, 1954.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Ноутбук, медиа-проектор, экран.
- Программное обеспечение для демонстрации слайд-презентаций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и ОС ВПО, принятым в ФГАОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, с учетом рекомендаций ООП ВПО по специальности «020201 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ».

Автор: Птицын Алексей Борисович, д.г.м.н., профессор каф. химии окружающей среды НГУ, директор ИПРЭК СО РАН

Программа одобрена на заседании кафедры химии окружающей среды  
"5" июня 2014 г.

Секретарь кафедры к.б.н., доцент

Л. А. Бельченко