

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Геологического факультета
академик

_____ /Д.Ю.Пушаровский/
« ___ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Избранные главы экологической геохимии

Автор-составитель: Лубкова Т.Н.

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Экологическая геология

Магистерская программа
Экологическая геология

Форма обучения:
Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. № 1674.

Год (годы) приема на обучение – 2018.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Избранные главы экологической геохимии» является углубление и расширение знаний и умений в области геохимических исследований окружающей среды для решения проблем, связанных с релевантной оценкой техногенного загрязнения экосистем.

Задачи:

- формирование представлений о системе нормативных показателей, применяемых в эколого-геохимических исследованиях, основах их разработки, существующих проблемах и путях их решения;
- расширение и систематизация знаний о подходах к определению форм нахождения элементов в природных и техногенных объектах, приобретение умений оценивать степень опасности загрязнения экосистем с учетом ранжирования соединений элементов по их миграционной способности и токсичности;
- углубление знаний в области оценки и прогноза развития кислотного дренажа, являющегося приоритетной научно-практической проблемой экологической геохимии горнорудных районов;
- рассмотрение эколого-геохимических проблем ландшафтов, загрязненных ракетным топливом;
- ознакомление с подходами к балансовой оценке загрязнения в агро- и урбандиапашах;
- ознакомление с принципами экологической реабилитации территорий и объектов накопленного прошлого экологического ущерба (ПЭУ).

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, дисциплины по выбору, модуль «Экологическая геохимия», курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин программы бакалавриата «Экологическая геохимия», «Экологическая геохимия природных вод», «Экологическая геология», дисциплин программы магистратуры «Экологическая геохимия ландшафтов», «Методика эколого-геохимических исследований». Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые при реализации дисциплины:

ОПК-3.М Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (формируется частично).

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично).

СПК-1.М Способность проводить оценку эколого-геологических условий территорий и давать рекомендации о рациональности и возможности использования осваиваемых территорий с экологических позиций (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: нормативные показатели, применяемые в эколого-геохимических исследованиях, существующие проблемы в области нормирования техногенного загрязнения и пути их решения; формы нахождения элементов в природных и техногенных объектах, ранжированные по их миграционной способности и токсичности; теоретические основы и геохимические следствия активизации процессов кислотного дренажа в горнорудных районах; эколого-геохимические проблемы территорий, загрязненных ракетным топливом, а также принципы балансовой оценки загрязнения и реабилитации объектов накопленного прошлого экологического ущерба (ПЭУ).

Уметь: критически анализировать информацию о существующей системе нормирования в эколого-геохимических исследованиях; интерпретировать данные о формах нахождения элементов в природных и техногенных объектах для релевантной оценки загрязнения; проводить комплексную оценку и прогноз формирования кислотного стока при освоении месторождений.

Владеть: современными методами получения, обработки, интерпретации данных о формах нахождения элементов в природных и техногенных объектах; методиками оценки и прогноза развития кислотного дренажа при выветривании сульфидсодержащих геологических материалов.

4. Формат обучения – лекционные и практические занятия, самостоятельная работа студентов.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., 72 академических часа, в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем - 42 академических часа (14 часов – лекции, 28 часов – практические занятия), самостоятельная работа обучающихся – 30 академических часов. Форма промежуточной аттестации – зачет.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Избранные главы экологической геохимии» посвящен изложению отдельных актуальных вопросов экологической геохимии, имеющих большое научно-практическое значение в связи с релевантной оценкой техногенного загрязнения экосистем.

В рамках курса рассматриваются нормативные показатели, применяемые в эколого-геохимических исследованиях, существующие проблемы в области нормирования техногенного загрязнения и пути их решения; подходы к определению форм нахождения элементов в природных и техногенных объектах, учитывающие их миграционную способность и токсичность; комплексные методы оценки и прогноза развития кислотного дренажа, являющегося приоритетной научно-практической проблемой экологической геохимии горнорудных районов, а также эколого-геохимические проблем территории, загрязненных ракетным топливом, и принципы балансовой оценки загрязнения и реабилитации объектов накопленного прошлого экологического ущерба (ПЭУ).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Всего	
Раздел 1. Существующие подходы к нормированию техногенного загрязнения окружающей среды	12	4	6	10	Подготовка к устному опросу, контрольной работе; 2 часа
Раздел 2. Формы нахождения элементов в природных и техногенных объектах	16	2	6	8	Реферат и презентация; подготовка к устному опросу, контрольной работе, выполнение практического задания; 8 часов
Раздел 3. Существующие подходы к оценке вероятности развития процессов кислотного дренажа при освоении месторождений в горнорудных районах	24	2	10	12	Подготовка к устному опросу, контрольной работе, выполнение практического задания; 12 часов
Раздел 4. Эколого-геохимические проблемы ландшафтов, загрязненных ракетным топливом	6	2	2	4	Подготовка к устному опросу, контрольной работе; 2 часа
Раздел 5. Принципы балансовой оценки загрязнения в агро- и урболодшафтах	6	2	2	4	Подготовка к устному опросу, контрольной работе; 2 часа
Раздел 6. Экологическая реабилитация территорий и объектов накопленного прошлого экологического ущерба (ПЭУ)	6	2	2	4	Подготовка к устному опросу; 2 часа
Промежуточная аттестация (зачет)	2				2
Итого	72		42		30

Содержание разделов дисциплины:

В рамках лекций излагается теоретический материал, на практических занятиях рассматриваются прикладные наработки по теме исследований, проводится работа с полнотекстовыми базами данных (ScienceDirect), решаются практические задания, составляются сводные сравнительные таблицы нормативных показателей, планы пояснительных записок по результатам обобщения, анализа и интерпретации реальных геолого-геохимических и эколого-геохимических данных по формам нахождения элементов и оценке вероятности формирования кислотного стока; проводится обсуждение выполненных домашних заданий и контрольных работ.

Раздел 1. Существующие подходы к нормированию техногенного загрязнения окружающей среды

Геохимические и санитарно-гигиенические нормативы: основа разработки, входных данные. Преимущества и недостатки использования для релевантной оценки техногенного загрязнения. Согласованность результатов оценки загрязнения и эколого-геохимического состояния. Проблемы интерпретации данных.

Сравнительный анализ используемой нормативной базы в России и за рубежом, различия в подходах к нормированию загрязнения. Программа по гармонизации экологических стандартов и роль геохимических исследований в ее реализации.

Раздел 2. Формы нахождения элементов в природных и техногенных объектах

Группы форм элементов-металлов в почвах, донных осадках, отходах, выделяемые по механизмам закрепления в твердой фазе и миграционной способности в реальных условиях окружающей среды.

Прямые (инструментальные) и косвенные (экстракционные) методы определения форм нахождения элементов. EXAFS И XANES, электронная микроскопия, микронзондовые методы, рентгеновская дифракция. Возможности и ограничения инструментальных методов анализа. Экстракционные методы, основные схемы, их преимущества и недостатки. Результаты, получаемые с применением экстракционных процедур. Необходимость учета форм нахождения для релевантной оценки опасности техногенного загрязнения депонирующей среды и прогноза негативного воздействия на сопряженные среды.

Формы нахождения элементов в водах. Каскадная фильтрация. Методы термодинамических расчетов состава растворенных форм металлов в природных водах (комплексы с органическими и неорганическими лигандами).

Раздел 3. Существующие подходы к оценке вероятности развития процессов кислотного дренажа при освоении месторождений в горнорудных районах

Актуальность исследования процессов кислотного дренажа в природных условиях и при освоении (разведке и разработке) сульфидсодержащих месторождений (ARD и AMD). Изученность проблемы (по материалам отечественной и зарубежной литературы), представленность материалов в открытых полнотекстовых базах данных (например, в ScienceDirect). Подходы к оценке процессов кислотообразования, существующие группы методов реализации прогноза.

Определение микроэлементного состава геологических материалов, анализ типоморфных геохимических ассоциаций в рудах и вмещающих породах, прогноз микроэлементного состава дренажных вод.

Статические геохимические тесты на склонность геологических материалов к генерации кислоты при выветривании. Цели и задачи группы исследований в этой области.

Кислотообразующий потенциал, способы определения (расчетный, экспериментальный), лабораторные методы получения первичных данных. ИК-спектроскопия и гравиметрия при определении форм нахождения серы в образцах. Допущения при расчете кислотообразующего потенциала, способы повышения точности прогноза. Общий и карбонатный нейтрализующий потенциалы, методы определения, сравнительная количественная характеристика результатов. Проблема детализации оценки нейтрализующей

способности силикатов и карбонатов. Фактическая кислотность и коэффициент потенциала нейтрализации.

Статические тесты на выщелачивание как основа прогноза состава дренажных вод. Методы экстрагирования и инструментального аналитического окончания. Классификационные диаграммы состава вод по соотношению рН и комплекса типоморфных металлов.

Кинетические геохимические тесты, оценка скорости кислотообразования и выщелачивания. Требования к проведению, длительность, варианты исполнения в полевых и лабораторных условиях. Сравнительная оценка выводов статических и кинетических тестов, корректность интерпретации результатов.

Термодинамические расчеты потенциальных состава дренажных вод, скорости кислотообразования при окислении сульфидов и нейтрализации при растворении силикатов и карбонатов.

Результаты испытаний и моделирования кислотного дренажа, полученные на крупнейших объектах различных рудно-формационных типов.

Раздел 4. Эколого-геохимические проблемы ландшафтов, загрязненных ракетным топливом

Общие сведения. Физико-химические свойства и потенциальная опасность НДМГ (несимметричного диметилгидразина). Ракетное топливо как источник загрязнения ландшафтов. Ландшафтно-геохимическая оценка районов падения ступеней ракет-носителей. Экспериментальные работы по изучению воздействия НДМГ на ландшафты.

Раздел 5. Принципы балансовой оценки загрязнения в агро- и урболандшафтах

Представление о балансовой модели загрязнения экосистемы. Уравнение баланса. Применение балансовых подходов при моделировании биогеохимических циклов токсичных металлов при оценках критических и предельно-допустимых нагрузок различных видов загрязнителей на наземные и водные экосистемы.

Балансовые подходы к оценке и прогнозу загрязнения локальных экосистем в урболандшафтах. Структура балансовой модели загрязнения. Модель загрязнения почв тяжелыми металлами из атмосферных выпадений. Модель солевого загрязнения почв. Модель загрязнения тяжелыми металлами донных отложений малых рек.

Балансовые подходы к оценке и прогнозу загрязнения почв токсичными металлами в агроландшафтах. Структура балансовой модели загрязнителей в агроландшафте. Общий и хозяйственный баланс микроэлементов в почвах.

Раздел 6. Экологическая реабилитация территорий и объектов накопленного прошлого экологического ущерба (ПЭУ)

Объекты ПЭУ. Самовосстановление экосистем. Зарубежная практика ликвидации ПЭУ; результаты. Опыт России в экологической реабилитации бывших промышленных территорий. Технологии реабилитации территорий регионального ПЭУ. Технологии ликвидации локальных объектов ПЭУ.

Рекомендуемые образовательные технологии:

Занятия проводятся в интерактивной форме, с организацией дискуссий и использованием средств мультимедийного сопровождения учебного процесса, включают элементы проектной деятельности, моделирования производственных ситуаций в учебном процессе. При проведении аудиторных занятий и для самостоятельной работы студентов используются реальные геолого-геохимические и эколого-геохимические данные, полученные при проведении научно-исследовательской и хозяйственно-договорной деятельности сотрудников кафедры геохимии (по согласованию с ними), а также данные, опубликованные в литературе. На занятиях проводится обобщение данных, составление сводных таблиц результатов при работе с источниками.

В процессе преподавания дисциплины применяются информационно-коммуникационные образовательные технологии: вводные сообщения-визуализации, сопровождаемые демонстрацией иллюстративных и графических материалов; инновационные

методы: консультирование студентов с использованием электронной почты, проверка рефератов и электронных презентаций.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется по результатам устного опроса, в ходе дискуссий, контрольных работ (по разделам дисциплины), при сдаче практических заданий, проверке резюме предложенных для самостоятельного изучения статей, реферата, сопровождаемого электронной презентацией.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля (устный опрос, дискуссии, контрольные работы):

Раздел 1:

1. Назовите геохимические нормативы и критерии оценки загрязнения.
2. Что положено в основу разработки геохимических критериев оценки природного и техногенного загрязнения?
3. Назовите санитарно-гигиенические нормативы и критерии оценки загрязнения.
4. Что положено в основу разработки санитарно-гигиенических нормативов и критериев оценки природного и техногенного загрязнения?
5. В чем достоинства и недостатки применения геохимических показателей при релевантной оценке техногенного загрязнения?
6. В чем достоинства и недостатки применения существующих санитарно-гигиенических показателей при релевантной оценке техногенного загрязнения?
7. Как соотносится оценка уровня загрязнения, полученная с использованием геохимических и экологических показателей?
8. Как согласуются результаты оценки загрязнения и эколого-геохимического состояния территорий?
9. В чем принципиальное отличие в подходах к нормированию загрязнения почв в отечественной и зарубежной практике?
10. Какова роль геохимических исследований в реализации программы гармонизации экологических стандартов?

Раздел 2:

1. Назовите механизмы закрепления токсичных металлов в твердой фазе почв, донных осадков, отходов.
2. Назовите группы форм элементов-металлов в почвах, донных осадках, отходах, выделяемые по миграционной способности в условиях окружающей среды.
3. Какие методы используют для определения форм нахождения элементов в почвах?
4. В чем преимущества и ограничения использования инструментальных методов для оценки форм нахождения в почвах, донных осадках, отходах?
5. В чем суть экстракционных методов определения форм нахождения?
6. В чем суть метода последовательных селективных экстракций? Какие группы форм можно определить данным методом?
7. Приведите обобщенную схему последовательных селективных экстракций и реагенты, наиболее часто используемые в ней.
8. Как соотносятся результаты, получаемые с применением различных экстракционных схем?
9. В чем важность соблюдения последовательности выщелачивания?
10. Назовите недостатки применения схем последовательных селективных экстракций.
11. Посему важно учитывать формы нахождения для релевантной оценки опасности техногенного загрязнения депонирующей среды?
12. Назовите формы нахождения элементов в водах.

13. В чем суть каскадной фильтрации?

14. Какие комплексы металлов с органическими и неорганическими лигандами характерны для природных вод?

Раздел 3:

1. Что является источником генерации кислоты в зоне окисления сульфидных месторождений?

2. Какие факторы приводят к активизации процессов кислотного дренажа при разведке и разработке сульфидсодержащих месторождений?

3. Какие методы реализуются для оценки и прогноза процессов кислотообразования?

4. Для чего проводится определение микроэлементного состава геологических материалов?

5. Какие методы применяют для определения микроэлементного состава геологических материалов?

6. Что включают статические геохимические тесты на склонность геологических материалов к генерации кислоты при выветривании?

7. Что такое кислотообразующий потенциал?

8. Что такое нейтрализующий потенциал?

9. Как оценивается кислотообразующий потенциал?

10. Как оценивается нейтрализующий потенциал?

11. Сравнительная количественная характеристика результатов определения общего и карбонатного нейтрализующего потенциалов?

12. Что такое фактическая кислотность и коэффициент потенциала нейтрализации?

13. Как проводятся статические тесты на выщелачивание?

14. С какой целью проводятся статические тесты на выщелачивание?

15. Приведите пример диаграммы состава вод по соотношению рН и комплекса типоморфных металлов.

16. Как проводятся и каковы результаты кинетических геохимических тестов по моделированию процессов окисления?

17. Лабораторные кинетические тесты, длительность, условия проведения и контролируемые параметры.

18. Сравнительная оценка выводов статических и кинетических тестов, корректность интерпретации результатов.

19. Какую информацию получают, используя термодинамические расчеты при оценке процессов кислотного дренажа.

20. Приведите примеры результатов натурных испытаний, полученные на крупнейших объектах различных рудно-формационных типов.

Раздел 4:

21. Какое воздействие на окружающую среду оказывает ракетно-космическая деятельность?

22. Что такое несимметричный диметилгидразин (НДМГ)? В чем его потенциальная опасность?

23. Охарактеризуйте основные физико-химические свойства НДМГ?

24. Какие ландшафтно-геохимические условия имеют наибольшее значение для миграции НДМГ?

25. Какие результаты получены при экспериментальном изучении поведения НДМГ в почвах?

26. Какие результаты получены при экспериментальном изучении поведения НДМГ в растительности?

Раздел 5:

27. Приведите основные потоки загрязнителей в урбандо-ландшафтах.

28. Приведите основные потоки загрязнителей в агроландшафтах.

29. Охарактеризуйте модель загрязнения почв тяжелыми металлами из атмосферных выпадений.
30. Охарактеризуйте модель солевого загрязнения почв.
31. Что заложено в модель загрязнения тяжелыми металлами донных отложений малых рек?
32. Что такое общий баланс микроэлементов в почвах агроландшафтов?
33. Что такое хозяйственный баланс микроэлементов в почвах агроландшафтов?

Раздел 6:

34. Что такое объекты ПЭУ?
35. В чем состоит проблема ПЭУ с точки зрения рационального природопользования?
36. Какую роль играет самовосстановление экосистем в ликвидации ПЭУ?
37. Приведите примеры прошлой антропогенной деятельности, последствий для экосистем и времени их самовосстановления.
38. Какие рекомендации по оздоровлению почв сельскохозяйственного назначения предлагают при умеренно опасной категории загрязнения?
39. Какие рекомендации по оздоровлению почв сельскохозяйственного назначения предлагают при высоко опасной категории загрязнения?
40. Какие рекомендации по оздоровлению почв сельскохозяйственного назначения предлагают при чрезвычайно опасной категории загрязнения?
41. Назовите основные черты зарубежной практики ликвидации ПЭУ.
42. Назовите стратегию и тактику России по обращению с объектами ПЭУ.
43. Какие технологии реабилитации территорий применяют для ликвидации регионального ПЭУ?
44. Какие технологии реабилитации территорий применяют для ликвидации локальных объектов ПЭУ?

Тематика рефератов:

1. Формы нахождения элементов в природных и техногенных объектах (перечень элементов и объектов – на выбор, в соответствии с областью научных интересов).
2. Методы исследования форм нахождения элементов природных и техногенных объектах (на выбор, в соответствии с областью научных интересов)
3. Трансформация форм нахождения элементов в природных средах при техногенном воздействии ((на выбор, в соответствии с областью научных интересов).

Примеры расчетных заданий:

1. По представленной базе данных химических анализов почв (донных осадков, отходов) ряда объектов определить фракционный состав соединений металлов, дать релевантную оценку опасности загрязнения сопряженных сред.

Входные данные: валовые содержания в твердой фазе, содержание в экстрактах, описание методов и процедуры экстрагирования.

2. По представленной базе данных химических анализов и термодинамических расчетов форм нахождения микроэлементов в природных (сточных) вод ряда объектов провести типизацию вод, определить состав соединений металлов, дать релевантную оценку опасности загрязнения вод.

Входные данные: макро- и микроэлементный состав, физико-химические показатели (рН, Eh, электропроводность и др.), результаты термодинамических расчетов.

3. Расчет и анализ геохимических данных, характеризующих кислотообразующие свойства пустых пород и руд объекта (на выбор), анализ данных инженерно-экологических изысканий участка, оценка воздействия на окружающую среду пустых пород и руд. Обоснование необходимости плана мероприятий по снижению воздействий на окружающую среду. Разработка программы мониторинга для эффективной оценки воздействия пустых пород и руд. Разработка плана управления геологическими материалами.

Входные данные: результаты лабораторных испытаний (микроэлементный состав пород и руд, содержание серы общей и сульфидной, содержание карбонатов, рНпасты, макро-

и микросостав водных вытяжек и др.); арты-схемы расположения проектируемых породных отвалов и складов руды; записка о результатах инженерно-экологических и инженерно-гидрометеорологических изысканий об инженерно-гидрометеорологических изысканиях; проект на проведение разведочных работ.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Геохимические и санитарно-гигиенические нормативы: основа разработки, входных данные. Преимущества и недостатки использования для релевантной оценки загрязнения.

2. Сравнительный анализ используемой нормативной базы в России и за рубежом, различия в подходах к нормированию загрязнения. Программа по гармонизации экологических стандартов и роль геохимических исследований в ее реализации.

3. Группы форм элементов-металлов в почвах, донных осадках, отходах, выделяемые по механизмам закрепления в твердой фазе и миграционной способности в условиях окружающей среды.

4. Прямые (инструментальные) и косвенные (экстракционные) методы определения форм нахождения элементов. Возможности и ограничения.

5. Формы нахождения элементов в водах. Каскадная фильтрация. Методы термодинамических расчетов состава растворенных форм металлов в природных водах/

6. Актуальность исследования процессов кислотного дренажа в природных условиях и при освоении сульфидсодержащих месторождений. Подходы к оценке процессов кислотообразования, существующие группы методов реализации прогноза.

7. Определение микроэлементного состава геологических материалов, анализ типоморфных геохимических ассоциаций в рудах и вмещающих породах, прогноз микроэлементного состава дренажных вод.

8. Статические геохимические тесты на склонность геологических материалов к генерации кислоты при выветривании. Цели и задачи группы исследований в этой области. Фактическая кислотность и коэффициент потенциала нейтрализации.

9. Кислотообразующий потенциал, способы определения, лабораторные методы получения первичных данных. Допущения при расчете кислотообразующего потенциала, способы повышения точности прогноза.

10. Общий и карбонатный нейтрализующий потенциалы, методы определения, сравнительная количественная характеристика результатов. Проблема детализации оценки нейтрализующей способности силикатов и карбонатов.

11. Статические тесты на выщелачивание как основа прогноза состава дренажных вод. Методы экстрагирования и инструментального аналитического окончания. Классификационные диаграммы состава вод по соотношению рН и комплекса типоморфных металлов.

12. Кинетические геохимические тесты, оценка скорости кислотообразования и выщелачивания. Требования к проведению, длительность, варианты исполнения в полевых и лабораторных условиях. Термодинамические расчеты потенциальных состава дренажных вод, скорости кислотообразования при окислении сульфидов и нейтрализации при растворении силикатов и карбонатов.

13. Сравнительная оценка выводов статических и кинетических тестов, корректность интерпретации результатов. Результаты испытаний и моделирования кислотного дренажа, полученные на крупнейших рудных объектах.

14. Общая характеристика ландшафтов, испытывающих воздействие ракетно-космической деятельности.

15. Представление о балансовой модели загрязнения экосистемы. Уравнение баланса. Применение балансовых подходов при моделировании биогеохимических циклов токсичных

металлов при оценках критических и предельно-допустимых нагрузок различных видов загрязнителей на наземные и водные экосистемы.

16. Балансовые подходы к оценке и прогнозу загрязнения локальных экосистем в урболандшафтах. Структура балансовой модели загрязнения.

17. Модель загрязнения почв тяжелыми металлами из атмосферных выпадений.

18. Модель солевого загрязнения почв.

19. Модель загрязнения тяжелыми металлами донных отложений малых рек.

20. Балансовые подходы к оценке и прогнозу загрязнения почв токсичными металлами в агроландшафтах. Структура балансовой модели загрязнителей в агроландшафте.

21. Ракетное топливо как источник загрязнения ландшафтов. Физико-химические свойства и потенциальная опасность НДМГ (несимметричного диметилгидразина).

22. Ландшафтно-геохимическая оценка районов падения ступеней ракет-носителей. Экспериментальные работы по изучению воздействия НДМГ на ландшафты.

23. Объекты ПЭУ и самовосстановление экосистем.

24. Зарубежная практика ликвидации ПЭУ, подходы и основные результаты.

25. Опыт России в экологической реабилитации бывших промышленных территорий.

Стратегия и тактика.

26. Технологии реабилитации территорий регионального ПЭУ и ликвидации локальных объектов ПЭУ.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Геохимия подземных вод: Теорет., прикладные и экол. аспекты. / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец; Отв. ред. Н.П. Лаверов; РАН. Ин-т геохимии и аналит. химии им.В.И. Вернадского. - М.: Наука, 2004

Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: ИП Филимонов М.В., 2013

Питулько, В.М. Реновация природных систем и ликвидация объектов прошлого экологического ущерба: монография / В.М. Питулько, В.В. Кулибаба. — Москва: ИНФРА-М, 2018

Химический анализ в геологии и геохимии / [Г. Н. Аношин и др.] ; науч. ред. Г. Н. Аношин ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Объед. науч. совет по наукам о Земле, Науч. совет по аналит. химии РАН, Ин-т геологии и минералогии им. В. С. Соболева, Нац. исслед. Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: Гео, 2016

- дополнительная литература:

Бортникова С.Б. Геохимия техногенных систем / С.Б. Бортникова, О.Л. Гаськова, Е.П. Бессонова. Ин-т геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск: Гео, 2006

Водяницкий Ю.Н. Концепция гибкого подхода к оценке ориентировочно допустимой концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почве // Бюл. Почв. ин-та. 2011. №67. С. 49–66

Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почва // Почвоведение, 2012, № 3, с. 368–375

Елпатъевский П.В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах. М.: Наука, 1993

Кошелева Н.Е. Моделирование биогеохимических циклов тяжелых металлов в агроландшафтах на основе балансового подхода /Геохимия ландшафтов и география почв. Под ред. Н.С.Касимова и М.И.Герасимовой. Смоленск: Ойкумена, 2002 с. 389-405

Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах Л.: Гидрометеиздат, 1986

Минеев В.Г., Соловьева Е.И., Соловьев Г.А. Баланс некоторых микроэлементов в дерново-подзолистой почве при длительном применении удобрений //Химизация сельского хозяйства, 1988, № 1, стр. 47-49

Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния Пер. с англ. М.: Мир, 1987

Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель / Под общ. ред. С.А. Шобы, А.С. Яковлева, Н.Г. Рыбальского. – М.: НИИ-Природа, 2013. – 310 с.

Lottermoser B.G. Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental Impacts, 3rd ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010

- нормативная литература:

ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

ГН 2.1.7.2041-06. ПДК химических веществ в почве

ГН 2.1.7.2511-09. ОДК химических веществ в почве

Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (N 5174-90 от 15.05.1990)

МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест

Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (ред. №2 от 11.02.2016)

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

пакет программ MS Office

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

Полнотекстовая база данных ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/>

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Сайт Федерального агентства по недропользованию (Роснедра): <http://www.rosnedra.gov.ru/>

Научная Электронная Библиотека: <http://www.e-library.ru>

Научная библиотека МГУ им. М.В.Ломоносова: <http://nbgmu.ru/>

Научная электронная библиотека: <https://cyberleninka.ru/>

Базы нормативных документов (например, Некоммерческие интернет-версии системы

Консультант-Плюс: <http://www.consultant.ru/online/>)

Д) Материально-технического обеспечение:

- помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 6-10 учащихся;

- оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, персональные компьютеры, доступ в Интернет.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Лубкова Т.Н.

11. Автор (авторы) программы – Лубкова Т.Н.