

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Кафедра экологической геологии


И.И.Косинова

04.07.2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. В.ДВ.10.02 Методы геохимического моделирования

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 05.03.01

Геология

2. Профиль подготовки/специализация: экологическая геология

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Экологическая геология

6. Составители программы:

Ильяш В.В., к. геол. - мин. наук, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована:

НМС геологического факультета ВГУ протокол №6 от 14.05.2018

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,
отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2021-2022

Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: освоение принципов и методов построения геохимических моделей.

Задачи:

- рассмотрение принципов геохимического моделирования;
- изучение видов геохимических моделей;
- освоение методов построения геохимических моделей

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.В.ДВ.10.02 Методы геохимического моделирования входит в цикл профессиональных дисциплин вариативной части дисциплин по выбору профиля «Экологическая геология»,

Предшествующие дисциплины: экология, геоэкология, геохимия, экологическая геохимия

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю/ (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Компетенция | | Приобретаемые знания и навыки |
|-------------|---|--|
| Код | Название | |
| ОПК-4: | обладать способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | Знать как решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Владеть способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности |
| ПК-2 | обладать готовностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) | Знать как применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач Уметь применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач Владеть общепрофессиональными знаниями и навыками полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач |
| ПК-4: | обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных | Знать как самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных эколого-геологических исследований Уметь самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных эколого-геологических исследований |

| | | |
|------|--|---|
| ПК-6 | геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) | Иметь навыки самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных эколого-геологических исследований |
| | обладать готовностью в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам | Знать как в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам Уметь в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам Иметь навыки в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) 4 / 144

Форма промежуточной аттестации экзамен

13. Виды учебной работы

| Вид учебной работы | Трудоемкость | |
|------------------------|--------------|-----------|
| | Всего | Семестр 7 |
| | | 64 |
| Аудиторные занятия | 64 | 64 |
| в том числе: | | |
| лекции | 16 | 16 |
| практические | 16 | 16 |
| лабораторные | 32 | 32 |
| Самостоятельная работа | 44 | 44 |
| Контроль | 36 | 36 |
| Экзамен 7чаов | | |
| Итого: | 144 | 144 |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|------------------|---|--|
| 1. Лекции | | |
| 1.1 | Общие понятия о моделировании | Моделирование как способ создания упрощенного образа реального объекта с заданными исходными параметрами для прогноза поведения геохимической системы. |
| 1.2 | Теоретические основы геохимического моделирования | Законы логики, физики, химии, геохимии, геологии, биологии. Слабые стороны моделирования. При всей очевидности, преимуществ методики «трехслойног» деления, в каждой из составных частей термодинамической модели используются присущие только ей законы и методы, каждая из них содержит собственный набор упрощений и приближений, а соответственно – и свои источники ошибок. Важно отметить также, что применяемые «внутри» каждого «слоя» аппроксимации (например, использование уравнения Дебая-Хюккеля для расчета коэффициентов активности) часто бывают общепринятыми и даже унифицированными, |

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| | | тогда как переходы между «слоями» обычно субъективны и индивидуальны для каждого исследования. |
| 1.3 | Верификации модели | Верификации модели как этап проверки соответствия объекту |
| 1.4 | Алгоритм создания модели | Этапы построение геохимической модели: 1 - изучение свойств природного объекта (объектов) как прототипа модели; 2 – составление схемы модели; 3 – геологическая модель; 4 – физико-химическая модель; 5 - математическая модель; 6 – исследование свойств модели (следствия модели); 7– верификация и прогноз неизвестных свойств объекта |
| 1.5 | Задачи, решаемые при модельных исследованиях | <p>Две группы: а) задачи I рода – внешние для метода моделирования; б) задачи II рода – внутренние проблемы модели.</p> <p>К числу задач I рода можно отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> – прогноз неизвестных свойств природных объектов; – установление причинных и корреляционных связей между известными свойствами объектов. <p>К задачам II рода относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбор логической схемы, наиболее адекватной объекту из набора альтернативных гипотез; – доказательство правильности или выявление противоречий в принятой логической схеме; – доказательство непротиворечивости и работоспособности теоретической модели. |
| 1.6 | Содержание геолого-геохимического «слоя» модели | <i>Геолого-геохимическая модель</i> определяет пространственно-временные масштабы и условия температуры и давления процесса, источники вещества и их минеральные и химические составы, способы и характеристики переноса вещества, химический и минеральный состав продуктов процесса, их размещение в пространстве |
| 1.7 | Содержание физико-химического «слоя» модели | <i>Физико-химическая модель</i> дает описание химического состава геологической модели в терминах физико-химической системы. При использовании в физико-химической модели методов равновесной термодинамики она содержит термодинамические свойства образующихся соединений и необходимые для расчета термодинамических равновесий уравнения, а также – уравнения, описывающие кинетику реакций и динамику переноса вещества. |
| 1.8 | Математическая модель и создание реализующей модель вычислительной программы как конечного продукта моделирования | <i>Математическая модель</i> представляет собой способ количественного решения уравнений физико-химической модели (алгоритм расчета) и реализующую его вычислительную программу. представляет собой способ количественного решения уравнений физико-химической модели (алгоритм расчета) и реализующую его вычислительную программу. |
| 2. Практические занятия | | |
| 2.1 | Общие понятия о моделировании | Семинар |
| 2.2 | Теоретические основы геохимического моделирования | Семинар |
| 2.3 | Верификации модели | Семинар |
| 2.4 | Алгоритм создания модели | Семинар |
| 2.5 | Задачи, решаемые при модельных исследованиях | Семинар |
| 2.6 | Содержание геолого-геохимического «слоя» модели | Семинар |
| 2.7 | Содержание физико-химического «слоя» модели | Семинар |

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| | химического «слоя» модели | |
| 2.8 | Математическая модель и создание реализующей модель вычислительной программы как конечного продукта моделирования | Семинар |
| 3. Лабораторные работы | | |
| 3.1 | Создание «образа» реального гидрогеохимического объекта | Выбор исходных параметров литогеохимической системы |
| 3.2 | Составление схемы гидрогеохимической модели | Разработка последовательности операций создания модели |
| 3.3 | Разработка геолого-геохимического и геолого-физического слоев гидрогеохимической модели | Задание пространственно-временных масштабов и условия температуры и давления процесса, источники вещества и их минеральные и химические составы, способы и характеристики переноса вещества, химический и минеральный состав продуктов процесса, их размещение в пространстве |
| 3.4. | Разработка математического слоя модели | Выбор системы уравнений для описания физико-химического поведения выбранной литогеохимической системы и создания вычислительной программы |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | |
|-------|---|----------------------|--------------|--------------|------------------------|----------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Контроль |
| 1 | Общие понятия о моделировании | 2 | 2 | 4 | 6 | 4 |
| 2 | Теоретические основы геохимического моделирования | 2 | 2 | 4 | 6 | 6 |
| 3 | Верификации модели | 2 | 2 | 4 | 6 | 4 |
| 4 | Алгоритм создания модели | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | Задачи, решаемые при модельных исследованиях | 2 | 2 | 4 | 6 | 4 |
| 6 | Содержание геолого-геохимического «слоя» модели | 2 | 2 | 4 | 6 | 4 |
| 7 | Содержание геолого-геохимического «слоя» модели | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 8 | Математическая модель и создание реализующей модель вычислительной программы как конечного продукта моделирования | 2 | 1 | 4 | 6 | 6 |
| | Итого: | 16 | 16 | 32 | 44 | 36 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, учебником и учебным пособием, интернет-ресурсами

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернета, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Борисов М.В., Гричук Д.В., Добровольский Е.В., Крайнов С.Р., Лялько В.И., Матвеева Л.И., Рыженко Б.Н., Соломин Г.А., Шваров Ю.В., Швец В.М // Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии Недр, Москва, 1988 г., 254 с |
| 2 | Букаты М.Б. Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов. Томск, ТПУ, 2008, 89с |
| 3 | Белоусова А. П. / А.П. Белоусова, И. К. Гавич, А. Б. Лисенков, Е. В. Попов// Экологическая гидрогеология. - М.: Академкнига, 2006. - 400с |
| 4 | <i>Гольдберг В.М., Мелькановицкая С.Г., Лукьянчиков В.М. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод</i> |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 5 | Барaboшкина Т.А. К методологии составления эколого-геохимических карт// Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Сергеевские чтения, вып 2., ГЕОС, 2000 г., с.302-306 |
| 6 | <i>Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения/ Алексеев В.А. М., НИИ ВОДГЕО, 1983. - 102 с.</i> |
| 7 | Бочаров В.Л., Бугреева М.Н. Экологическая геохимия: Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. - 57 с. |
| 8 | <i>Чудновский С.М., Зенков А.В. /Проектирование, строительство и эксплуатация водозаборных скважин Учеб. пособие. — Вологда: ВГТУ, 2008</i> |
| 9 | Ильяш В.В. /Методика обработки данных геохимических съемок / В.В.Ильяш – Воронеж, изд-во Воронежского госуниверситета, 2004, 35с. |
| 10 | Ильяш В.В. Экологическая геохимия Часть 1 «Теоретические основы эколого-геохимических исследований», методическое пособие/ В.В. Ильяш, А.А. Курышев, В.Ю. Кульнев, - Воронеж, Воронежский государственный университет, 2015, 73 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

| № п/п | Ресурс |
|-------|---|
| 1. | https://studopedia.ru/5_119985_istoriya-razvitiya-metodov-fiziko-himicheskogo-modelirovaniya.html |
| 2. | http://www.geokhi.ru/default.aspx |
| 3. | http://portal.tpu.ru/SHARED/b/BUKATY_M/ucheb/Tab2/Tutorial_NMGR.pdf |
| 4. | https://studopedia.ru/5_119990_metodologiya-fiziko-himicheskogo-modelirovaniya.html |
| 5. | http://konf.x-pdf.ru/18fizika/112260-1-geoinformacionnoe-fiziko-himicheskoe-modelirovanie-geologo-geohimicheskikh-processov-sulfidnih-mestorozhdeniyah-kriolitozon.php |
| 6. | http://studbooks.net/913232/ekologiya/geohimicheskoe_modelirovanie_povedeniya_tyazhelyh_metallov_v_odnyh_sistemah |

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Борисов М.В., Гричук Д.В., Добровольский Е.В., Крайнов С.Р., Лялько В.И., Матвеева Л.И., Рыженко Б.Н., Соломин Г.А., Шваров Ю.В., Швец В.М // Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии Недр, Москва, 1988 г., 254 с |
| 2 | <i>Букаты М.Б. Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов. Томск, ТПУ, 2008, 89с</i> |

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

19. Фонд оценочных средств:**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

| Код компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование) | ФОС* (средства оценивания) |
|---------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| ОПК-4 | Знать способы решения стандартных задач в области моделирования геохимических процессов Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий Владеть методами решения стандартных задач в области моделирования геохимических процессов на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий | 1-3 | Опрос Проверка лабораторной работы |
| ПК-2 | Знать способы получения необходимой информации с помощью информационно-коммуникационных технологий Уметь: <i>получать информацию</i> с учетом основных требований информационной безопасности Владеть разными технологиями получения информации | 4-5 | Опрос Проверка лабораторной работы |
| ПК-4 | Знать: способы применения на практике базовых общепрофессиональные знаний и навыки полевых геохимических исследований Уметь: использовать теоретические знания в области прикладных эколого-геохимических исследований Владеть: методами геохимических исследований, отработанными в ходе полевых практик применительно к разработке геохимических моделей | 6-8 | Опрос Проверка лабораторной работы |
| Промежуточная аттестация | | | Экзамен (КИМ) |

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| <i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области...</i> | <i>Повышенный уровень</i> | <i>Отлично</i> |
| <i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы.</i> | <i>Базовый уровень</i> | <i>Хорошо</i> |
| <i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные</i> | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Удовлетворительно</i> |
| <i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в ответах на вопросы</i> | <i>–</i> | <i>Неудовлетворительно</i> |

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену

| №пп | Содержание вопроса |
|-----|---|
| 1 | Понятие моделирования процессов |
| 2 | Чем отличается модель от реального объекта |
| 3 | Методы каких наук и почему требуется использовать при разработке геохимических моделей |
| 4 | В чём суть «трехслойной» структуры геохимической модели |
| 5 | Назвать составляющие элементы «трехслойной» структуры геохимической модели |
| 6 | Из каких составляющих складывается общая погрешность моделирования |
| 7 | Что такое верификация модели |
| 8 | Перечислить необходимые этапы составления геохимической модели |
| 9 | Какие исходные данные необходимы для построения геохимической модели |
| 10 | В чем различия «слоев» геохимической модели |
| 11 | Содержание «геологического слоя» геохимической модели |
| 12 | Содержание «физико-химического слоя» геохимической модели |
| 13 | Содержание «математического слоя» геохимической модели |
| 14 | Что имеем на «выходе» геохимической модели |
| 15 | Виды геохимических моделей и их назначение |
| 16 | Назначение геохимических моделей |
| 17 | В чем смысл понятия «следствия» модели |
| 18 | Какого рода задачи решаются при разработке геохимической модели |
| 19 | Что служит доказательством непротиворечивости и работоспособности геохимической модели |
| 20 | Какие известны классы гидрогеохимических моделей по решаемым задачам |
| 21 | В чем сложности моделирования миграции в водных растворах микрокомпонентов по сравнению с макрокомпонентами |
| 22 | Как различаются компьютерные программные пакеты для моделирования миграции сильно концентрированных веществ |
| 23 | В чем суть основных ограничений применения гидрохимических моделей |
| 24 | Какие известны пакеты программ для моделирования гидродинамических и |

| | |
|----|--|
| | гидрогеохимических процессов |
| 25 | На каких законах и физико-химических константах базируется разработка гидрогеохимических моделей при изучении процессов осаждения-растворения компонентов раствора |
| 26 | Каким образом учитываются параметры термодинамической активности растворенных веществ в гидрогеохимических моделях |
| 27 | Каким образом учитываются процессы адсорбции и десорбции на неорганическом веществе в гидрогеохимических моделях |
| 28 | Каким образом осуществляется учет комплексообразования тяжелых металлов на органическом веществе в гидрогеохимических моделях |
| 29 | Каким образом осуществляется учет процессов ионного обмена в гидрогеохимических моделях |
| 30 | Каким образом осуществляется учет окислительно-восстановительных процессов в гидрогеохимических моделях |
| 31 | Каким образом осуществляется учет кинетики геохимических процессов |
| 32 | КАКИЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРИМЕНЯЮТСЯ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ |

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы и пр.*; Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности (*указываете реальную структуру*).

При оценивании используются количественные шкалы оценок Критерии оценивания приведены выше.