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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

«РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ С ПЕРЕМЕННОЙ ВАЛЕНТНОСТЬЮ В ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЛЛЮТАНТОВ»

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологический менеджмент и экобезопасность

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование программы *бакалавриата* ***05.03.06 Экология и природопользование.***

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от _____ 20__ года (протокол №__).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, блок профессиональной подготовки.

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
БАЗОВАЯ ЧАСТЬ Блок математической и естественно-научной подготовки
Математика
Биология
Химия
Блок «Общепрофессиональный»
Модуль «Землеведение»
Почвоведение
ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ плана
Общая химия
Основы почвоведения
Аналитическая химия

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
Б-СПК-3, Б-СПК-4	Б-СПК-3.1, Б-СПК-3.2, Б-СПК-4.1, Б-СПК-4.2	*Знает теоретические основы приемов ремедиации почв и грунтов и очистки вод с использованием окислителей и восстановителей.* *Умеет использовать знания об основных окислителях и восстановителях для выбора стратегии очистки почв, вод и грунтов от органических соединений, тяжелых металлов и мышьяка.* *Владеет навыками оценки окислительно-восстановительного статуса почв и грунтов.* *Имеет опыт деятельности: качественной и количественной оценки окислительно-восстановительного статуса почв и грунтов.*

4. **Объем дисциплины** 3 з.е.**,** в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 43 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** лекции, с использованием средств дистанционного сопровождения учебного процесса, семинарские занятия, самостоятельная работа обучающихся.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Анализ литературы		**Всего**
Раздел 1. Введение. Окислительно-восстановительные реакции (основные понятия и определения)	4	1	1	нет	нет	2	2		2
Форма текущей аттестации по разделу – Устный опрос									
Раздел 2. Окислительно-восстановительный потенциал в природных средах	12	2	2	нет	нет	4	6		8
Форма текущей аттестации по разделу – Устный опрос									

Раздел 3. Электродный потенциал и разность потенциалов между электродами.	14	3	3	нет	нет	6	8		8
Форма текущей аттестации по разделу – Устный опрос									
Раздел 4. Окислительно-восстановительные реакции с участием неорганических и органических загрязняющих веществ	21	5	5	нет	нет	10	11		11
Форма текущей аттестации по разделу – Устный опрос									
Раздел 5. Использование окислительно-восстановительных реакций для ремедиации загрязненных почв и грунтовых вод	30	7	7	нет	нет	14	16		16
Форма текущей аттестации по разделу – Устный опрос									
Промежуточная аттестация	*зачет*						3		
Итого:	79	36					43		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

ВВЕДЕНИЕ. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ (ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ).

Определение окислительно-восстановительных реакций. Понятие о редуктантах и оксидантах.

РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ.

Понятие об электродном потенциале. Стандартный электродный потенциал. Гальванический элемент Даниеля. Водородный электрод. Изменение свободной энергии Гиббса в окислительно-восстановительных реакциях. Уравнение Нернста. Уравнение Нернста для окислительно-восстановительных реакций с участием протона. Измерение окислительно-восстановительного потенциала. Концепция pe.

РАЗДЕЛ 2. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ.

Доноры электронов в почвах, грунтах водах: органическое вещество, неорганические соединения. Основные акцепторы электронов в почвах, грунтах и водах. Потенциал-определяющие системы в почвах: O_2-H_2O; окислительно-восстановительные пары с участием азота, железа, марганца; хиноны. Зависимости Eh от pH для различных потенциал-определяющих систем в почвах. Диаграмы Пурубе для соединений N, S, Fe, Mn, Mo,Cu,Co, Ni.

Определение окислительно-восстановительного состояния почв и грунтов в полевых условиях.

РАЗДЕЛ 3. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.

Окисление неорганических загрязняющих веществ. Окисление Cr (III), Pu (III/IV), As (III) в природных условиях.

Окисление органических загрязняющих веществ в почвах и в водах с участием аборигенной микрофлоры. Скорость окисления алифатических и ароматических углеводородов при аэробном и анаэробном окислении.

РАЗДЕЛ 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ И ГРУНТОВЫХ ВОД.

Осаждение Co, Ni, Zn, Cr и As путем изменения окислительно-восстановительного и кислотно-основного состояния почв, грунтов и вод. Использование Fe^0 для ремедиации почв, грунтов и вод. Осаждение арсенатов и арсенитов на частицах Fe^0. Использование Fe^0 для восстановления Cr(VI).

Химическое окисление органических загрязняющих веществ. Использование перхлоратов (NaOCl, $Ca(OCl)_2$), перекиси водорода, озона (O_3) и перманганата К ($KMnO_4$) для окисления органических соединений. Очистка природных вод от трихлорэтилена с использованием Fe^0 и дитионита.

Концепция *in situ* реактивных зон. Использование проницаемых окислительно-восстановительных барьеров в технологиях ремедиации почв и грунтов. Микробиологическая ремедиация *in situ*.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

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

Темы рефератов.

1. Окисление алифатических и ароматических углеводородов в аэробных и анаэробных условиях.
2. Использование реакций осаждения для очистки почв и грунтовых вод от Cd, Ni, Cr и As.
3. Использование Fe^0 для очистки вод и почв от соединений мыщьяка.
4. Использование Fe^0 для детоксикации вод при загрязнении Cr(VI).
5. Использование окислителей H_2O_2, $KMnO_4$ и O_3 для окисления органических загрязняющих веществ.
6. Очистка почв от трихлорэтелена с использованием дитионита, FeO и Fe^{2+}.
7. Концепция in situ реактивных зон. Химическая и микробиологическая ремедиация in situ.
8. Окислительно-восстановительные геохимические барьеры в техногенных системах.
9. Использование реактива Фентона, пероксида водорода, персульфата, озона и перманганата К для окисления органических соединений: возможности и ограничесния.
10. Механизмы удаления тяжелых металлов из грунтовых вод при помощи фильтров или барьеров из Fe^0.
11. Использование наночастиц Fe^0 для эффективной очистки воды.
12. Химическое окисление органических загрязняющих веществ in situ.
13. Использование перманганат К для обработки сточных бытовых и промышленных вод.
14. Абиотическое восстановление дитионитом CCl_4
15. Очистка вод от трихлорэтилена при помощи реакций восстановления.

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

Понятие о редуктантах и оксидантах. Изменение свободной энергии Гиббса в окислительно-восстановительных реакциях.

1. Принцип расчета lgK^0 и pe. Зависимости Eh от pH и pe от pH.
2. Измерение окислительно-восстановительного потенциала.
3. Доноры электронов в почвах: органическое вещество, неорганические соединения. Основные акцепторы электронов в почвах. Соотношение акцепторов и доноров электронов в аэрированных и в переувлажненных почвах.
4. Свободные радикалы в почвах и в водах. Свойства свободных радикалов. Образование и химическая активность свободных радикалов. Участие свободных радикалов кислорода в реакциях окисления-восстановления.
5. Потенциал-определяющие системы в почвах.
6. Роль микроорганизмов в реакциях окисления-восстановления. Аэробное окисление, нитрификация, редукция Fe и Mn, сульфат-редукция, метаногенез.
7. Зависимости Eh от pH для различных потенциал-определяющих систем в почвах.
8. Органическое вещество как источник энергии для восстановительных реакций в почвах.
9. Механизмы редуктивного растворения оксидов и гидроксидов металлов.
10. Изменение заряда, ЕКО, удельной поверхности и водоудерживающей способности минералов при восстановлении структурного железа.

11. Роль окислительно-восстановительных реакций в окислении нефтепродуктов. Скорость окисления алифатических и ароматических углеводородов при аэробном и анаэробном окислении.
12. Электродный потенциал. Устройство и потенциал водородного электрода. Понятие о стандартном потенциале.
13. Вывод уравнения Нернста. Уравнение Нернста для окислительно-восстановительных реакций с участием протона.
14. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале. Измерение Eh.

Концепция *pe.*

15. Основные потенциалопределяющие системы в почвах.
16. Очиста почв и грунтовых вод от Cd, Ni, Cr и As с помощью реакций осаждения.
17. Использование Fe^0 для очистки вод и почв от соединений мыщьяка.
18. Использование Fe^0 для детоксикации вод от Cr(VI).
19. Использование окислителей H_2O_2, $KMnO_4$ и O_3 для окисления органических загрязняющих веществ.
20. Очистка почв от трихлорэтелена с использованием дитионита, Fe^0 и Fe^{2+}.
21. Концепция in situ реактивных зон. Химическая и микробиологическая ремедиация in situ.

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания *Устные опросы*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения Устные опросы	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиальног	Успешное и систематическое умение

			о характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) *Устные опросы*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

А. Основная литература

1. Кауричев И.С., Орлов Д.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. Москва: Колосс, 1982.
2. Морозов И.В., Болталин А.И., Карпова Е.В. Окислительно-восстановительные процессы. Москва: Мокс. Университет, 2003.
3. Оксредметрия Б.П.Никольский,В.В. Пальчевский. Ленинград. Химия.1975.
4. Орлов Д.С. Химия почв. Москва: Мокс. Университет, 1992.
5. Ponnamperuma F.N. The chemistry of submerged soils. Academic Press, 1972, Advances in agronomy № 24.
6. Sparks D.L. Environmental soil chemistry. Academic press, 2002.

Б. Дополнительная литература

1. Sparks D.L. Soil physical chemistry. 2nd ed. Boca Raton, Boston, London New York, Washington CRS Press 1999
2. The Surface Chemistry of Natural Particles. Sposito G. Oxford University Press. 2004.
3. Sposito G. The Chemistry of Soils. Second Edition. Oxford University Press . 2008.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

1. lawr.ucdavis.edu›classes/ssc102/Section9.pdf все разделы
2. soils.stanford.edu›classes/GES166…HO4_Redox.doc все разделы
3. folk.uio.no›rvogt/CV/Presentations/Soil chemistry… все разделы
4. SSC 102 Soil Chemistry все разделы
5. http://www.redox-tech.com/ разделы 3,4

- Описание материально-технической базы

1. Помещения - Лекционное: аудитория, оборудованная оргтехникой (проектор, компьютер, выход в интернет)
2. Оборудование: Необходимая оргтехника, компьютер и др.
3. Иные материалы: не требуются.

10. **Язык преподавания: русский**

11. **Преподаватель (преподаватели):**

Изосимова Юлия Геннадьевна
доцент
к.б.н. (19.02.2013 МГУ имени М.В.Ломоносова)

12. Разработчики программы:
Толпешта Инна Игоревна
Зав.кафедой
д.б.н. (01.07.2011 МГУ имени М.В.Ломоносова)
доцент (23.05.2017 МГУ имени М.В.Ломоносова)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

В курсе излагаются основные понятия теории окислительно-восстановительных процессов, их протекании в различных природных средах. Подробно излагаются современные способы ремедиации природных сред с использованием окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Обсуждаются приемы с использованием ОВР для очистки почв от тяжелых металлов, мышьяка, органических поллютантов с использованием Fe^0, перхлоратов, перекиси водорода, озона, перманганата калия и дитионита. Рассматривается концепция *in situ* реактивных зон и возможность использования проницаемых окислительно-восстановительных барьеров в технологиях ремедиации почв и грунтов.