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:

«ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ»

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

06.03.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

_____Химия почв_____

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 химия почв программы *бакалавриата* ***06.03.02 Почвоведение.***

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:** Из блока «Блок общенаучной подготовки»
Высшая математика
Физика
Общая химия
Органическая химия
Аналитическая химия
Коллоидная химия
Геология с основами геоморфологии
Из блока «Блок общепрофессиональной подготовки»
Почвоведение
Химия почв

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-1, Б-СПК-3	Б-СПК-1.1, Б-СПК-1.2, Б-СПК-3.1, Б-СПК-3.2	*Знает основные потенциал-определяющие системы в почвах.* *Умеет оценивать и прогнозировать изменения ОВ состояния почв.* *Владеет методами качественной и количественной оценки и знаниями о регулировании ОВ статуса почв.* *Имеет опыт деятельности: качественной и количественной оценки о регулировании ОВ статуса почв.*

4. **Объем дисциплины** 3 з.е**,** в том числе 20 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 88 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

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

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

14	**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. Окислительно-восстановительный потенциал .	12	2	нет	нет	нет	2	10		10
Форма текущей аттестации по разделу – устный опрос									
Раздел 2. Окислительно-восстановительный потенциал в почвах.	26	6	нет	нет	нет	6	20		20
Форма текущей аттестации по разделу – устный опрос									
Раздел 3. Комплексная оценка окислительно-восстановительного состояния почв	18	4	нет	нет	нет	4	14		14
Форма текущей аттестации по разделу – устный опрос									

Раздел 4. Разрушение и трансформация почвенных минералов с участием окислительно-восстановительных реакций	12	2	нет	нет	нет	2	10		10
Форма текущей аттестации по разделу – устный опрос									
Раздел 5. Регулирование окислительно-восстановительного режима почв	13	2	нет	нет	нет	2	10		10
Форма текущей аттестации по разделу – устный опрос									
Раздел 6. Реакции восстановления с участием неорганических и органических поллютантов.	12	2				2	10		10
Форма текущей аттестации по разделу – устный опрос									
Раздел 7. Реакции окисления-восстановления на поверхности почвенных частиц.	12	2	нет	нет	нет	2	10		10
Промежуточная аттестация	*зачет*						4		
Итого:	108	20					88		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

РАЗДЕЛ 1. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ.

Понятие о редуктантах и оксидантах. Изменение свободной энергии Гиббса в окислительно-восстановительных реакциях. Уравнение расчета Eh. Фактор интенсивности и фактор емкости в восстановительных реакциях. Величина pe. Принцип расчета lgK^0 и pe. Зависимости Eh от pH и pe от pH. Показатель rH_2. Измерение окислительно-восстановительного потенциала.

РАЗДЕЛ 2. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В ПОЧВАХ.

Доноры электронов в почвах: органическое вещество, неорганические соединения. Основные акцепторы электронов в почвах. Соотношение акцепторов и доноров электронов в аэрированных и в переувлажненных почвах. Свободные радикалы в почвах и в водах. Свойства свободных радикалов. Образование и химическая активность свободных радикалов. Участие свободных радикалов кислорода в реакциях окисления-восстановления. Потенциал-определяющие системы в почвах: O_2-H_2O; окислительно-восстановительные пары с участием азота, железа, марганца, серы; хиноны. Последовательность протекания и диапазоны Eh окислительно-восстановительных реакций в почвах в аэробных и в анаэробных условиях. Роль микроорганизмов в реакциях окисления-восстановления. Аэробное окисление, нитрификация, редукция Fe и Mn, сульфат-редукция, метаногенез. Окисление органического вещества почв в аэробных и в анаэробных условиях.

Зависимости Eh от pH для различных потенциал-определяющих систем в почвах.

Окислительно-восстановительное состояние почв.

РАЗДЕЛ 3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ.

Параметры, характеризующих окислительно-восстановительное состояние почв. Фракционный состав окислительно-восстановительных систем в почвах. Оценка буферной емкости почв в окислительно-восстановительном интервале.

РАЗДЕЛ 4. РАЗРУШЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ МИНЕРАЛОВ С УЧАСТИЕМ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ.

Механизмы редуктивного растворения оксидов и гидроксидов металлов. Механизмы трансформационных изменений глинистых минералов при окислении-восстановлении структурного железа. Изменение заряда, ЕКО, удельной поверхности и водоудерживающей способности минералов при восстановлении структурного железа.

РАЗДЕЛ 5. РЕГУЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЧВ.

Цель регулирования окислительно-восстановительного режима почв. Способы оптимизации окислительно-восстановительного состояния почв. Регуляторы окислительно-восстановительного состояния почв.

РАЗДЕЛ 6. РЕАКЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ С УЧАСТИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТОВ.

Реакции окисления хрома, марганца, мышьяка, плутония, кобальта, никеля, свинца. Роль оксидов и гидроксидов марганца как катализатора в реакциях окисления тяжелых металлов. Реакции восстановления Mn, Co, Fe. Реакции восстановления органических поллютантов. Редуктивное растворение оксидов марганца органическими поллютантами. Роль Fe^{2+} в восстановлении 4-хлорнитробензола и Cr(VI). Роль окислительно-восстановительных реакций в окислении нефтепродуктов. Скорость окисления алифатических и ароматических углеводородов при аэробном и анаэробном окислении.

РАЗДЕЛ 7. РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ЧАСТИЦ.

Взаимодействие оксиданта и редуктанта, адсорбированных на твердой поверхности. Роль окислительно-восстановительных реакций на поверхности твердых частиц в изменении свойств почв и почвенных растворов. Механизмы образования поверхностного комплекса с участием реакции окисления-восстановления и уравнения, описывающие кинетику его образования.

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 FeO для очистки вод и почв от соединений мышьяка.
4. Использование FeO для детоксикации вод при загрязнении Cr(VI).
5. Использование окислителей H2O2, KMnO4 и O3 для окисления органических загрязняющих веществ.
6. Очистка почв от трихлорэтелена с использованием дитионита, FeO и Fe2+.
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.
11. Химическое окисление органических загрязняющих веществ in situ.
12. Абиотическое восстановление дитионитом CCl4.

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

1. Понятие о редуктантах и оксидантах. Изменение свободной энергии Гиббса в окислительно-восстановительных реакциях.
2. Уравнение расчета Eh. Фактор интенсивности и фактор емкости в восстановительных реакциях. Величина pe.
3. Принцип расчета lgK0 и pe. Зависимости Eh от pH и pe от pH.
4. Измерение окислительно-восстановительного потенциала.
5. Доноры электронов в почвах: органическое вещество, неорганические соединения. Основные акцепторы электронов в почвах. Соотношение акцепторов и доноров электронов в аэрированных и в переувлажненных почвах.
6. Свободные радикалы в почвах и в водах. Свойства свободных радикалов. Образование и химическая активность свободных радикалов. Участие свободных радикалов кислорода в реакциях окисления-восстановления.
7. Потенциал-определяющие системы в почвах.
8. Последовательность протекания и диапазоны Eh окислительно-восстановительных реакций в почвах в аэробных и в анаэробных условиях.

9. Роль микроорганизмов в реакциях окисления-восстановления. Аэробное окисление, нитрификация, редукция Fe и Mn, сульфат-редукция, метаногенез.
10. Зависимости Eh от pH для различных потенциал-определяющих систем в почвах.
11. Динамика изменения pH при затоплении кислых и щелочных почв. Причины подкисления и подщелачивания почв при затоплении.
12. Динамика и причины изменения удельной электропроводности и ионной силы раствора при затоплении почв.
13. Разрушение органического вещества в окислительных и восстановительных условиях.
14. Органическое вещество как источник энергии для восстановительных реакций в почвах.
15. Эмиссия CO2 из переувлажненных почв. Потеря летучих органических кислот при затоплении почв. Метан как продукт анаэробного разложения органического вещества.
16. Механизмы редуктивного растворения оксидов и гидроксидов металлов.
17. Механизмы трансформационных изменений глинистых минералов при окислении-восстановлении структурного железа.
18. Изменение заряда, ЕКО, удельной поверхности и водоудерживающей способности минералов при восстановлении структурного железа.
19. Реакции окисления хрома, марганца, мышьяка, плутония, кобальта, никеля, свинца.
20. Роль оксидов и гидроксидов марганца как катализатора в реакциях окисления тяжелых металлов.
21. Реакции восстановления Mn, Co, Fe. Реакции восстановления органических поллютантов.
22. Редуктивное растворение оксидов марганца органическими поллютантами.
23. Роль Fe2+ в восстановлении 4-хлорнитробензола и Cr(VI).
24. Роль окислительно-восстановительных реакций в окислении нефтепродуктов. Скорость окисления алифатических и ароматических углеводородов при аэробном и анаэробном окислении.
25. Взаимодействие оксиданта и редуктанта, адсорбированных на твердой поверхности. Роль окислительно-восстановительных реакций на поверхности твердых частиц в изменении свойств почв и почвенных растворов.
26. Механизмы образования поверхностного комплекса с участием реакции окисления-восстановления и уравнения, описывающие кинетику его образования.

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 *Устный опрос*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *Устный опрос*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *Устный опрос*	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

Sparks D.L. Soil physical chemistry. 2nd ed. Boca Raton, Boston, London New York, Washington CRS Press 1999

The Surface Chemistry of Natural Particles Sposito G. Oxford University Press. 2004.

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
2. soils.stanford.edu›classes/GES166…HO4_Redox.doc
3. folk.uio.no›rvogt/CV/Presentations/Soil chemistry…
4. SSC 102 Soil Chemistry

- Описание материально-технической базы

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

10. **Язык преподавания:**

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:**

Курс направлен на изучение окислительно-восстановительных процессов в почвах. В курсе дается определение окислительно-восстановительного потенциала и обсуждаются основные потенциал-определяющие системы в почвах. Дается комплексная оценка окислительно-восстановительного состояния почв**.** Подробно рассматривается участие окислительно-восстановительных реакций в разрушении и трансформации глинистых минералов. Излагаются принципы регулирования окислительно-восстановительного режима почв.