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:

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

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

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 ***06.03.02 Почвоведение*** программы *бакалавриата*

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2020 года № 1370

---

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, профессиональный блок, по выбору

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
Из «Блока общенаучной подготовки»:
Высшая математика
Физика
Общая химия
Органическая химия
Физическая химия
Из «Блока общепрофессиональной подготовки»:
Почвоведение

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-2, Б-СПК-3	Б-СПК-2.1, Б-СПК-2.2, Б-СПК-3.1, Б-СПК-3.2	**Знает**: Показатели и способы оценки цветности, светопоглощения и спектральной отражательной способности почв. Основы колориметрии и методы цветовых измерений. Теоретические основы дистанционного зондирования Земли и обработки аэро- и космических данных. Приемы обработки спектров. **Умеет:** получать, обрабатывать и анализировать спектры отражения для получения информации о состоянии почв. Рассчитывать количественные спектральные показатели с обработкой информации на современных средствах вычислительной техники. Применять специализированные программы для обработки спектров и фотоснимков. Изучать динамику изменения поверхности почв по спектральной информации. Изучать экологическое состояние территорий с использованием спектральных данных. Производить оценку и определять изменения состояния параметров поверхности почв на основе спектральных данных. **Владеет:** Правилами подготовки почв к получению спектров. Принципами работы, правилами пользования спектрофотометрами. Методами и средствами получения и обработки спектров отражения. Методиками определения показателей отражательной способности почв. Алгоритмами расчета показателей цвета. **Имеет опыт деятельности**: Оценки состояния почв по показателям спектров отражения, цифровым фотоизображениям.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е.**,** в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** лекции, с использованием средств дистанционного сопровождения учебного процесса, самостоятельная работа обучающихся *(отметить, если дисциплина или часть ее реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)*

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**	Работа с литературой, рефераты по темам		**Всего**
Раздел 1. История учения о свете и цвете. Природа и свойства электромагнитных волн. Строение вещества. Взаимодействие энергии и вещества. Происхождение, природа и виды спектров. Виды спектрального анализа.	14	7				7	7		7
Форма текущей аттестации по разделу	***к***онтрольная работа								
Раздел 2. Причины и факторы формирования цветности органических и неорганических веществ.	10	6				6	4		4
Форма текущей аттестации по разделу	контрольная работа								
Раздел 3. Показатели и способы оценки цветности, светопоглощения и спектральной отражательной способности почв	12	6				6	6		6

Форма текущей аттестации по разделу	контрольная работа								
Раздел 4. Взаимодействие света с почвой. Физические свойства почв и показатели отражения ими света. Влияние вещественного состава почв на коэффициенты отражения	18	8				8	6		6
Форма текущей аттестации по разделу	контрольная работа								
Раздел 5. Спектральная отражательная способность разных типов почв.	9	4				4	5		5
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 6. Дистанционные методы исследований и спектральная отражательная способность почв. Применение показателей отражения для изучения почвенного покрова	9	5				5	4		4
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Промежуточная аттестация	*зачет*						4		
Итого:	**72**	**36**					**36**		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭНЕРГИИ И ВЕЩЕСТВА. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ПРИРОДА И ВИДЫ СПЕКТРОВ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Тема 1. Из истории развития учения о свете. Ранние представления о природе зрения и света. Аристотель, Демокрит, Пифагор, Декарт о природе и свойствах световых лучей. Работы И. Ньютона, Х. Гюйгенса, Т. Юнга, Д. Максвелла. Волновая, корпускулярная, электромагнитная теории света. Исследования электромагнитных волн и природы света в 20 веке. Вклад А.Эйнштейна, М.Планка, Л. де Бройля в исследования свойств световых волн. Свет и вещество. Атомная модель Резерфорда. Постулаты Бора. Принцип неопределенности В. Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Состояние электронов в атомах.

Тема 2. Квантовая природа распространения световых волн. Энергия фотонов. Строение атома и взаимодействие света и вещества. Корпускулярно-волновой дуализм элементарных частиц. Энергетические переходы в атомах и молекулах веществ под действием света. Особенности воздействия электромагнитных волн разной мощности на вещество. Оптические спектры, типы спектров. Атомные и молекулярные спектры, их природа. Электронные и колебательно-вращательные спектры, природа, применение. Атомно-эмиссионные и атомно-адсорбционные спектры; методы анализа, основанные на применении атомной спектроскопии. Спектрофотометрия: виды, основы, применение для изучения почвенных компонентов. Инфракрасная и флюоресцентная спектроскопия.

Раздел 2. ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Тема 1. Связь между окраской и строением вещества. Энергия электромагнитных волн и проявление цветности. Состояние электронов в молекулах органических и неорганических веществ. Влияние природы химической связи на окраску. Разрешенные электронные переходы в органических молекулах. Механизмы проявления окраски у органических веществ. Природные красители, почвенные пигменты и строение их молекул. Оксиантрахиноны, каротиноиды, хлорофилл. Понятие о хромофорах и ауксохромах, их роль в формировании окраски почвенных пигментов. Теория цветности органических соединений. Батохромный и гипсохромный эффект. Факторы, их вызывающие. Особенности строения гумусовых веществ и их влияние на окраску.

Тема 2. Природа идиохроматической окраски неорганических соединений. d-d электронные переходы, переходы с переносом заряда, дефекты кристаллической решетки. Комплексные соединения и окраска. Понятие об эффекте кристаллического поля (ЭКП). Факторы, влияющие на величину ЭКП. Связь между ЭКП и окраской вещества. Спектрохимический ряд лигандов. Минеральные пигменты и особенности их строения. Понятие о центрах окраски кристаллов: собственные и примесные центры. Влияние особенностей кристаллической решетки на окраску.

Раздел 3. ПОКАЗАТЕЛИ И СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ЦВЕТНОСТИ, СВЕТОПОГЛОЩЕНИЯ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ.

Тема 1. Восприятие цвета. Спектры источников света и их влияние на окраску. Показатели цвета по Гельмгольцу: спектральный тон, насыщенность, яркость. Светлота. Хроматические, ахроматические, спектральные цвета. Спектры хроматически и ахроматически окрашенных объектов. Оценка цветности. Дополнительные цвета, взаимонезависимые цвета. Субтрактивный и аддитивный способ образования цвета. Первичные и вторичные цвета. Способы определения и измерения цвета. Метод RGB. Метод CIE XYZ (в модификации Харди), его применение для почв. Метод вращающегося диска Хаттона, модификации Ч.Шоу, Д.Тейлора. Визуальные определения и измерения цвета почв. Коэффициенты цветности по И. И. Карманову (1974), шкалы цветов (шкалы

почвенных окрасок С.И.Тюремнова (1927), Н.А.Архангельской (1932), атлас Манселла (1954)). Система показателей цветности CIE Lab. Коэффициенты L, a, b и их применение для оценки содержания почвенных пигментов и некоторых ЭПП. Модель HSB и смысловое значение ее показателей. Расчет показателей цвета: переходы между колориметрическими шкалами; исследование связи с вещественным составом почвы: пересчет спектра отражения, окраски Манселла в цветовые координаты –X, Y, Z, CIE-Lab, RGB. Программы для PC, предназначенные для работы с цветом.

Тема 2. Показатели светопоглощения почвенных компонентов. Главные почвенные пигменты, отвечающие за поглощение света. Закон Бугера-Бера. Коэффициенты экстинкции и цветности гумусовых веществ зонально-генетического ряда почв. Два способа выражения Е-величин. Интегрально-дифференциальный метод анализа спектров и система количественных базисных показателей спектральной отражательной способности почв по Д.С.Орлову (1995).

Раздел 4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ПОЧВОЙ. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ПОКАЗАТЕЛИ ИХ СВЕТООТРАЖЕНИЯ. ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТРАЖЕНИЯ

Тема 1. Уравнение энергетического баланса для поверхности почв. Пропускание света почвами, понятие оптически активного слоя. Факторы, влияющие на величину пропускания. Способы оценки пропускания света почвами. Поглощение света почвами и почвенными компонентами. Уровни поглощения света почвами разных генетических типов. Поглощение ИК-излучения неорганическими и органическими компонентами почв. Метод инфракрасной спектроскопии (ИКС), его использование в почвоведении для изучения структуры гумусовых веществ и органо-минеральных взаимодействий. Рассеяние света. Релеевское рассеяние. Отражение света почвами. Виды отражения: стеклянное, зеркальное, диффузное, металлическое. Направленно-рассеянное отражение света почвами. Понятие об индикатрисах рассеивания. Показатели отражения. Коэффициенты отражения и коэффициенты яркости, их измерение. Различие между коэффициентами яркости и коэффициентами отражения почв. Спектральные и интегральные коэффициенты, их расчет, информативность. Съемка спектров отражения почв. Факторы, влияющие на результаты спектрофотометрирования (влажность, степень измельчения пробы, условия сьемки).

Тема 2. Влияние размера частиц на величины коэффициентов отражения почв, его природа. Влияние структурного строения почвы на измеряемые коэффициенты яркости. Неоднородность почвенной окраски, влияние соотношение площадей, занимаемых отдельными окрашенными компонентами на интегральное отражение света почвой. Подходы и расчетные уравнения для оценки доли компонента в смеси по спектрам отражения. Влияние влажности почв на светоотражение, его природа. Уравнения зависимостей между величинами коэффициентов отражения почв и влажностью. Линейные и нелинейные связи, их природа.

Тема 3. Влияние компонентного состава почв на отражательную способность. Главные почвенные хромофоры. Влияние гумуса на коэффициенты отражения почв. Закономерности изменений параметров уравнения экспоненты для почв разных типов. Влияние почвообразующих пород на дисперсию связи “коэффициенты отражения - гумус”. Роль качественного состава гумуса, его микроморфологии в создании уровней отражения света почвами. Влияние оксидов железа на окраску почв. Показатели, используемые для оценки содержания железа в почве. Маскирующие эффекты. Ограничения и методические подходы при выявлении влияния железа на светоотражение. Применение системы CIE Lab для определения красных пигментов. Индекс красноцветности и его модификации. Классификация элементарных почвенных процессов (ЭПП) с участием соединений железа в почвах по доле условного красного пигмента. Влияние гипса, карбонатов, легкорастворимых солей на отражение света почвами.

Природа зависимостей между содержанием солей разной растворимости и отражением почвой света. Влияние типа солей, влажности, сезона наблюдений. Маскирующие эффекты. Связи между показателями отражения и вещественного состава почв.

Раздел 5. СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ РАЗНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ.

Тема 1. Типы кривых отражения (Condit, 1970, Орлов, 1992). Отражение света поверхностными горизонтами почв, информативность этих показателей для диагностики почвенных типов. Изменение показателей спектральной отражательной способности почв в зонально-генетическом ряду. Возможности и ограничения применения коэффициентов отражения света почвами в связи с проблемой варьирования. Спектральные профили почв главных генетических типов. Классификация типов спектральных профилей почв.

Раздел 6. ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ. ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТРАЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА.

Тема 1. Основы дистанционных методов измерений спектральной отражательной способности почв, их классификация. Взаимодействие солнечной энергии с почвой и атмосферой. Понятие о разрешении съемки, виды разрешения. Многозональное сканирование со спутников системы LANDSAT, SPOT и др. Диапазоны съемки и их информативность. Основные подходы к обработке, коррекции и интерпретации данных дистанционных измерений спектральных показателей. Атмосферная коррекция и ее методы, геометрическая и радиометрическая коррекция. Композитный снимок, Спектральная классификация снимков и ее виды (с обучением и без обучения).

Тема 2. Применение дистанционных измерений спектральных показателей в целях картографирования, мониторинга процессов засоления, нефтезагрязнения, оценки гумусного состояния почв. Типы решаемых задач: количественная оценка; разделение (классификация) объектов дистанционной съемки; мониторинг. Использование регрессионного анализа, трансферных функций, многомерного анализа гиперспектральных данных. Применение показателей отражательной способности для диагностики степени смытости почв, уровня засоленности, классификационной принадлежности. Примеры и практические подходы: выбор спектрального интервала, сезона наблюдений, калибровка измерений по типичным объектам наблюдений. Растительные индексы, индексы засоления почв и их использование.

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

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

Темы для рефератов

1. История применения показателей отражательной способности для изучения почв и их свойств
2. Возможности и перспективы использования спектров отражения почв для исследования их вещественного состава
3. Системы оценки цветности почв
4. Опыт практического применения системы оценки цветности CIE Lab при изучении почв
5. Применение спектральной отражательной способности для оценки засоления почв
6. Использование показателей спектральной отражательной способности почв для изучения эрозионных процессов
7. Применение дистанционных методов для исследования почвенного покрова

8. Современные подходы к обработке спектров, полученных при дистанционных измерениях отражательной способности почвенного покрова
9. Применение показателей цветности при оценке почвообразовательных процессов
10. Влияние влажности на спектральные коэффициенты отражения.
11. Влияние нефти на показатели отражения почв и возможности диагностики нефтезагрязнения

Вопросы контрольной работы
1. Как длина хромофора в ряду соединений-гомологов влияет на возможность проявления ими окраски и на сам цвет (когда он есть)?
2. Как положение лиганда в спектрохимическом ряду влияет на величину энергии поглощения света раствором комплексного соединения?
3. Почему параметры уравнения, выражающего зависимость коэффициентов отражения почв от содержания в них органического вещества, разные для разных почв?
4. К какому типу относятся спектры поглощения растворов гуминовых кислот в видимом диапазоне (нужные подчеркнуть): сплошные, линейчатые, полосатые, молекулярные, атомные, электронные, колебательно-вращательные
5. Назовите и дайте трактовку трех показателей цвета (по Гельмгольцу)
6. Какие цвета относятся к первичным и почему?
7. Какие существуют виды отражения? Каким типом отражения характеризуются почвы?
8. Какие показатели спектра отражения используют для определения несиликатных форм железа в почве?
9. Почему окраска предметов воспринимается только при освещении их светом видимого диапазона?
10. Чем яркость цвета отличается от светлоты?
11. Дайте определение понятия «взаимонезависимые цвета»
12. Объяснить суть эффекта кристаллического поля (ЭКП). Как связаны величина ЭКП и окраска неорганических соединений?
13. Какова будет окраска раствора, если величина lmax в спектре поглощения 720 nm?
14. Какие показатели (перечислить и объяснить их смысл) используются для характеристики спектров поглощения окрашенных растворов?
15. Как система цветности Lab и производные из нее показатели (какие именно) применяются для изучения свойств почв (и каких именно)?
16. Как влажность (засоление/порозность/гранулометрический состав) влияет на коэффициенты отражения почв?
17. На чем основаны и чем отличаются системы цветности RGB и XYZ?
18. Классификация спектров отражения почв (типичные формы спектров)
19. Назвать и объяснить виды «разрешения» дистанционной съемки
20. Какие показатели цветности используются в системе CIE-Lab и что они характеризуют?

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**
1. Свет, его природа.
2. Характеристики световых электромагнитных волн: частота, длина волны, скорость света. Шкала электромагнитных волн.
3. Влияние размера частиц на величины коэффициентов отражения почв, его природа.
4. Влияние структурного строения почвы на измеряемые коэффициенты яркости.
5. Взаимодействие света и вещества. Кванты, их энергия.
6.Энергетические переходы в атомах и молекулах веществ под действием света, как причина избирательного светопоглощения.

7. Типы спектров, их природа.
8. Система количественных показателей (Орлов Д.С., 1995) оценки спектральной отражательной способности почв. Способ расчета и практическое применение.
9. Влияние соединений железа на спектральную отражательную способность почв.
10. Электронные и инфракрасные спектры поглощения почвенных компонентов, их природа, используемые в практических целях показатели.
11.Связь между окраской и строением вещества.
12.Теория цветности. Природа возникновения окраски органических соединений.
13. Влияние влажности на величины коэффициентов отражения почв, его природа.
14. Применение показателей отражения для оценки степени смытости почв.
15.Цвет. Показатели цвета: спектральный тон, насыщенность, яркость. Факторы, оказывающие влияние на восприятие цвета.
16.Способы оценки цветности.
17. Взаимодействие света с почвой. Уравнение энергетического баланса. Пропускание, поглощение, рассеяние света почвами.
18. Возможности и способы оценки нефтяного загрязнения по спектрам отражения почв.
19. Влияние гумуса на коэффициенты отражения почв, закономерности изменений параметров уравнения экспоненты для почв разных типов.
20. Роль качественного состава гумуса, особенностей его микроморфологии в создании уровней отражения света почвами.
21. Типы кривых отражения. Типы спектральных профилей почв разных генетических типов, факторы, их обусловливающие.
22. Использование показателей спектральной отражательной способности почв для оценки степени гумусированности
23. Влияние, гипса, карбонатов, легкорастворимых солей на отражение света почвами.
24. Дистанционные методы измерений спектральной отражательной способности почв, их классификация.
25. Взаимодействие солнечной энергии с почвой и атмосферой.
26. Отражение света почвами. Виды отражения, индикатриссы рассеивания.
27. Показатели отражения. Коэффициенты отражения и коэффициенты яркости, их измерение.
28. Съемка спектров отражения почв. Факторы, влияющие на результаты спектрофотометрирования.
29.Получение, обработка и интерпретация данных дистанционных измерений спектральных показателей.
30. Природа окраски неорганических соединений. Эффект кристаллического поля (ЭКП). Факторы, влияющие на ЭКП.
31. Влияние неоднородности почвенной окраски на коэффициенты отражения почв, соотношения объемов и площадей.
32. Использование показателей спектральной отражательной способности почв для оценки степени засоления почв

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 *контрольные работы и тесты*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *практические контрольные задания, написание и защита рефератов*	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) *практические контрольные задания (кейсы)*	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

Основная литература:

1. Караванова Е.И. Оптические свойства почв и их природа. Москва. Изд-во Моск.ун-та.2003;
   Караванова Е.И., Кириллова Н.П. Отражательная способность и цвет почв. Москва: Русайнс, 2020;
2. Кириллова Н.П., Силёва Т.М., Ульянова Т.Ю. и др. Диагностика почвенных горизонтов по цвету (на примере почв Подмосковья). Почвоведение. 2018. №11;
3. Фадеев Г.Н. Химия и цвет. Москва Просвещение. 1983;
4. Зборищук Ю.Н. Дистанционные методы инвентаризации и мониторинга почвенного покрова (в 2 ч.). Москва.МГУ.1992, 1994;
5. Малинников В. А., Стеценко А. Ф., Алтынов А. Е., Попов С. М. Спектрометрирование аэроландшафта. Москва . МИИГАиК. 2009

Дополнительная литература

1. Орлов Д.С., Суханова Н.И., Розанова М.С.Спектральная отражательная способность почв и их компонентов. Москва. МГУ. 2001;
2. Водяницкий Ю.Н., Шишов Л.Л. Изучение некоторых почвенных процессов по цвету почв. Москва. Россельхозакадемия. 2004;
3. Водяницкий Ю.Н., Кириллова Н.П. Использование системы CIE-L*a*b* для характеристики цвета почв//Почвоведение, № 11, 2016;
4. Кириллова Н.П., Водяницкий Ю.Н., Силёва Т.М. Перевод цветовых характеристик почвы из системы Манселла в систему CIE–L*a*b*// Почвоведение, 2015, № 5;

5. КирилловаН.П., СилёваТ.М. Анализ цвета почв с использованием цифроой фотокамеры// Вестник МГУ. Сер.17. Почвоведение. 2017. № 1;
6. Kirillova N.P., Kemp D.B., Artemyeva Z.S. Colorimetric analysis of soil with flatbed scanners// Eur J Soil Sci, 2017. V.68. pp.420-433.
7. Федченко П.П., Кондратьев К.Я. Спектральная отражательная способность некоторых почв. Ленинград. Гидрометеоиздат. 1981;
8. Карманов И.И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатели их свойств. Москва. Колос. 1974.

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

http://www.brucelindbloom.com/index.html?Calc.html
https://www.rit.edu/cos/colorscience/rc_useful_data.php

- Описание материально-технической базы

Помещения
- Лекционное: аудитория, оборудованная оргтехникой (проектор, компьютер, выход в интернет)
Оборудование:
Необходимая оргтехника, компьютер и др.
Иные материалы
Демонстрационные материалы: образцы минералов, препараты гумусовых веществ, спектрофотометр для измерений спектров отражения

10. **Язык преподавания:**
Русский
11. **Преподаватель (преподаватели):**
ФИО Караванова Елизавета Ильинична
Должность доцент
Ученая степень (когда и где присуждена) к.б.н 1991. МГУ
Ученое звание (когда и кем присвоено) доцент 2005. МГУ

12. **Разработчики программы:**
ФИО Караванова Елизавета Ильинична
Должность доцент
Ученая степень (когда и где присуждена) к.б.н 1991. МГУ
Ученое звание (когда и кем присвоено) доцент 2005. МГУ

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Рассмотрены теоретические основы теории цветности органических и неорганических соединений, терминологический аппарат, используемый в молекулярной спектрометрии видимого диапазона, количественные показатели спектров. Обсуждаются понятия спектральной отражательной способности и цвета почв, показатели, используемые для их выражения и оценки, характеристики и способы измерений. Дается анализ различных колориметрических систем, методов и приборов для измерений спектров отражения и цвета почв, особенностей их использования применительно к почвам. Обсуждены вопросы влияния источника освещения, способы перехода от спектров отражения к цветовым показателям, измеренным в разных цветовых пространствах. Рассмотрена система представлений о природе цветности почв, количественных закономерностях

отражения света почвами в зависимости от их вещественного состава и физического состояния. Анализируются особенности формирования спектральной отражательной способности почв разных генетических типов. Рассматриваются примеры и возможности использования показателей отражения и цвета почв при диагностике и классификации почв, дистанционном мониторинге.