

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

А.Л. Толстик

(подпись)

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-10004 /уч.

БИОФИЗИКА ПОЧВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 02 01 География (по направлениям)
Направление специальности 1-31 02 01-02 География (научно-
педагогическая деятельность)

2016 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта 1-31 02 01-02 2013 и учебного плана № G 31-151/уч. 2013

Составитель: Н.В. Клебанович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Рекомендована к утверждению:
кафедрой почвоведения и земельных информационных систем
29 марта 2016 года, протокол № 9

Учебно-методической комиссией географического факультета Белорусского государственного университета 29 апреля 2016 года, протокол № 8

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биофизика почв – наука о количественных закономерностях структурно-функциональной организации почв как динамических биокосных систем, методах их исследования и менеджмента.

Эта наука находится на стыке между физикой, биологией и почвоведением, изучает физические аспекты существования почвы как элемента живой природы на всех её уровнях. Она изучает физические процессы и явления, протекающие в почвах с участием биологической субстанции, выявляет связи между физическими механизмами почв и биологическими особенностями их функционирования. В наибольшей мере она развивает знания, полученные в курсе «География почв с основами почвоведения» и «Химическая мелиорация почв».

Важнейшее содержание биофизики почв составляют: нахождение общих принципов биологически значимых взаимодействий в почве, раскрытие природы физических и биологических явлений в почвах.

Цель изучения дисциплины: получение знаний о количественных закономерностях структурно-функциональной организации почв как динамических биокосных систем Земли, методах их исследования и менеджмента.

Задачи дисциплины: обучение современным принципам и методам количественного описания биологических и физических свойств почв; пониманию особенностей органического вещества почв, закономерностей физических, физико-механических, водных режимов и свойств почв, газового и энергетического режима, явлений термо- и гидродинамики в почвах; обучение исследованию взаимосвязей между физическим состоянием почв и агроэкологическим качеством почв для постижения законов формирования плодородия почв и повышения его уровня.

Студент должен знать:

- состав и физические свойства почв, важные для плодородия;
- виды почвенной воды, почвенно-гидрологические константы, типы водных режимов почв и способы их оптимизации;
- особенности физико-механических свойств различных почв;
- состав и структуру почвенной биоты, органического вещества почв, их роль в почвенном плодородии.

Студент должен уметь:

- использовать полученные знания при решении вопросов регулирования биологического и водно-физического состояния почв, принимая экологически грамотные решения;
- увязывать плодородие конкретной почвы с ее биологическими и физическими свойствами и режимами;
- **Студент должен владеть:**
- методикой изучения физических и биологических свойств.

В результате освоения программы учебной дисциплины «Биофизика почв» специалист должен обладать профессиональными компетенциями:

- *в научно-исследовательской деятельности:*

- ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, законы и закономерности наук о Земле в профессиональной деятельности.

- ПК-4. Определять проблемы в области наук о Земле и осуществлять постановку научных задач, представляющих как теоретический интерес, так и практическую значимость в области глобального и регионального природопользования.

- ПК-5. Проводить анализ результатов полевых и экспериментальных исследований и измерений, оценивать их достоверность и осуществлять математическую обработку.

- ПК-6. Формулировать из полученных полевых и экспериментальных результатов корректные выводы и давать рекомендации по их практическому применению.

- ПК-8. Составлять отчеты по научно-исследовательским работам, готовить научные доклады и статьи, сообщения, рефераты.

В проектно-изыскательской деятельности

- ПК-9. Выполнять полевые и лабораторные исследования состояния отдельных природных компонентов, природных, природно-антропогенных и социально-экономических комплексов.

- ПК-14. Выбирать оптимальные рекомендации по разрешению отраслевых, региональных, национальных и глобальных проблем в области природопользования.

- ПК-15. Выполнять анализ и математическую обработку результатов полевых и экспериментальных исследований в области наук о Земле.

- ПК-16. Реализовывать на практике принципы и нормативы рационального природопользования.

В организационно-управленческой деятельности

- ПК-29. Планировать и организовывать проектно-производственную деятельность в области рационального природопользования.

- ПК-30. Анализировать и оценивать собранные данные, решать исследовательские и педагогические задачи с использованием методов комплексного системного анализа.

- ПК-35. Пользоваться глобальными информационными ресурсами для решения задач природопользования.

- ПК-36. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

На дисциплину "Биофизика почв" отводится всего 134 часов, из них 50 аудиторных часов (36 ч. – лекции, 10 ч. – практические занятия, 4 ч. – УСР). Форма текущей аттестации – экзамен в седьмом семестре.

Форма получения высшего образования – дневная.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основы биофизики почв.

1.1. Понятия, методы, межпредметные связи

Биофизика почв – наука о физических свойствах и процессах организации почвы как биокосной системы. Предмет биофизики. Схема и иерархические уровни организации биокосных систем. Специфика живого вещества с точки зрения современной физики. Фундаментальные и прикладные задачи биофизики почв. История становления биофизического направления в почвоведении, межпредметные связи. Биофизика в приложении к земледелию.

1.2. Почва как биокосное тело. Фазовый состав почв

Принципы количественного описания почвы как биофизической системы. Выделение границ почв во времени и пространстве, понятие целостности. Связи между показателями состояния почв, их виды и способы формализации. Термодинамический (равновесный) и кинетический подходы к количественному описанию почв. Термодинамическое равновесие и стационарное состояние. Скорость и градиент – характеристики динамики состояний почвенной системы. Основные фазы почв – твердая, жидкая, газообразная и живая. Базовая модель функционирования почвы как физической биокосной системы. Внешняя и внутренняя организация (самоорганизация). Проблема экстраполяции, масштабирования и учета пространственной неоднородности почв, сочетание детерминистских и стохастических подходов при их количественном описании.

2. Живая фаза и органическое вещество почв

2.1. Живая фаза почв.

Мезофауна почв и ее роль в педогенезе. Основные виды воздействия почвенной фауны на физическое состояние почв. Микробиота почв, ее структура, значение, особенности функционирования. Бактерии, грибы и актиномицеты, водоросли. Микробиологическая активность почв. Дыхание почв. Биомасса и скорости трансформации живого вещества экосистем (фитоценоз, зооценоз, микробоценоз). Воздействие зооценоза (агрегирование, гомогенизация почвы, рыхление, биогенные каналы). Высшие растения и их роль в педогенезе. Особенности влияния отдельных видов растительности (хвойной, лиственной древесной, кустарниковой, травянистой, моховой) на процесс почвообразования.

2.2. Состояние и динамика органического вещества в почве.

Состояние и динамика органического вещества в почве. Компоненты органического вещества почв и их номенклатура. Источники органического вещества почв. Понятие о минерализации и гумификации. Влияние внешних условий на процессы трансформации органического вещества. Гипотезы гумификации. Кинетическая теория гумификации. Период биологической

активности (ПБА) и степень насыщенности основаниями как факторы, определяющие гумусовое состояние почв. Специфические (гуминовые) и неспецифические соединения почвенного гумуса. Основные группы гумусовых веществ: гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумин, их особенности и роль в почвообразовании. Статистический характер состава и свойств гумусовых веществ. Понятие о гумусовом состоянии почв. Основные показатели гумусового состояния почв. Групповой и фракционный состав гумуса. Гумусовое состояние почв основных типов. Влияние гумуса на физические и химические свойства почв. Географические закономерности гумусообразования. Изменение гумусового состояния почв при различных формах антропогенного воздействия.

2.3. Источники органического вещества почв.

Показатели состояния - концентрации и запасы органических веществ (ОВ). Запасы биомассы, гумуса, детрита в различных почвах, ландшафтах и природных зонах. Балансовые модели трансформации ОВ. Модели углеродного цикла и трансформации ОВ. Характерные времена и константы минерализации (разложения) опада, детрита, гумуса, зависимость от состава вещества, гидротермических факторов. Методы определения показателей трансформации ОВ в почве – лабораторные, полевые эксперименты и расчетная оценка (по стационарным состояниям). Энергетическая оценка процессов трансформации ОВ (на примере агроэкосистем). Воздействие микроорганизмов и зооценоза на интенсивность разложения ОВ. Динамика ОВ в системе «биоценоз-почва». Распределенные модели динамики ОВ почвы, оценка показателей трансформации и переноса ОВ по форме органофила почвы.

3. Физика почв

3.1. Физическая организация почвы как биокосной системы.

Физическое состояние почвы как функция содержания и качества природных и синтетических ОВ. Влияние детрита на водно-физические и теплофизические свойства почв, искусственные органогенные горизонты (мульчирование). Влияние специфических органических веществ почвы на ее дисперсность, агрегатную структуру, плотность, гидро- и теплофизические характеристики, проницаемость для газов и жидкостей. Искусственное оструктурирование почв.

Современная термодинамическая концепция физического состояния почв. Теория и методы экологической оценки биофизического состояния почв. Использование современных инструментальных методов анализа при оценке земель и мониторинговых исследованиях. Воздействие живых организмов на физическое состояние биокосных систем. Биомасса и скорости трансформации живого вещества экосистем (фитоценоз, зооценоз, микробоценоз). Влияние микроорганизмов на физические свойства субстратов (твердую, жидкую и газовую фазы). Воздействие зооценоза

(агрегирование, гомогенизация (перемешивание) почвы, рыхление, биогенные каналы). Планетарная газовая функция почв, проблема парникового эффекта и загрязнения атмосферы. Роль почвенной биоты в регуляции состава и состояния атмосферы (на примере динамики парниковых газов (CO_2 , CH_4 , N_2O ...), неорганических (CO , SO_2 ...) и органических (ЛОВ) поллютантов. Средообразующая деятельность растений, влияние на водный, тепловой и газовый режимы почв. Организация лабораторных и полевых экспериментов по оценке влияния живых организмов на физическое состояние биокосных систем и его динамику. Моделирование динамики физического состояния и газовой функции почв при аккумуляции и разложении ОВ (сукцессионные смены лесных БГЦ, деградация пахотных почв...). Гравитационные поля. Электромагнитные силы. Причины формирования и значимость почвенного электричества. Строение и свойства коллоидных мицелл. Определение электрических свойств почвы. Почвенная энергетика

Фотосинтез. Биологические мембраны и биофизические основы транспорта веществ. Электромагнитные свойства воды. О роли воды в первичных механизмах воздействия физических факторов на простейшие модели живых систем

3.2. Газообразная фаза почв.

Почвенный воздух, его состав и динамика. Воздухоемкость и воздушный режим почв. Аэрация. Формы почвенного воздуха. Воздушно-физические свойства почв. Состав почвенного воздуха и факторы, его определяющие. Воздухообмен почв. Конвективный и диффузионный перенос газов в почвах. Растворение газов. Динамика кислорода и диоксида углерода. Газообмен почвы с атмосферой. Дыхание почв.

3.3. Физические свойства почв.

Общие физические свойства. Значение объемной массы (плотности сложения) почв для формирования почвенного плодородия. Удельная поверхность почв и ее значение. Физико-механические свойства. Особенности физико-механических свойств почв разного гранулометрического состава. Реологические свойства почв. Константы Аттерберга. Сопротивление почвы сдвигу. Сопротивление сдавливанию и расклиниванию (твердость почвы). Пластичность, липкость почвы. Зависимость между физико-механическими свойствами почвы и ее сопротивлением при вспашке. Значение этих свойств для обработки почвы.

3.4. Физика воды в почве

Жидкая фаза почвы. Формы (категории) почвенной влаги. Водные свойства почв. Влагоемкость почв и ее виды. Гидрологические константы. Капиллярные явления в почвах. Доступность почвенной влаги. Типы водных режимов почв. Приемы улучшения водного режима почв в разных почвенно-климатических зонах.

Критические величины потенциалов почвенной влаги, определение экологически оптимальных диапазонов влагосодержания почв. Солевое состояние почвы и продуктивность растений (экспрессная оценка по электропроводности). Световой, тепловой, водный и газовый режимы, их роль в биопродуктивности. Влияние периодических внешних факторов на рост и развитие организмов. Периодическое минеральное питание растений, его зависимость от биологических и физических свойств почв.

4. Тепловые, магнитные свойства и радиоактивность почв.

Тепловые свойства и тепловой режим почв. Значение теплового баланса в формировании почв различных зон. Основные теплофизические характеристики почв. Теплообмен в почве. Температурный режим и его влияние на почвообразование и плодородие почв. Тепловой баланс почв. Мерзлотные явления в почвах.

Радиоактивность почв. Естественные радиоактивные изотопы в почвах, их распределение и возможная роль в почвообразовательном процессе. Радиоактивное загрязнение почвенного покрова.

Процессы переноса веществ, энергии и информации в почве. Механизмы и феноменологические законы переноса, диффузия, конвекция, дисперсия, хемотаксис, активный транспорт, эффекты сопряжения. Моделирование движения газообразных веществ, тепла, влаги и растворов в распределенных биокосных системах. Дифференциальный анализ воздействия организмов и продуктов их жизнедеятельности на процессы переноса в почвах.

5. Прикладные аспекты биофизики почв.

Физические условия роста и развития организмов в почве, их количественная оценка. Условия развития микроорганизмов (дисперсность, пористость, активность (термодинамический потенциал) влаги, аэрированность, температура). Потребности высших растений. Оценка влияния структурного состояния и уплотнения почвы на ее физическое плодородие.

Прикладные аспекты биофизики почв. Элементы теории управления почвами как сложными динамическими системами. Оптимизация свойств и состояний, учет экологических последствий воздействия на окружающую среду. Численные примеры: минимизация затрат на внесение удобрений. Электрохимические поля в почве как фактор плодородия и экологической стабилизации. Эффективность локализации удобрений при переуплотнении почв. Применение электромагнитного поля для улучшения агрохимических показателей почв. Электронеутрализация кислых почв.

Оптимальные режимы эксплуатации, орошения и обработки почв, органическое земледелие, организация бездефицитного баланса ОВ почв. Использование термодинамической концепции физического состояния почв при их проектировании. Слоистые почвенные конструкции для выращивания зеленых газонов, режимы орошения.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Всего по дисциплине	36	10				4	
1	Основы биофизики почв	4						
1.1	Понятия, методы, межпредметные связи. Предмет биофизики.	2						Тестирование
1.2	Почва как биокосное тело. Фазовый состав почв.	2						Тестирование
2	Живая фаза и органическое вещество почв	6					2	
2.1	Мезофауна и микробиота почв, влияние растительности	2						Коллоквиум
2.2	Состояние и динамика органического вещества в почве.	2						Тестирование
2.3	Источники и показатели состояния органического вещества почв.	2					2	Контр. работа
3	Физика почв	16	6				2	
3.1.	Физическая организация почвы как биокосной системы.	2	2					Тестирование
3.2	Газообразная фаза почв. Почвенный воздух, его состав и динамика.	2						Проверка практикума
3.3	Физические свойства почв. Общие физические свойства.	4	2					Коллоквиум
3.4	Жидкая фаза почвы. Формы (категории) почвенной влаги.	8	2				2	Проверка практикума
4	Тепловые, магнитные свойства и радиоактивность почв.	4	2					Контр. работа
5	Прикладные аспекты биофизики почв.	6	2					Коллоквиум

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М., 1989 г.
2. Богатырев Л.Г. Рыжова И.М. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании. МГУ, 1994.
3. Воронин А.Д. Основы физики почв. М.МГУ, 1986, 244 с.
4. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М., 1986 г.
5. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М., 1990 г.
6. Клебанович Н.В. Физика почв. Учебные материалы по дисциплине «Биофизика почв». / Минск : БГУ. – 2015. – 41 с.
7. Клебанович Н.В. Вода в почве. Практикум по дисциплине «Биофизика почв». / Минск : БГУ. – 2014. – 35 с.
8. Рубин А.Б. Биофизика. М.: Высшая школа, 1987. 320 с.

Дополнительная литература

1. Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М. Наука, 1986, 297 с.
2. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. М.: Мир, 1981. 256 с.
3. Райс Э. Аллелопатия М. Мир, 1978. 392 с.
4. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества... М.-Л. Наука, 1965. 254 с.
5. Campbell G.S. Soil Physics with BASIC. Elsevier Sci. 1985. 268 p.
6. Гришина Л.А. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании МГУ, 1974.
7. Деградация и охрана почв / Под общей ред. акад. РАН Г.В.Добровольского. М.: Изд-во МГУ, 2002. - 654 с.
8. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука; МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000, 185 с.
9. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв, изд. МГУ, 1995, 224 с.
10. Смагин А.В. Газовая фаза почв. М. МГУ, 1999. 200 с.
11. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Хайдапова Д.Д., Шевченко Е.М. Экологическая оценка биофизического состояния почв. М. МГУ, 1999, 48 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. **УСР № 1** Расчет показателей физического состояния
2. **УСР № 2** Расчет энергетической эффективности элементов биологического круговорота

Контроль УСР осуществляется в виде проверки расчетных заданий.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Определение плотности, водоподъемной способности
2. Определение запасов влаги, норм полива
3. Полевое изучение влажности и плотности почв
4. Расчет показателей гранулометрического состава по треугольнику Ферре

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. Коллоквиумы
2. Тесты.
3. Контрольные опросы.
4. Контрольные работы.
5. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. География почв с основами почвоведения	Почвоведения и ЗИС	Нет изменений	Вносить изменений не требуется. протокол №10 от 25 апреля 2016 г.
2. Химическая мелиорация почв	Почвоведения и ЗИС	Нет изменений	Вносить изменений не требуется. протокол №10 от 25 апреля 2016 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

Доктор с.-х. наук, доцент

Клебанович Н.В.

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)