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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Моделирование динамики углерода в наземных экосистемах

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Экотехнологии

Форма обучения: очная

Москва 2023

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 05.04.06 Экология и природопользование программы магистратуры.

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол № 7).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** *относится к вариативной части ОПОП, является курсом по выбору.*

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** *перечень освоенных дисциплин*
Высшая математика
Физика
Биология

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**
МПК-3	МПК-3.1	Владеть теорией и навыками практического анализа в области математического моделирования динамики углерода в наземных экосистемах Уметь понимать, излагать и критически с помощью математических методов анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования Уметь количественно анализировать полученные расчетные и известные из литературы результаты по математическому моделированию динамики углерода в наземных экосистемах.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е., в том числе 24 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 48 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный

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**			**Всего**
Раздел 1	6	4				4			2
Форма текущей аттестации по разделу	Устный опрос в рамках занятий лекционного типа								
Раздел 2	8	6				6			2
Форма текущей аттестации по разделу	Устный опрос в рамках занятий лекционного типа								
Раздел 3	6	2	2			4			2
Форма текущей аттестации по разделу	Устный опрос в рамках занятий лекционного типа								
Раздел 4	4		2			2			2
Форма текущей аттестации по разделу	Устный опрос в рамках занятий семинарского типа								
Раздел 5	48		8			8			40
Форма текущей аттестации по разделу	Устный опрос в рамках занятий семинарского типа. Доклады с презентациями; итоговый письменный отчет.								
Промежуточная									

аттестация - зачет					
Итого:	72	12	12	24	48

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Современные подходы к моделированию динамики углерода в наземных экосистемах.

Общая блок-схема имитационных моделей экосистем. Биотический, абиотический, климатический блоки. Общая схема потоков вещества и энергии в экосистеме. Диаграммы Дж. Форрестера. Понятие о характерном времени процессов.

Принцип лимитирующих факторов. Функции отклика. Регрессионные модели. Статистические имитаторы климата.

Цели прогнозного моделирования: (а) прогноз отклика экосистемы на изменение ее структуры; (б) прогноз отклика экосистемы на изменение внешних условий.

Раздел 2. Модель Century и ее основные особенности.

Пулы и потоки углерода в модели Century. Потоковые диаграммы для травянистых и древесных экосистем. Схема расчета влажности почвы в модели Century.

Экспериментальные площадки, использованные при настройке модели Century.

Воздействия на экосистему, моделируемые в модели Century.

Раздел 3. Структура входных данных модели Century.

Климатические данные. Почвенные данные. Данные о растительности.

Данные о характере возможных воздействий на экосистему.

Данные о начальном содержании углерода в различных пулах.

Раздел 4. Исполняемые файлы модели Century.

Файлы с расширением .sch: блоки и их структура. Команды событий и системные команды.

Просмотр и редактирование файлов данных. Просмотр и редактирование файлов с «расписанием». Проведение расчетов. Фильтрация и вывод результатов.

Основные выходные данные модели Century.

Раздел 5. Моделирование динамики углерода в различных типах наземных экосистем.

Моделирование динамики углерода с использованием готовых .sch-файлов и .100-файлов.

Редактирование файлов с входными данными. Моделирование отклика экосистем на потепление, аридизацию, изменение гранулометрического состава почвы.

Определение характерных времен достижения равновесных значений углерода при отсутствии внешних воздействий на экосистему.

Редактирование .sch-файлов. Моделирование внешних воздействий на экосистему: выпаса, полива, внесения удобрений, пожара, урагана. Определение характерных времен достижения равновесия после воздействия

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

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

Заповедники, использованные при настройке модели Century.
Моделирование отклика выбранных экосистем на потепление, аридизацию, изменение гранулометрического состава почвы.
Моделирование внешних воздействий на выбранную экосистему.

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

Биотический, абиотический, климатический блоки в моделях наземных экосистем. Общая схема потоков вещества и энергии в экосистеме. Диаграммы Дж. Форрестера. Характерные времена.

Функции отклика. Регрессионные модели. Статистические имитаторы климата.

Пулы и потоки углерода в модели Century.

Экспериментальные площадки, использованные при настройке модели Century.

Воздействия на экосистему, моделируемые в модели Century.

Структура входных данных модели Century: Климатические данные. Почвенные данные. Данные о растительности. Данные о характере возможных воздействий на экосистему. Данные о начальном содержании углерода в различных пулах.

Файлы с расширением .sch: блоки и их структура. Команды событий и системные команды.

Просмотр и редактирование файлов данных. Просмотр и редактирование файлов с «расписанием». Проведение расчетов. Фильтрация и вывод результатов.

Основные выходные данные модели Century.

Моделирование динамики углерода в различных типах наземных экосистем с использованием готовых .sch-файлов и .100-файлов.

Редактирование файлов с входными данными. Моделирование отклика экосистем на потепление, аридизацию, изменение гранулометрического состава почвы.
Редактирование .sch-файлов. Моделирование внешних воздействий на экосистему: выпаса, полива, внесения удобрений, пожара, урагана.

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 *(вид оценочных средств: устный экзамен)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

Основная литература

Шеин Е.В., Рыжова И.М. Математическое моделирование в почвоведении. М.: ИП Маракушев. 2016. 377 с.

Parton W., Schimel D.S., Cole C.V., Ojima D.S. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains Grasslands // Soil Sci. Soc. Am. J. 1987. 51(5): 1173-1179.

Parton W., Ojima D., Del Grosso S., Keough C. CENTURY Tutorial. 1993. P. 142.

Дополнительная литература

Bortolon E.S.O., Mielniczuk J., Tornquist C.G., Lopes F., Bergamaschi H. Validation of the Century model to estimate the impact of agriculture on soil organic carbon in Southern Brazil // Geoderma. 2011. 167-168:156-166.

Bricklemyer, R.S., P.R. Miller, P.J. Turk, K. Paustian, T. Keck, G.A. Nielsen. Sensitivity of the century model to scale-related soil texture variability // Soil Sci. Soc. Am. J. 2007. 71:784–792.

Husniev I., Romanenkov V., Minakova O., Krasilnikov P. Modelling and prediction of organic carbon dynamics in arable soils based on a 62-year field experiment in the Voronezh region, European Russia // Agronomy. 2020. 10(10):1607.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технической базы: аудитория, ПК, проектор, экран

10. **Язык преподавания:** русский

11. **Преподаватель (преподаватели):**

Архангельская Татьяна Александровна

Должность: профессор

Ученая степень (когда и где присуждена): дбн (16.01.2009 ВАК Минобрнауки РФ)

Ученое звание (когда и кем присвоено): доцент (14.01.2011 ВАК Минобрнауки РФ)

12. **Разработчики программы:**

Архангельская Татьяна Александровна
Должность: профессор
Ученая степень (когда и где присуждена): дбн (16.01.2009 ВАК Минобрнауки РФ)
Ученое звание (когда и кем присвоено): доцент (14.01.2011 ВАК Минобрнауки РФ)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Курс нацелен на обучение моделированию динамики углерода в наземных экосистемах с использованием модели Century. Вводная часть курса включает краткий обзор основных углеродных пулов в моделях травянистых/сельскохозяйственных и лесных экосистем. Используется свободно распространяемая программа Century; моделируются потоки и запасы углерода в различных типах наземных экосистем. Запасы углерода в почве, а также в наземной и подземной фитомассе оцениваются для нормальных погодных условий, для «потепления» с повышенными температурами воздуха и для «аридизации» и «гумидизации» климата с уменьшением и увеличением количества осадков. Моделируется влияние выпаса на травянистые экосистемы и сплошная вырубка для лесных экосистем. Существенную часть обучения составляет интерпретация результатов расчетов и их обсуждение в классе.