



*Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Астраханский
государственный технический университет» в Ташкентской
области Республики Узбекистан*

ФАКУЛЬТЕТ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель исполнительного директора

_____ Д.С. Джумонов

Рабочая программа дисциплины Математическое моделирование природных процессов и антропогенных воздействий

Направление

05.04.06 Экология и природопользование
Направленность Экологический мониторинг

Квалификация (степень)

Магистр

Форма обучения

очная

Автор:

д.б.н., профессор, Грушко М.П.

Распределение часов дисциплины по

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	12			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Практические	48	48	48	48
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	96	96	96	96
Итого	144	144	144	144

Программу составил:

д.б.н, профессор, Грушко М.П. _____

Рецензент:

к.б.н., доцент, Обухова О.В. _____

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование природных процессов и антропогенных воздействий

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование (приказ Минобрнауки России от 07.07.2020 г. № 897)

составлена на основании учебного плана:

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность Экологический мониторинг

утвержденного учёным советом института от 31.01.2025 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Общая экология и экономика

Протокол от 21.02.2025 г. № 7

Зав. кафедрой Турсинбаева Г.С.

Председатель УМС Джумонов Д.С. _____

Протокол от 25.02.2025 г. № 7

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является развитие системного мышления обучающегося, построения моделей разного уровня, в том числе математических, для решения научных и практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Информационные технологии в науке и производстве
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Преддипломная практика
2.2.1	Производственная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
Знать:	
Уровень 1	Усвоено основное содержание, но излагается фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не используются в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допускаются ошибки в их изложении, неточности в профессиональной терминологии.
Уровень 2	Определения понятий дает неполные, допускает незначительные нарушения в последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных категорий, формулировки выводов.
Уровень 3	Четко и правильно дает определения, полно раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию, при этом ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.
Уметь:	
Уровень 1	Выполняет не все операции действия, допускает ошибки в последовательности их выполнения, действие выполняется недостаточно осознанно.
Уровень 2	Выполняет все операции, последовательность их выполнения соответствует требованиям, но действие выполняется недостаточно осознанно.
Уровень 3	Выполняет все операции, последовательность их выполнения достаточно хорошо продумана, действие в целом осознано.
Владеть:	
Уровень 1	Владеет не всеми необходимыми навыками, имеющийся опыт фрагментарен.
Уровень 2	В целом владеет необходимыми навыками и/или имеет опыт.
Уровень 3	Владеет всеми необходимыми навыками и/или имеет опыт.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы системного анализа данных в профессиональной деятельности; методики разработки системных решений на основе формализации данных в системе (УК-1)
3.2	Уметь:
3.2.1	применять методы системного подхода и представления исходных данных в виде математических моделей (УК-1)
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками идентификации математических моделей для конкретных профессиональных задач (УК-1)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия и принципы системного анализа			УК-1		
1.1	Цели и задачи системного анализа. Определение системы, требования к системе, свойства и параметры систем. Связи в системе и их представление. /Пр/	3	4	УК-1	п. 6	
1.2	Основополагающий принцип моделирования. Определение модели. Структура математической модели, ее составляющие. Классификация математических моделей. Баланс численности популяции. /Пр/	3	2	УК-1	п. 6	
1.3	Символьное моделирование. Разработка блок-схем. /Пр/	3	4	УК-1	п. 6	
1.4	Разработка блок-схемы модели системы /Ср/	3	24	УК-1	п. 6	
1.5	Подготовка доклада и презентации по системному анализу (с демонстрацией разработанной блок-схемы). /Ср/	3	12	УК-1	п. 6	
	Раздел 2. Математическое моделирование в среде Excel			УК-1		
2.1	Одновидовые модели с непрерывным временем: модели Мальтуса и Ферхюльста. Одновидовые модели с дискретным временем: модель непрерывного развития популяции, модель Скеллама, модель, учитывающая интенсивность конкуренции (Смита и Слаткина), модель, учитывающая запаздывание во времени. /Пр/	3	6	УК-1	п. 6	
2.2	Динамические модели экологических процессов и антропогенных явлений. /Пр/	3	4	УК-1	п. 6	
2.3	Модель Лесли, учитывающая возрастную структуру популяции. Идентификация возрастных классов, коэффициентов выживаемости и коэффициентов рождаемости на основании эмпирических данных. /Пр/	3	8	УК-1	п. 6	
2.4	Токсикологическая модель, и ее возможности для анализа разных видов антропогенного воздействия на экосистемы. /Пр/	3	4	УК-1	п. 6	
2.5	Биологические ритмы, модель сезонных явлений. /Пр/	3	4	УК-1	п. 6	

2.6	Корреляционно-регрессионный анализ, регрессионные модели. /Пр/	3	6	УК-1	п. 6	
2.7	Задача оптимизации в экологических моделях. Древорешений. /Пр/	3	6	УК-1	п. 6	
2.8	Анализ построенных одновидовых моделей. Подготовка отчета по практическим работам /Ср/	3	18	УК-1	п. 6	
2.9	Выполнение индивидуального задания по разработке и построению математической модели в среде Excel. /Ср/	3	18	УК-1	п. 6	
2.10	Выполнение расчетов по решению задачи идентификации. /Ср/	3	12	УК-1	п. 6	
2.11	Разработка древа решения для проблемы, лежащей в основе системного анализа. /Ср/	3	12	УК-1	п. 6	
2.12	/ЗачётСОц/	3	0	УК-1		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

5.1.1. Выполните практическую работу и оформите ее результаты в соответствии с требованиями методических указаний.

5.1.2. Ознакомьтесь с вопросами, выносимыми на собеседование. Изучите рекомендованную литературу и проведите конспектирование важнейших источников. Подготовьте ответы на контрольные вопросы тем, выносимых на собеседование. Выполните задания по теме практического занятия, приведенные в методических указаниях по выполнению самостоятельной работы по дисциплине.

5.1.3. Дайте ответ на следующие примерные вопросы:

1. Каким требованиям должен удовлетворять объект, чтобы его можно было определить как систему?
2. Перечислите свойства, характерные для всех систем без исключения.
3. Как можно оценить сложность системы?
4. Дайте характеристику отношений обратной связи элементов системы.
5. Как определить направленность причинных связей между элементами системы?
6. Какие взаимоотношения между элементами системы должны присутствовать, чтобы к ним можно было применить принцип транзитивности?
7. Приведите пример контура с положительной обратной связью. Как изменяются количественные характеристики системы, в основе регуляции которой лежит контур с положительной обратной связью?
8. Приведите пример контура с отрицательной обратной связью. Как изменяются количественные характеристики системы, в основе регуляции которой лежит контур с отрицательной обратной связью?
9. Как эволюционируют сложные открытые динамические системы при условии поступления в систему энергии извне?
10. Как принцип Ле-Шателье используется при анализе поведения сложных систем?
11. Опишите основополагающий принцип моделирования.
12. Дайте определение модели.
13. В чем особенности экосистемного и популяционного подходов к выбору объекта моделирования?
14. Что такое адекватность модели и как она связана с границами применимости модели?

15. Приведите примеры составляющих математической модели.
16. Какой фазовый портрет имеют автоколебательные системы?
17. Перечислите способы переключения триггерных систем между режимами функционирования. Какой фазовый портрет характерен для таких систем?
18. В чем специфика имитационного моделирования систем по сравнению с другими видами моделирования?
19. В чем характерные особенности экосистем как объектов управления?
20. Дайте определение основной скорости воспроизводства популяции. Какие методы позволяют ее определить?
21. Какие типы корреляции бывают?
22. Как определить силу корреляционных связей между признаками?
23. Дайте определение регрессии, укажите ее виды.
24. Перечислите пороги вероятности безошибочных прогнозов.
25. Каковы свойства нормального распределения?

5.2. Темы письменных работ

Опишите систему с позиций системного анализа по следующему плану:

1. Определите цель и задачи моделирования, их иерархию.
2. Установите границы системы.
3. Определите взаимоотношения системы с надсистемой (окружающей средой): обменивается ли система веществом и энергией или она рассматривается как изолированная?
4. Определите входные и выходные переменные и параметры (какие данные должны заводиться при прогоне модели и какие данные модель должна показывать на выходе).
5. Разбейте систему на подсистемы. В подсистемах определите, по каким переменным и параметрам будет отслеживаться их состояние (блоки системы).
6. Установите функциональные взаимоотношения между блоками и подсистемами модели (с помощью графов).

Варианты систем:

1. Системный анализ динамики азота в обрабатываемой почве.
2. Моделирование системы «паразит - хозяин».
3. Антропогенная эвтрофикация водоема.
4. Системный анализ миграции тяжелых металлов в водоеме.
5. Модель влияния экологических факторов на интенсивность физиологических процессов у растений (варианты физиологических процессов: устьичная транспирация, фотосинтез, образование фитонцидов).
6. Системный анализ влияния утечки нефти на состояние морских биоценозов.
7. Системный анализ влияния экологических и социальных факторов на распространение заболевания (варианты заболеваний: вирусный гепатит, вирус гриппа, малярия).
8. Модели динамики численности населения.
9. Модели влияния современных экологических условий на динамику численности вида животного.
10. Модели выпаса сельскохозяйственного скота на пастбищах.
11. Системный анализ влияния флота на экологию водных экосистем.
12. Модель, предусматривающая создание городских зеленых зон с заданными экологическими свойствами.
13. Системный анализ влияния экологических условий на образование и рост кораллового рифа.
14. Модель парникового эффекта.
15. Модель антропогенной нагрузки на рекреационные зоны Астраханской области.
16. Моделирование влияния развития энергетики на состояние окружающей среды.
17. Модель социального стресса (напряженность в обществе).
18. Системный анализ энергетического баланса Земли.
19. Модель влияния экологических и социальных факторов на развитие ожирения у населения.
20. Системный анализ загрязнения природной среды выхлопными газами автотранспорта.

5.3. Фонд оценочных средств

Основные тестовые задания, выносимые для оценки сформированности компетенции УК-1 следующие:

1. Моделями с дискретным временем из представленных являются
а) Скеллама; б) Ферхюльста-Перля; в) Мальтуса; г) Лотки-Вольтерра.
2. В задаче идентификации определяются
а) переменные; б) параметры; в) функциональные зависимости; г) ограничения.
3. Системный подход характеризуется
а) рассматривает систему путем перехода от частного к общему;
б) рассматривает систему путем перехода от общего к частному;
в) конструирует систему путем слияния ее компонент, разрабатываемых отдельно;
г) в основе моделирования лежит цель функционирования системы.
4. Формализация связей в системе может осуществляться в виде
а) логических отношений; б) функциональных отношений; в) вербального описания.
5. Основополагающим принципом моделирования является
а) раскрытие важных причинно-следственных связей;
б) структурно-функциональное соответствие модели и исследуемого объекта;
в) измеряемость структурных элементов модели;
г) нахождение варианта течения процесса, при котором выбранный критерий принимает оптимальное значение.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Тестирование (УК-1.1).

Отчет по практической работе (УК-1.2, УК-1.3).

Подготовка доклада и презентации (УК-1.2, УК-1.3).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

- 6.1.1. Ризниченко, Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: учебное пособие для вузов / Г.Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470480> .
- 6.1.2. Гашев, С.Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472320>.
- 6.1.3. Математическое и компьютерное моделирование в экологии : учебное пособие / С. В. Бобырев, А. В. Косарев, А. Л. Подольский [и др.]. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2012. — 106 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76487.html>
- 6.1.4. Ризниченко, Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии / Г. Ю. Ризниченко. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-4344-0734-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91957.html>

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

6.2.1. <http://mathbio.ru/> - Модели в биологии. Сайт Галины Юрьевны Ризниченко.

6.2.2. <http://www.medline.ru/> - Курсы по статистике для студентов

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Adobe Reader - Программа для просмотра электронных документов
6.3.1.2	ESET Endpoint Antivirus + ESET Server Security - Средство антивирусной защиты
6.3.1.3	Google Chrome - Браузер
6.3.1.4	Moodle - Образовательный портал Филиал ФГБОУ ВО «АГТУ» в Ташкентской

	области Республики Узбекистан
6.3.1.5	Mozilla FireFox - Браузер
6.3.1.6	Microsoft 365 - Программное обеспечение для работы с электронными документами
6.3.1.7	7-zip - Архиватор
6.3.2 Перечень информационных справочных системы профессиональных баз данных	
6.3.2.1	Электронно – библиотечная система «Лань»
6.3.2.2	Образовательная платформа «Юрайт»
6.3.2.3	Цифровой образовательный ресурс «IPR SMART»
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Аудитории для проведения: - лекционных занятий с набором демонстрационного оборудования (компьютер, экран, проектор); - практических работ, оснащенные компьютерной техникой (компьютерный класс); - текущего контроля и промежуточной аттестации; - проведения групповых и индивидуальных консультаций.
7.2	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде филиала.
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
8.1. Грушко М.П. Математическое моделирование природных процессов и антропогенных воздействий: методические указания к практическим занятиям по дисциплине для студентов направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование». / Филиал АГТУ, 2025. – URL: https://portal.astutr.uz/ ;	
8.2. Грушко М.П. Математическое моделирование природных процессов и антропогенных воздействий: методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине для студентов направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование». – Филиал АГТУ, 2025. – URL: https://portal.astutr.uz/	

Особенности реализации РПД при наличии в контингенте обучающихся с ограниченными возможностями здоровья по зрению

В Филиале в рамках создания безбарьерной образовательной среды для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья по зрению организованы информационные указатели с использованием тактильного шрифта по системе Брайля. Сайт Филиала имеет версию для слабовидящих.

1. Реализация РПД может осуществляться с использованием дистанционных технологий.
2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены в аудиоформате.
3. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине устанавливается для обучающихся с ОВЗ с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
4. При проведении промежуточного контроля обучающемуся при необходимости предоставляется ассистент.
5. При проведении промежуточного и текущего контроля с использованием ассистивных средств обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Особенности реализации РПД при наличии в контингенте обучающихся с ограниченными возможностями здоровья по слуху

1. Реализация РПД может осуществляться с использованием дистанционных технологий.
2. При проведении занятий производится дублирование звуковой справочной информации визуальной.
3. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине устанавливается для обучающихся с ОВЗ с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
4. При проведении промежуточного контроля обучающемуся при необходимости предоставляется ассистент.
5. При проведении промежуточного и текущего контроля с использованием ассистивных средств обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Особенности реализации РПД при наличии в контингенте обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата

В Филиале в рамках создания безбарьерной образовательной среды для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, корпуса, в которых реализуется образовательная деятельность, укомплектованы необходимым оборудованием для облегчения доступа в аудитории и обслуживающие помещения.

1. Реализация РПД может осуществляться с использованием дистанционных технологий.
2. При проведении занятий обеспечивается возможность освоения практических навыков обучающимся с ОВЗ с учетом его индивидуальных физических возможностей.
3. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине устанавливается для обучающихся с ОВЗ с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
4. При проведении промежуточного контроля обучающемуся при необходимости предоставляется ассистент.