

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа бакалавриата
по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Динамические системы и модели в экологии

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 1343395

Подписал: И.о. заведующего кафедрой Тищенко Сергей
Александрович

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- овладение базовыми понятиями динамических систем и моделей экологии;
- формирование и развитие навыков решения профессиональных задач на основе методов динамических систем.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- знакомство студентов с основными задачами и моделями экологии и методами их решения;
- формирование и развитие компетенций в сфере использования методов математической биологии для решения профессиональных задач.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-4 - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные понятия и теоретические положения, используемые для разработки динамических математических моделей экологии;
- основные методы математической биологии и экологии.

Уметь:

- разрабатывать, адаптировать и анализировать формальные модели динамических систем и процессов;
- интерпретировать модели динамических систем в терминах практических задач экологии.

Владеть:

- навыками обработки, анализа и синтеза информации на основе методов математической экологии;
- навыками формального описания и интерпретации результатов решения практических задач в области экологии.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Дискретные динамические системы Рассматриваемые вопросы: - одномерные дискретные динамические системы; - графическая процедура построения решения; - условия устойчивости неподвижных точек; - бифуркации положений равновесия; - возникновение циклов, теорема Шарковского;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- показатели Ляпунова; - многомерные системы с дискретным временем.
2	Многомерные системы с дискретным временем Рассматриваемые вопросы: - линейные многомерные дискретные системы; - системы, содержащие запаздывание; - условия устойчивости.
3	Непрерывные динамические системы Рассматриваемые вопросы: - автономные динамические системы и их свойства; - теорема о выпрямлении векторного поля; - теорема о скорости изменения фазового объёма; - свойства первых интегралов системы; - Гамильтоновы системы и их свойства; - фазовые портреты движения одномерной частицы под действием потенциальных сил; - устойчивость по А.М. Ляпунову; - теоремы Ляпунова об устойчивости; - теорема Пуанкаре-Ляпунова об устойчивости по первому приближению; - свойства предельных множеств; - теорема Бендиксона-Дюлака; - теорема Бендиксона-Пуанкаре и её следствия; - теорема Андронова-Хопфа о возникновении предельного цикла.
4	Гамильтоновы системы. Теория устойчивости Рассматриваемые вопросы: - Гамильтоновы системы и их свойства; - фазовые портреты движения одномерной частицы под действием потенциальных сил; - устойчивость по А.М. Ляпунову; - теоремы Ляпунова об устойчивости; - теорема Пуанкаре-Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
5	Предельное поведение автономных динамических систем Рассматриваемые вопросы: - свойства предельных множеств; - теорема Бендиксона-Дюлака; - теорема Бендиксона-Пуанкаре и её следствия; - отображение Пуанкаре; - индексы Пуанкаре для систем в R^2.
6	Бифуркация Андронова-Хопфа Рассматриваемые вопросы: - теорема Андронова-Хопфа о возникновении предельного цикла.
7	Модели биологии и экологии Рассматриваемые вопросы: - модель «Хищник-Жертва» Лотка-Вольтерра; - модель «Хищник-Жертва» с учетом внутривидовой конкуренции; - анализ модели взаимодействия двух конкурирующих видов; - принцип исключения Гаузе; - модель взаимодействия загрязнений с окружающей средой; - модель очистки сточных вод.
8	Математические модели распространения эпидемий Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	-SIR модель распространения эпидемии; -SIRS модель с повторной инфекцией; - модели вирусных инфекций.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Дискретные динамические системы В результате работы на практическом занятии студент получает навыки применения графической процедуры построения решения; исследования устойчивости неподвижных точек; изучения характера бифуркации положений равновесия; отыскания циклических последовательностей и построения бифуркационных диаграмм конкретных систем.
2	Многомерные дискретные системы В результате работы на практическом занятии студент получает навык отыскания циклических последовательностей; построения бифуркационных диаграмм конкретных систем.
3	Показатели Ляпунова В результате работы на практическом занятии студент получает навык вычисления показателей Ляпунова для одномерных и многомерных дискретных динамических систем.
4	Исследование устойчивости динамических систем В результате работы на практическом занятии студент получает навык исследования автономных динамических систем и их свойств; исследования устойчивости положений равновесия; построения фазовых и параметрических портретов.
5	Исследование предельного поведения динамических систем В результате работы на практическом занятии студент получает навык изучения предельного поведения динамических систем; исследования условий возникновения предельного цикла.
6	Модели биологии В результате работы на практическом занятии студент получает навык - детального математического анализа различных моделей вида «Хищник-Жертва» Лотка-Вольтерра, моделей динамики развития эпидемий, математических моделей взаимодействия загрязнений с окружающей средой.
7	Модели экологии В результате работы на практическом занятии студент получает навык исследования математических моделей взаимодействия загрязнений с окружающей средой.
8	Модели эпидемий В результате работы на практическом занятии студент получает навык исследования моделей динамики развития эпидемий.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение учебной литературы из приведенных источников
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Братусь, А. С. Динамические системы и модели биологии / А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 400 с. — ISBN 978-5-9221-1192-8.	https://znanium.ru/read?id=38119 (дата обращения: 25.06.2025)
2	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, 2024. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8.	https://urait.ru/bcode/537454 (дата обращения: 19.04.2024).
3	Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07872-5.	https://urait.ru/bcode/537453 (дата обращения: 19.04.2024).
4	Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 185 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07874-9.	https://urait.ru/bcode/538019 (дата обращения: 19.04.2024).
5	Ризниченко, Г. Ю. Динамика популяций : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 46 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15543-3.	https://urait.ru/bcode/544670 (дата обращения: 19.04.2024).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).
- Интернет-университет информационных технологий (<http://www.intuit.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

- Операционная система Windows;
- Microsoft Office;
- MS Teams;
- Поисковые системы.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Цифровые технологии управления
транспортными процессами»

А.С. Братусь

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ММСС

С.А. Тищенко

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова