

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 - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором 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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника  
Евгеньевна  
Дата: 01.09.2023

## 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 4 з.е. (144 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 №5
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 80 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Дискретные динамические системы. Циклы. Рассматриваемые вопросы: - возникновение циклов, теорема Шарковского; - показатели Ляпунова.
3	Дискретные динамические системы. Виды систем. Рассматриваемые вопросы: - многомерные системы с дискретным временем; - линейные дискретные системы; - системы, содержащие запаздывание; - условия устойчивости.
4	Непрерывные динамические системы Рассматриваемые вопросы: - автономные динамические системы и их свойства; - теорема о выпрямлении векторного поля; - теорема о скорости изменения фазового объема; - свойства первых интегралов системы.
5	Непрерывные динамические системы. Пределные множества. 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; - предельное поведение автономных динамических систем.
6	Непрерывные динамические системы. Устойчивость систем. Рассматриваемые вопросы: - свойства предельных множеств; - теорема Бендиксона-Дюлака; - теорема Бендиксона-Пуанкаре и ее следствия; - отображение Пуанкаре; - индексы Пуанкаре для систем в $R^2$ ; - теорема Андронова-Хопфа о возникновении предельного цикла.
7	Модели биологии и экологии. Биология. Рассматриваемые вопросы: - модель «Хищник-Жертва» Лотка-Вольтерра; - модель «Хищник-Жертва» с учетом внутривидовой конкуренции.
8	Модели биологии и экологии. Конкурирующие виды. Рассматриваемые вопросы: - анализ модели взаимодействия двух конкурирующих видов; - принцип исключения Гаузе.
9	Модели биологии и экологии. Экология. Рассматриваемые вопросы: - модель взаимодействия загрязнений с окружающей средой; - модель очистки сточных вод; - математические модели распространения эпидемий.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

#### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<b>Дискретные динамические системы</b> В результате выполнения лабораторной работы студент учится численно строить решения динамических систем, исследовать устойчивость неподвижных точек, вычислять показатели Ляпунова и строить бифуркационные диаграммы.
2	<b>Непрерывные динамические системы</b> В результате выполнения лабораторной работы студент учится моделировать динамические системы, строить их фазовые и параметрические портреты, численно исследовать устойчивость положения равновесия и предельное поведение систем.
3	<b>Модели биологии и экологии</b> В результате выполнения лабораторной работы студент учится моделировать и исследовать поведение системы в различных моделях вида «Хищник-Жертва» на компьютере.
4	<b>Модели химии и радиотерапии.</b> В результате выполнения лабораторной работы студент изучает математические модели лекарственного воздействия на больные клетки и болезнетворные бактерии.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Дискретные динамические системы</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - применения графической процедуры построения решения; - исследования устойчивости неподвижных точек; - изучения характера бифуркации положений равновесия; - отыскание циклических последовательностей; - вычисление показателей Ляпунова; - построение бифуркационных диаграмм конкретных систем.
2	<b>Непрерывные динамические системы</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - исследования автономных динамических систем и их свойств; - построения фазовых и параметрических портретов; - исследования устойчивости положений равновесия; - изучения предельного поведения динамических систем; - исследования условий возникновения предельного цикла.
3	<b>Модели биологии и экологии</b> 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.
4	<b>Дискретные динамические системы. Продолжение темы</b> В результате работы на практическом занятии студент учится численно строить решения динамических систем, исследовать устойчивость неподвижных точек, вычислять показатели Ляпунова и строить бифуркационные диаграммы.
5	<b>Непрерывные динамические системы. Продолжение темы</b> В результате работы на практическом занятии студент учится моделировать динамические системы, строить их фазовые и параметрические портреты, численно исследовать устойчивость положения равновесия и предельное поведение систем.
6	<b>Модели биологии и экологии. Продолжение темы</b> В результате работы на практическом занятии студент учится моделировать и исследовать поведение системы в различных моделях вида «Хищник-Жертва» на компьютере.

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к лабораторным работам
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/ п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Братусь, Александр Сергеевич. Динамические системы и модели биологии / А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. — Москва : Физматлит, 2010. — 400 с. : ил., табл. : 24 см. ; ISBN 978-5-9221-1192-8.	<a href="https://avmaksimov.ucoz.ru/_ld/1/109_-Bratus_A-Novoz.pdf">https://avmaksimov.ucoz.ru/_ld/1/109_-Bratus_A-Novoz.pdf</a>
2	Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М.: Наука, 1985. – 181 с.	<a href="https://reallib.org/reader?file=309439&amp;ysclid=m3efxbefj300953327">https://reallib.org/reader?file=309439&amp;ysclid=m3efxbefj300953327</a>
3	Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существования. М.: Наука, 1976. – 288 с.	<a href="https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasushestvovanie/toread">https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasushestvovanie/toread</a>

4	Свирижев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. - М.: Наука, 1978. – 352 с.	НТБ РУТ(МИИТ)
5	Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 396 с.	<a href="https://djvu.online/file/JjUK1SGGjCSAn?ysclid=m3egumi69v920742604">https://djvu.online/file/JjUK1SGGjCSAn?ysclid=m3egumi69v920742604</a>
6	Ризниченко, Галина Юрьевна. Лекции по математическим моделям в биологии [Текст] / Г. Ю. Ризниченко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Ижевск : R&C Dynamics (PXD) ; 2011. - 558 с. : ил., портр.; 25 см. - (Биофизика. Математическая биология).; ISBN 978-5-93972-847-8	<a href="https://djvu.online/file/vaKKMrVAQl8np?ysclid=m3eh8cxize224948967">https://djvu.online/file/vaKKMrVAQl8np?ysclid=m3eh8cxize224948967</a>

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).  
Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).  
Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).  
Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).

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

Microsoft Internet Explorer

Операционная система Microsoft Windows

Microsoft Office

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 5 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:

Заведующий кафедрой ЦГУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А.Клычева