

**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.
2	Дискретные динамические системы. Циклы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возникновение циклов, теорема Шарковского;</li> <li>- показатели Ляпунова.</li> </ul>
3	<p><b>Дискретные динамические системы. Виды систем.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- многомерные системы с дискретным временем;</li> <li>- линейные дискретные систем;</li> <li>- системы, содержащие запаздывание;</li> <li>- условия устойчивости.</li> </ul>
4	<p><b>Непрерывные динамические системы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- автономные динамические системы и их свойства;</li> <li>- теорема о выпрямлении векторного поля;</li> <li>- теорема о скорости изменения фазового объема;</li> <li>- свойства первых интегралов системы.</li> </ul>
5	<p><b>Непрерывные динамические системы. Предельные множества.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Гамильтоновы системы и их свойства;</li> <li>- фазовые портреты движения одномерной частицы под действием потенциальных сил;</li> <li>- устойчивость по А.М. Ляпунову;</li> <li>- теоремы Ляпунова об устойчивости;</li> <li>- теорема Пуанкаре-Ляпунова об устойчивости по первому приближению;</li> <li>- предельное поведение автономных динамических систем.</li> </ul>
6	<p><b>Непрерывные динамические системы. Устойчивость систем.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свойства предельных множеств;</li> <li>- теорема Бендиксона-Дюлака;</li> <li>- теорема Бендиксона-Пуанкаре и ее следствия;</li> <li>- отображение Пуанкаре;</li> <li>- индексы Пуанкаре для систем в <math>R^2</math>;</li> <li>- теорема Андронова-Хопфа о возникновении предельного цикла.</li> </ul>
7	<p><b>Модели биологии и экологии. Биология.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модель «Хищник-Жертва» Лотка-Вольтерра;</li> <li>- модель «Хищник-Жертва» с учетом внутривидовой конкуренции.</li> </ul>
8	<p><b>Модели биологии и экологии. Конкурирующие виды.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ модели взаимодействия двух конкурирующих видов;</li> <li>- принцип исключения Гаузе.</li> </ul>
9	<p><b>Модели биологии и экологии. Экология.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модель взаимодействия загрязнений с окружающей средой;</li> <li>- модель очистки сточных вод;</li> <li>- математические модели распространения эпидемий.</li> </ul>

#### 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 безвредные 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 системы 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=m3efxbenfj300953327">https://reallib.org/reader?file=309439&amp;ysclid=m3efxbenfj300953327</a>
3	Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существования. М.: Наука, 1976. – 288 с.	<a href="https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasuschestvovanie/toread">https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasuschestvovanie/toread</a>
4	Свирижев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических	НТБ РУТ(МИИТ)

	сообществ. - М.: Наука, 1978. – 352 с.	
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 ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А.Клычева