

**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 магистратуры  
по направлению подготовки  
01.04.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Динамические системы и модели в экологии**

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование сложных систем в экономике и технике

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: 22.05.2023

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- освоение теоретических основ и закономерностей построения и функционирования базовых экологических математических моделей;
- формирование у обучающегося компетенций для научно-исследовательской деятельности;
- формирование у обучающегося компетенций для организационно-управленческой и педагогической деятельности.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение подходов конструирования уравнений экологической динамики на ряде базовых математических моделей;
- применение изученных ранее методов качественного исследования нелинейных динамических систем с дискретным и непрерывным временем к базовым моделям;
- применение наукоемких технологий и пакетов программ для решения прикладных задач в области динамических систем.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ОПК-3** - Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

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

### **Знать:**

- назначение и возможности математического моделирования динамических процессов в природных средах;
- виды и свойства математических моделей, применяемых для моделирования динамических процессов в природных средах;
- виды программного обеспечения, применяемого для компьютерного моделирования динамических процессов.

### **Уметь:**

- совершенствовать и применять современный математический аппарат.

### **Владеть:**

- вычислительным математическим пакетом программ, позволяющим исследовать детерминистские модели динамических процессов.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 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 №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	50	50
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	34	34

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 166 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;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- условия устойчивости неподвижных точек;</li> <li>- бифуркации положений равновесия.</li> </ul>
2	<p>Дискретные динамические системы. Циклы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возникновение циклов, теорема Шарковского;</li> <li>- показатели Ляпунова.</li> </ul>
3	<p>Дискретные динамические системы. Виды систем.</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>Непрерывные динамические системы</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>Непрерывные динамические системы. Устойчивость систем.</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>Непрерывные динамические системы. Предельные множества.</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>Модели биологии и экологии. Биология.</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>Модели биологии и экологии. Конкурирующие виды.</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>Модели биологии и экологии. Экология.</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.

## Практические занятия

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

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
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	<p>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.</p>	<p><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></p>
2	<p>Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М.: Наука, 1985. — 181 с.</p>	<p><a href="https://reallib.org/reader?file=309439&amp;ysclid=m3efxbenfj300953327">https://reallib.org/reader?file=309439&amp;ysclid=m3efxbenfj300953327</a></p>
3	<p>Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существования. М.: Наука, 1976. — 288 с.</p>	<p><a href="https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasuschestvovanie/toread">https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasuschestvovanie/toread</a></p>
4	<p>Свирижев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. - М.: Наука, 1978. — 352 с.</p>	<p>НТБ РУТ(МИИТ)</p>
5	<p>Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях: Пер. с англ. — М.: Мир, 1983. — 396 с.</p>	<p><a href="https://djvu.online/file/JjUK1SGGjCSAn?ysclid=m3egumi69v920742604">https://djvu.online/file/JjUK1SGGjCSAn?ysclid=m3egumi69v920742604</a></p>
6	<p>Ризниченко, Галина Юрьевна. Лекции по математическим моделям в биологии</p>	<p><a href="https://djvu.online/file/vaKKMrVAQl8np?ysclid=m3eh8cxize224948967">https://djvu.online/file/vaKKMrVAQl8np?ysclid=m3eh8cxize224948967</a></p>

<p>[Текст] / Г. Ю. Ризниченко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Ижевск : R&amp;C Dynamics (PXD) ; 2011. - 558 с. : ил., портр.; 25 см. - (Биофизика. Математическая биология).; ISBN 978-5-93972-847-8</p>	
---	--

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 (или другой браузер).

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 во 2 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