

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 | <p>Дискретные динамические системы. Циклы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возникновение циклов, теорема Шарковского; - показатели Ляпунова. |
| 3 | <p>Дискретные динамические системы. Виды систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - многомерные системы с дискретным временем; - линейные дискретные систем; - системы, содержащие запаздывание; - условия устойчивости. |
| 4 | <p>Непрерывные динамические системы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автономные динамические системы и их свойства; - теорема о выпрямлении векторного поля; - теорема о скорости изменения фазового объема; - свойства первых интегралов системы. |
| 5 | <p>Непрерывные динамические системы. Предельные множества.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Непрерывные динамические системы. Устойчивость систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Модели биологии и экологии. Биология.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель «Хищник-Жертва» Лотка-Вольтерра; - модель «Хищник-Жертва» с учетом внутривидовой конкуренции. |
| 8 | <p>Модели биологии и экологии. Конкурирующие виды.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ модели взаимодействия двух конкурирующих видов; - принцип исключения Гаузе. |
| 9 | <p>Модели биологии и экологии. Экология.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | Дискретные динамические системы В результате выполнения лабораторной работы студент учится численно строить решения динамических систем, исследовать устойчивость неподвижных точек, вычислять показатели Ляпунова и строить бифуркационные диаграммы. |
| 2 | Непрерывные динамические системы 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 | Модели биологии и экологии В результате выполнения лабораторной работы студент учится моделировать и исследовать поведение системы в различных моделях вида «Хищник-Жертва» на компьютере. |
| 4 | Модели химии и радиотерапии. 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 | Дискретные динамические системы 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 | Непрерывные динамические системы 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 | Модели биологии и экологии 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 | Дискретные динамические системы. Продолжение темы 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 | Непрерывные динамические системы. Продолжение темы 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 | Модели биологии и экологии. Продолжение темы 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. | https://avmaksimov.ucoz.ru/_ld/1/109_-Bratus_A-Novoz.pdf |
| 2 | Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М.: Наука, 1985. – 181 с. | https://reallib.org/reader?file=309439&ysclid=m3efxbenfj300953327 |
| 3 | Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существования. М.: Наука, 1976. – 288 с. | https://knigogid.ru/books/158827-matematicheskaya-teoriya-borby-zasuschestvovanie/toread |

| | | |
|---|---|---|
| 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. | https://djvu.online/file/JjUK1SGGjCSAn?ysclid=m3egumi69v920742604 |
| 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 | https://djvu.online/file/vaKKMrVAQl8np?ysclid=m3eh8cxize224948967 |

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miiit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.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