

**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)**

**Синергетика**

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: 24.05.2022

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

Основной целью дисциплины является ознакомление студентов с новым направлением теории динамических систем – теорией самоорганизующихся структур и динамического хаоса.

Задачей освоения дисциплины является изучение применения различных подходов к понятию устойчивости, о показателях Ляпунова и о различных подходах к понятию размерности аттракторов.

## 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:**

методы и средства решения задач теории самоорганизующихся структур.

### **Уметь:**

использовать современный математический аппарат для анализа сложных структур, описываемых нелинейными динамическими системами

### **Владеть:**

современными методами исследования, как аналитическими, так и численными, для реализации алгоритмов анализа сложных структур, возникающих в синергетике

## 3. Объем дисциплины (модуля).

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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 1
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	24	24
Занятия семинарского типа	24	24

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 24 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	Динамические системы – общие понятия Рассматриваемые вопросы: -системы с дискретным временем и системы с непрерывным временем; -способы задания динамических систем.
2	Фазовые потоки Рассматриваемое пространство: - фазовое пространство; - решение задач с фазовым пространством.
3	Каскады Рассматриваемые вопросы: - итерации отображения некоторого множества.
4	Отображение Пуанкаре Рассматриваемые вопросы: - построение интегрального инварианта Пуанкаре и его свойства.
5	Устойчивость по Ляпунову Рассматриваемые вопросы: - асимптотически устойчивое решение; - асимптотически неустойчивое решение.
6	Критерии устойчивости Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- критерии Гурвица; - критерий Рауса; - критерий Михайлова.
7	Функция Ляпунова Рассматриваемые вопросы: - критерий функции Ляпунова для аффинных систем.
8	Свойства неустойчивых систем Рассматриваемые вопросы: - свойства неустойчивых систем.
9	Критерии неустойчивости Рассматриваемые вопросы: - критерии неустойчивости.
10	Критерий Четаева Рассматриваемые вопросы: - критерий Четаева.
11	Непрерывная зависимость решений от начальных условий и параметров Рассматриваемые вопросы: - теорема о непрерывной зависимости решений от начальных условий и параметров; - доказательство теоремы о непрерывной зависимости решений от начальных условий и параметров.
12	Дифференцируемость решений по начальным условиям и параметрам Рассматриваемые вопросы: - теорема о дифференцируемости решений по начальным условиям и параметрам; - доказательство теоремы о дифференцируемости решений по начальным условиям и параметрам.
13	Показатели Ляпунова Рассматриваемые вопросы: - определение максимального показателя Ляпунова; - показатель Ляпунова для изменяющейся во времени линеаризации.
14	Размерность аттракторов Рассматриваемые вопросы: - классификация аттракторов.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Динамические системы – общие понятия В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык задавать динамические системы.
2	Фазовые потоки В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык решения задач с фазовым пространством.
3	Каскады В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык производить итерации отображения некоторого множества.
4	Отображение Пуанкаре В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык построения интегрального инварианта.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	<b>Устойчивость по Ляпунову</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык применять асимптотически устойчивые и неустойчивые решения.
6	<b>Критерии устойчивости</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык анализа по различным критериям.
7	<b>Функция Ляпунова</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык анализа по критериям функции Ляпунова для аффинных систем.
8	<b>Свойства неустойчивых систем</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык применять свойства неустойчивых систем.
9	<b>Критерии неустойчивости</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык анализа по критериям неустойчивых систем.
10	<b>Критерий Четаева</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык анализа по критериям Четаева.
11	<b>Непрерывная зависимость решений от начальных условий и параметров</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык применения теоремы по непрерывной зависимости решений от начальных условий и параметров.
12	<b>Дифференцируемость решений по начальным условиям и параметрам</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык применения теоремы дифференцируемости решений по начальным условиям и параметрам.
13	<b>Показатели Ляпунова</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык определения максимального показателя Ляпунова и показателя Ляпунова для изменяющейся во времени линеаризации.
14	<b>Размерность аттракторов</b> В результате работы на практическом занятии студент приобретает навык определения размерности аттракторов.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение учебной 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	С.П. Кузнецов Динамический хаос. Физматлит, 2003. - 295 с. - ISBN 5-94052-044-8	НТБ РУТ (МИИТ)
2	С.С. Анищенко Знакомство с нелинейной динамикой. ИКИ, 2002. - 145 с. - ISBN 5-93972-116-8	НТБ РУТ (МИИТ)
3	Берже П., Видаль К., Помо И. Порядок в хаосе. Мир, 2008. - 361,[1] с. - ISBN 5-03-001804-2	НТБ РУТ (МИИТ)

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

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru/>).

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:

Зачет в 8 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.М. Филимонов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А.Клычева