

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от «28» февраля 2022 г.

Зав. кафедрой  / Юмагулов М.Г.

Согласовано:  
Председатель УМК  
факультета математики и  
информационных технологий

 / А.М. Ефимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Нелинейная динамика

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (Специальность)

**02.03.01 Математика и компьютерные науки**

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

**Математическое и компьютерное моделирование**

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель)  
зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

 / Юмагулов М.Г.

Для приема: 2022

Уфа 2022

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры  
дифференциальных уравнений протокол от «28» \_февраля\_2022 г. №\_9

Дополнения и изменения, внесённые в рабочую программу дисциплины, утверждены  
на заседании кафедры дифференциальных уравнений: обновлён фонд оценочных  
средств. протокол от «28» \_февраля\_2022 г. №\_9

Зав. кафедрой  / Юмагулов М.Г.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1: Способен продемонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	<b>Знать:</b> -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; -основные теоремы преподаваемой дисциплины.
		ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<b>Уметь:</b> -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи; -применять на практике знания по предмету.
		ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<b>Владеть:</b> - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; -понятийным аппаратом предмета

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нелинейная динамика» относится к части формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика. Практикум». Изучение дисциплины «Нелинейная динамика» содействует формированию глубокого понимания теории динамических систем и ее приложений.

### **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенций:

ПК-1: Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	<b>Знать:</b> -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач;  - основные теоремы преподаваемой дисциплины.	Отсутствие знаний фундаментальных понятий и теорем алгебры	Частичные знания фундаментальных понятий и теорем алгебры	Полные и четкие, но содержащие отдельные пробелы знания фундаментальных понятий и теорем алгебры	Полные и четкие знания фундаментальных понятий и теорем алгебры
ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи	<b>Уметь:</b> -решать задачи по преподаваемым	Отсутствие умений применять математические знания для решения	Фрагментарные умения применять математические знания для решения задач	В целом успешные, но содержащие отдельные	Сформированное умение применять математические

в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	мой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи;  - применять на практике знания по предмету.	задач вычислительного и теоретического характера в области алгебры	вычислительного и теоретического характера в области алгебры	пробелы умения применять математические знания для решения задач вычислительного и теоретического характера в области алгебры	знания для решения задач вычислительного и теоретического характера в области алгебры
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	<b>Владеть:</b> - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины;  - понятийным аппаратом предмета	Отсутствие готовности использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности	В целом успешная, но не систематическая готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности	В целом успешная, но содержащая отдельные пробелы готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности	Успешная готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	<b>Знать:</b> -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; -основные теоремы преподаваемой дисциплины.	Лабораторная работа
ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	<b>Уметь:</b> -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи; -применять на практике знания по предмету.	Лабораторная работа
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	<b>Владеть:</b> - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; -понятийным аппаратом предмета	Лабораторная работа

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов)

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	<b>Знать:</b> -содержание материала по предмету; -основные методы решения задач; -основные теоремы преподаваемой дисциплины.	ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Лабораторная работа, доклад на семинаре
2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> -решать задачи по преподаваемой дисциплине; -определять корректность поставленной задачи; -применять на практике знания по предмету.	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий.	Лабораторная работа, доклад на семинаре
3-й этап Владеть навыками	<b>Владеть:</b> - навыками корректной постановки задач; -классическими и современными методами дисциплины; -понятийным аппаратом предмета	ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Лабораторная работа, доклад на семинаре

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

### Список тем на семинары

1. Периодичность Шарковского.
2. Периодические неавтономные динамические системы.
3. Отображение Пуанкаре.
4. Топологическая классификация динамических систем.
5. Структурная устойчивость динамических систем.
6. Аттракторы динамических систем.
7. Модель Лоренца.
8. Консервативные и диссипативные системы.

#### Критерии оценки (в баллах):

- 10 баллов выставляется студенту за полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и при верно данных ответах на дополнительные вопросы.
- 5-9 баллов выставляется студенту в случае, если студент сделал полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и не ответил на 1-2 дополнительных вопроса, либо сделал неполный и/или нечеткий доклад, но при этом ответил на все дополнительные вопросы.
- 1-4 балла выставляется студенту в случае, если студент сделал неполный доклад на семинаре на заданную тему и не ответил ни на один дополнительный вопрос.
- 0 баллов выставляется студенту, если им не был сделан доклад на заданную тему.

### Задания для контрольной работы

#### Описание лабораторной работы:

В семестре студенту представляется две лабораторные работы. Каждая контрольная работа состоит из четырех объемных заданий. Задача считается правильно решенной, если студентом приведено подробное и полное ее решение. Каждое задание оценивается в 3 балла. В случае, если студент не справляется с более 50% заданий по обеим контрольным, он не допускается к сдаче зачета. У каждого студента есть возможность пересдать контрольную работу.

#### Пример варианта лабораторной работы: Лабораторная работа №1.

1. Определить топологический тип нулевой точки равновесия системы  $x'=f(x)$ . Найти ненулевую точку равновесия системы (если таких точек несколько, оставить одну из них) и определить ее топологический тип.

Варианты:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1' = 2x_1x_2 - 4x_2 \\ x_2' = 4x_2^2 - x_1^2 \end{array} \right.$$

\$

2. Найти точки бифуркации и указать их сценарий для систем  $x'=A_1(\mu)x + \varphi_1(x, \mu)$  и  $x'=A_2(\mu)x + \varphi_2(x, \mu)$ , где нелинейности  $\varphi_1(x, \mu)$  и  $\varphi_2(x, \mu)$  содержит слагаемые второй и более высокой степеней по  $x$ , а  $A_1(\mu)$  и  $A_2(\mu)$  -- это матрицы:

Варианты:

$$A_1 = \begin{pmatrix} -4\mu & 3 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A_{\{2\}} = \begin{bmatrix} 3 & 8-2\mu \\ -1 & -\mu \end{bmatrix}$$

3. Перейти от дифференциального уравнения второго порядка  $y'' + f(y, y', \mu) + g(y) = 0$  к автономной системе  $x' = F(x, \mu)$  ( $x \in \mathbb{R}^2$ ) на основе замены  $x_{\{1\}} = y$ ,  $x_{\{2\}} = y'$ . Определить (в зависимости от значений параметра  $\mu$ ) топологический тип нулевой точки равновесия полученной системы. Найти точки бифуркации и указать их сценарий.

Варианты:

$y'' - \frac{(\mu - y^2)y'}{2} + y = 0$ ,

4. Дана одномерная ДДС, описываемая зависящим от скалярного параметра  $\mu$  разностным уравнением

$$x_{\{n+1\}} = f(x_{\{n\}}, \mu)$$

Определить, при каких значениях параметра  $\mu$  неподвижная точка  $x = 0$  этой системы является негиперболической. Найти для  $x = 0$  точки бифуркации двукратного равновесия и точки бифуркации удвоения периода.

**Описание методики оценивания:**

Критерии оценки (в баллах)

*12 баллов выставляется студенту, если все задачи решены верно;*

*9 баллов выставляется студенту, если 2 задачи решены верно;*

*6 баллов выставляется студенту, если 1 задача решена верно и имеются элементы правильного решения некоторых других задач;*

*3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена верно, остальные не решались совсем или отсутствуют элементы их правильного решения.*

**Лабораторная работа №2.**

Рассматривается система с эффектом Олли \footnote{см.: А.С.Братусь, А.С.Новожилов, А.П.Платонов. Динамические системы и модели биологии. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 480 с.}, описываемая приводимой ниже системой дифференциальных уравнений, в которой  $\mu$  -- положительный параметр.

- 1) Найти состояния равновесия системы с неотрицательными координатами.
- 2) Определить топологические типы найденных состояний равновесия в зависимости от параметра  $\mu$ ;
- 3) Для какого-нибудь (одного!) из состояний равновесия найти точку бифуркации  $\mu_{\{0\}}$  неподвижных точек (если таких  $\mu_{\{0\}}$  несколько, оставить одну из них).
- 4) Для какой-нибудь (одного!) из состояний равновесия найти точку бифуркации  $\mu_{\{0\}}$  Андронова-Хопфа (если таких  $\mu_{\{0\}}$ , оставить одну из них).

$\text{\vspace{3mm}}$

\newpage

{Варианты: }

\begin{enumerate}

\item \$\displaystyle \left\{ \begin{array}{l} \end{array} \right\}\$

$x' = x(x - \mu)(4 - x) - 2xy$ , \\\

$y' = -2y + xy$ ,.

\end{array} \right.

\$

\item \$\displaystyle \left\{ \begin{array}{l} \end{array} \right\}\$

$x' = x(x - \mu)(5 - x) - 8xy$ , \\\

$y' = -3y + xy$ ,.

\end{array} \right.

\$

\item \$\displaystyle \left\{ \begin{array}{l} \end{array} \right\}\$

$x' = x(x - \mu)(7 - x) - 6xy$ , \\\

$y' = -3y + 2xy$ ,.

\end{array} \right.

\$

#### **Описание методики оценивания:**

Критерии оценки (в баллах)

*12 баллов выставляется студенту, если все задачи решены верно;*

*9 баллов выставляется студенту, если 2 задачи решены верно;*

*6 баллов выставляется студенту, если 1 задача решена верно и имеются элементы правильного решения некоторых других задач;*

*3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена верно, остальные не решались совсем или отсутствуют элементы их правильного решения.*

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Юмагулов, М.Г. Введение в теорию динамических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Г. Юмагулов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56177>. Доступ возможен и через Электронную библиотеку БашГУ .
2. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по нелинейной динамике: уч. пособие для вузов. – М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 516 с.

#### **Дополнительная литература:**

3. Братусь А.С. Динамические системы и модели биологии / А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов .— М. : Физматлит, 2010 .— 400 с.

4. Кроновер, Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории : Учеб.пособие для студ. по спец. 01.02 "Прикладная математика" / Пер. с англ. Т.Э.Кренкеля, А.Л.Соловейчика под ред. Т.Э.Кренкеля .— М. : Постмаркет, 2000 .— 350 с.
5. Ахромеева, Т.С. Структуры и хаос в нелинейных средах [Электронный ресурс] / Ахромеева Т. С. — М. : Физматлит, 2007 .— 483 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— ISBN 978-5-9221-0887-4 .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/67298/>>
6. Киселев О. М., Введение в теорию нелинейных колебаний. Баш. гос. ун-т, Уфа, 2006, 140 с.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013г. Лицензии бессрочные.

2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

1	Электронно- библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты
----------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

самостоятельной работы		подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p>	<p><b>Аудитория № 501</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABA YTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech Wireless PresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304</p> <p><b>Аудитория № 503</b> Учебная мебель, доска</p> <p><b>Аудитория №517</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, экран настенный ProjectaSlimScreen 200*200 cmMatteWhite, потолочное крепление для проектора, доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Аудитория №531</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора ,доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

<b>5.помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал №2(физмат корпус - учебное)		
---------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Нелинейная динамика

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2 / 72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	0
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

**Формы контроля:**

Зачет 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Введению в нелинейную динамику.</b> Динамические системы и их классификация.	4		4	9	[1]- [5]	[1]-[3]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
2.	<b>Точки равновесия и циклы динамических систем.</b> Основные виды траекторий. Неподвижные точки и циклы. Фазовые портреты линейных систем, паутиная диаграмма. Устойчивость неподвижных точек и циклов.	4		4	9	[1]-[5]	[1]-[3]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
3.	<b>Непрерывные динамические</b>	4		4	9	[1] -[5]	[1]-[3]	Лабораторная работа, доклад на

	<p><b>системы.</b>  Основные виды траекторий.  Неподвижные точки и циклы. Фазовые портреты линейных систем. Устойчивость неподвижных точек и циклов.</p>							семинаре
4.	<p><b>Качественное исследование нелинейных динамических систем.</b>  Топологические типы точек равновесия и циклов ДС.  Гиперболические точки равновесия и циклы.  Построение точек равновесия и циклов.  Фазовые портреты.</p>	2		2	9	[1]-[5]	[1]-[3]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
5.	<p><b>Бифуркации и хаос в динамических системах.</b>  Структурная устойчивость динамических систем.  Динамические системы, зависящие от</p>	2		2	15,8	[1]-[5]	[1]-[3]	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	параметров. Основные сценарии локальных бифуркаций ДС. Сценарии перехода к хаосу. Исследование основных моделей ДС.							
	<b>Всего часов:</b>	16		16	78			

## Рейтинг – план дисциплины

*Нелинейная динамика*

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки *02.03.01 Математика и компьютерные науки*курс 3, семестр 6 (2)

## Рейтинг-план (зачет)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Работа на семинаре			<b>0</b>	<b>13</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
Отчёт по домашней контрольной работе № 1	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
<b>Модуль 2.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>20</b>
1. Работа на семинаре			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
Выступление на семинаре			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Модуль 3.</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Работа на семинаре			<b>0</b>	<b>13</b>
<b>Рубежный контроль</b>				
Отчёт по домашней контрольной работе № 2	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов			<b>0</b>	<b>5</b>
2. Волонтерская работа при проведении олимпиад и конференций			<b>0</b>	<b>5</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет			<b>0</b>	
Итого			<b>0</b>	<b>100</b>