

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от 23.06.2017 №9  
Зав. кафедрой  / М.Г. Юмагулов

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
 / А.М. Ефимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*Нелинейная динамика*

*Вариативная часть*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
*01.03.01 «Математика»*

Направленность (профиль) подготовки  
*«Дифференциальные уравнения, динамические системы, оптимальное управление»*

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор	 / Юмагулов М.Г.
--	--

Для приема 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор, Юмагулов М.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, протокол от 23.06.2017 №9

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры дифференциальных уравнений:

- обновлен список литературы,
  - обновлен фонд оценочных средств,
  - обновлен необходимый комплект лицензионного программного обеспечения,
  - обновлен перечень современных профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационных справочных систем,
- протокол 48

Заведующий кафедрой

 / М.Г. Юмагулов /

## 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:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<b>Знать:</b> - постановки классических задач математики; - взаимосвязи предметов математического направления между собой	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	
Умения	<b>Уметь:</b> - корректно ставить задачи механики, математической физики, - применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<b>Владеть:</b> - способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи; - способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Нелинейная динамика*» относится к части *Дисциплины по выбору*.  
Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Динамические системы». 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 с указанием этапов их формирования в процессе

**освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> - постановки классических задач математики; - взаимосвязи предметов математического направления между собой	Отсутствие знаний постановок классических задач математик и; о взаимосвязи и предметов математического направления между собой	Частичные знания постановок классических задач математики; о взаимосвязи предметов математического направления между собой	Полные и четкие, но содержащие отдельные пробелы знания постановок классических задач математики; о взаимосвязи предметов математического направления между собой	Полные и четкие знания постановок классических задач математики; о взаимосвязи предметов математического направления между собой
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> - корректно ставить задачи механики, математической физики, - применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.	Отсутствие умений корректно ставить задачи механики, математической физики и применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и	Фрагментарные умения корректно ставить задачи механики, математической физики и применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения корректно ставить задачи механики, математической физики и применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических	Сформированное умение корректно ставить задачи механики, математической физики и применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных

		прикладных задач.	задач	и прикладных задач	задач
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> - способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи; - способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	Отсутствие владений способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи и способностью оценивать корректность поставленных задач математик и.	В целом успешные, но не систематические владения способностью математически и корректно ставить естественнонаучные задачи и способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы владения способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи и способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	Успешные владения способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи и способностью оценивать корректность поставленных задач математики.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

#### **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> - постановки классических задач математики; - взаимосвязи предметов	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные	Контрольная работа, доклад на семинаре

	математического направления между собой	задачи, знание постановок классических задач математики.	
2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> - корректно ставить задачи механики, математической физики, - применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	Контрольная работа, доклад на семинаре
3-й этап Владеть навыками	<b>Владеть:</b> - способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи; - способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	Контрольная работа, доклад на семинаре

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: 2 теоретических вопроса.

Вопросы для экзамена:

1. Устойчивость неподвижных точек и циклов динамических систем. Признаки устойчивости.
2. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.
3. Топологический тип точки равновесия и циклов.
4. Структурная устойчивость ДС. Понятие о бифуркациях динамических систем. Примеры.
5. Логистическое отображение и его точки бифуркации.
6. Основные сценарии локальных бифуркаций ДДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркации удвоения периода, бифуркация q-циклов. Примеры.
7. Основные сценарии локальных бифуркаций НДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркация Андронова-Хопфа. Примеры.
8. Нормальные формы для основных сценариев локальных бифуркаций.
9. Теорема о центральном многообразии. Приложения.
10. Понятие о динамическом хаосе. Сценарий Фейгенбаума.
11. Фракталы и хаос в динамических системах.

**Образец экзаменационного билета:**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

**Экзаменационный билет №1  
по курсу «Нелинейная динамика»**

1. Логистическое отображение и его точки бифуркации.
2. Топологический тип точки равновесия и циклов.

Преподаватель Юмагулов М. Г. ./ \_\_\_\_\_ /

Зав. кафедрой Юмагулов М. Г. / \_\_\_\_\_ /

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Критерии и методика оценивания ответа на экзамене (в баллах):**

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### 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 контрольной работы:

В семестре студенту представляется две контрольные 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 экзамена. У каждого студента есть возможность пересдать контрольную работу.

#### Пример варианта контрольной работы:

##### Контрольная 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_{\{1\}}x_{\{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:

$$A_{\{1\}} = \begin{bmatrix} -4\mu & 3 \\ -2 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\varphi_{\{1\}}(x, \mu) = \begin{bmatrix} x^2 \\ x^3 \end{bmatrix},$$

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

$$\varphi_{\{2\}}(x, \mu) = \begin{bmatrix} x^2 \\ x^3 \end{bmatrix}.$$

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

$$\varphi_{\{2\}}(x, \mu) = \begin{bmatrix} x^2 \\ x^3 \end{bmatrix}.$$

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

$$\varphi_{\{2\}}(x, \mu) = \begin{bmatrix} x^2 \\ x^3 \end{bmatrix}.$$

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:

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

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.

### Контрольная работа №2.

Рассматривается система с эффектом Олли (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.

\begin{enumerate}

\item[1]) Найти состояния равновесия системы с неотрицательными координатами.

\item[2]) Определить топологические типы найденных состояний равновесия в зависимости от параметра  $\mu$ ;

\item[3]) Для какого-нибудь (одного!) из состояний равновесия найти точку бифуркации  $\mu_{\{0\}}$  неподвижных точек (если таких  $\mu_{\{0\}}$  несколько, оставить одну из них).

\item[4)] Для какой-нибудь (одного!) из состояний равновесия найти точку бифуркации  $\mu_0$  Андронова-Хопфа (если таких  $\mu_0$ , оставить одну из них).

\end{enumerate}

}

\vspace{3mm}

\newpage

{Варианты:}

\begin{enumerate}

\item  $\displaystyle \left\{ \begin{array}{l} x' = x(x - \mu)(4 - x) - 2xy, \\ y' = -2y + xy. \end{array} \right.$

\$

\item  $\displaystyle \left\{ \begin{array}{l} x' = x(x - \mu)(5 - x) - 8xy, \\ y' = -3y + xy. \end{array} \right.$

\$

\item  $\displaystyle \left\{ \begin{array}{l} x' = x(x - \mu)(7 - x) - 6xy, \\ y' = -3y + 2xy. \end{array} \right.$

\$

#### **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.*

#### **Задание на курсовую работу:**

Курсовые работы могут быть следующих разновидностей:

аналитический обзор информационных ресурсов по заданной проблеме;

описание решения конкретной профессиональной задачи (ситуации);

анализ практики использования теоретических и методологических аспектов изучаемой дисциплины в реальных профессиональных ситуациях;

решение конкретных математических задач;

описание результатов исследования, проведенного студентом с использованием конкретных эмпирических и теоретических методов научного познания.

## Примерный список курсовых работ.

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 оценивания курсовой работы:

- 100 баллов получает студент, если им полностью выполнена и оформлена курсовая работа;
- 60-99 баллов выставляется студенту, если им выполнена курсовая работа, но имеются замечания по оформлению;
- 1-59 баллов выставляются студенту, если имеются замечания по содержанию и оформлению курсовой работы;
- 0 баллов ставится при невыполнении курсовой работы.

## 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 самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты 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</b></p>	<p><b>Аудитория № 501</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABAYTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech Wireless PresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus</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>

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

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)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
практических/ семинарских	32
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	78
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

**Формы контроля:**

экзамен 6 семестр

курсовая работа/курсовой проект 2 семестр, контактных часов – 2, часов на самостоятельную работу - 15

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоёмкость (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.	6	6		16	[1]- [5]	[1]-[3]	Контрольная 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.	6	6		16	[1]-[5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре
3.	<b>Непрерывные динамические системы.</b> Основные виды траекторий. Неподвижные точки и	6	6		15	[1] -[5]	[1]-[3]	Доклад на семинаре

	циклы. Фазовые портреты линейных систем. Устойчивость неподвижных точек и циклов.							
4.	<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.	8	8		15	[1]-[5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре
5.	<b>Бифуркации и хаос в динамических системах.</b> Структурная устойчивость динамических систем. Динамические системы, зависящие от параметров. Основные сценарии локальных бифуркаций ДС. Сценарии перехода к хаосу. Исследование основных моделей ДС.	6	6		16	[1]-[5]	[1]-[3]	Контрольная работа, доклад на семинаре
	<b>Всего часов:</b>	32	32		78			

## Рейтинг – план дисциплины

*Нелинейная динамика*

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 01.03.01 Математикакурс 3, семестр 6 (2)

## Рейтинг-план (экзамен)

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>				
Экзамен			<b>0</b>	<b>30</b>
Итого			<b>0</b>	<b>100</b>