

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

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 11 от 17 июня 2019 г.
Зав. кафедрой

М.Г. Юмагулов / М.Г. Юмагулов

Согласовано:
Председатель УМК факультета математики и
информационных технологий

Ефимов А.М. / Ефимов А.М.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Теория бифуркаций динамических систем

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

01.04.01 Математика

Направленность (профиль) подготовки

«Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Квалификация
магистр

Разработчики (составители) зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор	<u>М.Г. Юмагулов</u> / Юмагулов М.Г.
---	--------------------------------------

Для приема: 2019

Уфа 2019 г

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, протокол от «17» июня 2019 г. № 11

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 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.
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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
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:

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК- 1 Способен продемонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук	ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики
	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно- исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения - корректно ставить научные задачи - применять классические методы при решении поставленных задач
	ПК-1.3. Имеет практический опыт научно исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы
ПК – 2 Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-2.1. Владеет современными методами сбора и анализа исследуемого материала, способами его аргументации. Владеет навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - методологические приемы представления научных знаний - формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.
	ПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать полученные результаты, анализировать и

	и в соответствии с выбранной методикой	осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных - вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий - представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати
	ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности	Владеть: - приемами публично представить собственные новые научные результаты - методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория бифуркаций динамических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Аналитическая геометрия».

Изучение дисциплины «Теория бифуркаций динамических систем» 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-1: Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знать: - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики	Не знает совсем либо знает неудовлетворительно историческое значение исследуемой проблемы, современное состояние исследуемой проблемы, основные методы решения классических задач математики	Демонстрирует свободное и уверенное знание исторического значения исследуемой проблемы, современное состояние исследуемой проблемы, основные методы решения классических задач математики
ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в	Уметь: - видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения - корректно ставить научные задачи	Отсутствие умений видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения и корректно ставить научные задачи, применять классические методы при решении поставленных задач	Сформированное умение видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения и корректно ставить научные задачи, применять классические методы при решении поставленных задач

собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	- применять классические методы при решении поставленных задач		
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Владеть: - адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	Отсутствие владений адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	Успешные владения адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы

ПК- 2 - Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
ПК-2.1. Владеет современными	Знать: - методологические приемы представления научных знаний	Не знает совсем либо знает неудовлетворительно методологические приемы	Полные и четкие знания исторического значения методологических приемов представления научных знаний, форм

<p>методами сбора и анализа исследуемого материала, способами его аргументации. Владеет навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.</p>	<p>- формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.</p>	<p>представления научных знаний, формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.</p>	<p>представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.</p>
<p>ПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой</p>	<p>Уметь: - обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных - вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий - представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением</p>	<p>Отсутствие умений обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий и представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати</p>	<p>Сформированное умение обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных, вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий и представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати</p>

	современных средств редактирования и печати		
ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности	Владеть: - приемами публично представить собственные новые научные результаты - методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации	Отсутствие владений приемами публично представить собственные новые научные результаты и методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации	Успешные владения приемами публично представить собственные новые научные результаты и методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются оценки (зачтено /не зачтено), которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения разделов дисциплины, а именно — оценивается выполнение контрольных работ, ответы на занятиях, выступление на семинарах.

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

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	Знать: - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики	Лабораторная работа, доклад на семинаре
ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно- исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Уметь: - видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения - корректно ставить научные задачи - применять классические методы при решении поставленных задач	Лабораторная работа, доклад на семинаре
ПК-1.3. Имеет практический опыт научно исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Владеть: - адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	Лабораторная работа, доклад на семинаре
ПК-2.1. Владеет современными методами сбора и анализа исследуемого материала, способами его аргументации. Владеет навыками научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.	Знать: - методологические приемы представления научных знаний - формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.	Лабораторная работа, доклад на семинаре
ПК-2.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой	Уметь: - обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных - вести библиографическую работу с привлечением	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	<p>современных информационных технологий</p> <p>- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати</p>	
<p>ПК-2.3. Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации в профессиональной деятельности</p>	<p>Владеть:</p> <p>- приемами публично представить собственные новые научные результаты</p> <p>- методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации</p>	<p>Лабораторная работа, доклад на семинаре</p>

Вопросы для зачета :

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.

Список тем на семинары

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): за доклад и ответы на семинарах студенту получает текущие оценки, которые потом преподаватель учитывает на зачете

- 5 баллов выставляется студенту за полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и при верно данных ответах на дополнительные вопросы.
- 4 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.
- 3 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 (неудовлетворительно) выставляется студенту, если им не был сделан доклад на заданную тему.

Задания для лабораторной работы

Описание лабораторной работы:

В семестре студенту представляется две лабораторные работы. Каждая лабораторная работа состоит из четырех объемных заданий. Задача считается правильно решенной, если студентом приведено подробное и полное ее решение. В случае, если студент не справляется с более 50% заданий по обоим лабораторным работам, он не допускается к сдаче зачета. У каждого студента есть возможность пересдать лабораторную 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:

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

\$

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:

$$\begin{array}{l} A_1 = \begin{bmatrix} -4\mu & 3 \\ -2 & 1 \end{bmatrix}, \\ A_2 = \begin{bmatrix} 3 & 8-2\mu \\ -1 & -\mu \end{bmatrix} \end{array}$$

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 μ) 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 μ разностным уравнением

\$\$

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

\$\$

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

Описание методики оценивания лабораторной работы № 1:

Критерии оценки (в баллах): за выполнение лабораторной работы студент получает текущую оценку, которую потом преподаватель учитывает на зачете

- 5 баллов выставляется студенту, если задачи решены без замечаний;
- 4 балла выставляется студенту, если имеются несущественные замечания;
- 3 баллов выставляется студенту, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания.
- 0 (неудовлетворительно) в остальных случаях.

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 μ -- 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 μ ;
- \item[3)] Для какого-нибудь (одного!) из состояний равновесия найти точку бифуркации μ_0 неподвижных точек (если таких μ_0 несколько, оставить одну из них).
- \item[4)] Для какой-нибудь (одного!) из состояний равновесия найти точку бифуркации μ_0 Андронова-Хопфа (если таких μ_0 , оставить одну из них).

\end{enumerate}

}

\vspace{3mm}

\newpage

{Варианты:}

```

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

```

```

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

```

```

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

```

Описание методики оценивания лабораторной работы № 2:

Критерии оценки (в баллах): за выполнение лабораторной работы студент получает текущую оценку, которую потом преподаватель учитывает на зачете

- 5 баллов выставляется студенту, если задачи решены без замечаний;
- 4 балла выставляется студенту, если имеются несущественные замечания;
- 3 баллов выставляется студенту, если в целом получены верные результаты, но имеются существенные замечания.
- 0 (неудовлетворительно) в остальных случаях.

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. 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.

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. Кузнецов С.П. Динамический хаос : Курс лекций / С. П. Кузнецов ; Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки". — М. : Физматлит, 2001. — 296 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	https://elib.bashedu.ru/
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	http://www.biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	http://e.lanbook.com/

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
1. учебная аудитория для проведения занятий	Аудитория №517	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8

<p>лекционного типа: аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное)</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p>	<p>Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, экран настенный ProjectaSlimScreen 200*200 cm MatteWhite, потолочное крепление для проектора, доска аудитор. ДА32.</p> <p>Аудитория №523 Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p>Аудитория №526 Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p>Аудитория №528 Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p>Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>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>
---	--	---

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

дисциплины *Теория бифуркаций динамических систем* на 4 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	12
практических/ семинарских	
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	35,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Формы контроля:

зачет 4 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.	Введению в нелинейную динамику. Динамические системы и их классификация.	2		4	7	[1]- [4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
2.	Точки равновесия и циклы динамических систем. Основные виды траекторий. Неподвижные точки и циклы. Фазовые портреты линейных систем, паутиная диаграмма. Устойчивость неподвижных точек и циклов.	2		4	7	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
3.	Непрерывные динамические системы. Основные виды траекторий. Неподвижные точки и циклы. Фазовые портреты линейных систем. Устойчивость неподвижных точек и циклов.	2		4	7	[1] -[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
4.	Качественное исследование нелинейных динамических систем.	3		6	7,8	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	Топологические типы точек равновесия и циклов ДС. Гиперболические точки равновесия и циклы. Построение точек равновесия и циклов. Фазовые портреты.							
5.	Бифуркации и хаос в динамических системах. Структурная устойчивость динамических систем. Динамические системы, зависящие от параметров. Основные сценарии локальных бифуркаций ДС. Сценарии перехода к хаосу. Исследование бифуркаций в базовых моделях ДС.	3		6	7	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
	Всего часов:	12		24	35,8			

