



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

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 9 от « 23 » июня 2017 г.
Зав. кафедрой  / Юмагулов М.Г.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института
 / Ефимов А.М.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина
Теория бифуркаций динамических систем
(наименование дисциплины)

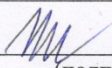
Цикл Б1.В.ДВ.02.02, вариативная часть, дисциплины по выбору
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)
Направление 01.04.01 Математика
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки
«Дифференциальные уравнения, динамические системы
и оптимальное управление»
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация
магистр
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) Профессор, д.ф.-м.н., профессор (должность, ученая степень, ученое звание)	 / Юмагулов М.Г. (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2017

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 38

Заведующий кафедрой



/ М.Г. Юмагулов /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. 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
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	Знать: - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики	<i>ПК-1</i> - способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	
	Знать: - методологические приемы представления научных знаний - формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.	<i>ПК-3</i> - способностью публично представить собственные новые научные результаты	
Умения	Уметь: - видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения - корректно ставить научные задачи - применять классические методы при решении поставленных задач	<i>ПК-1</i> - способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	
	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 современных средств редактирования и печати	<i>ПК-3</i> - способностью публично представить собственные новые научные результаты	
Владен	Владеть:	<i>ПК-1</i> -	

ия (навыки / опыт деятельности)	- адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	
	Владеть: - приемами публично представить собственные новые научные результаты - методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации	ПК-3 - способностью публично представить собственные новые научные результаты	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория бифуркаций динамических систем» относится к *Вариативной части*.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 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: способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	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
Второй этап (уровень)	Уметь: - видеть и понимать пути дальнейшего развития теории и методов ее решения - корректно ставить научные задачи - применять классические методы при решении поставленных задач	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
Третий этап (уровень)	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-3 - способностью публично представить собственные новые научные результаты.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать: - методологические приемы представления научных знаний - формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.	Не знает совсем либо знает неудовлетворительно методологические приемы представления научных знаний, формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.	Полные и четкие знания исторического значения методологических приемов представления научных знаний, форм представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.
Второй этап (уровень)	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 современных средств редактирования и печати	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	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
Третий этап (уровень)	Владеть: - приемами публично представить	Отсутствие владений приемами публично представить собственные	Успешные владения приемами публично представить собственные новые научные

	собственные новые научные результаты - методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации	новые научные результаты и методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации	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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики 	<p><i>ПК-1</i> - <i>способностью к интенсивной научно-исследовательской работе</i></p>	Лабораторная работа, доклад на семинаре
	<p>Знать:</p> <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. 	<p><i>ПК-3</i> - <i>способностью публично представить собственные новые научные результаты</i></p>	Лабораторная работа, доклад на семинаре
2-й этап Умения	<p>Уметь:</p> <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 	<p><i>ПК-1</i> - <i>способностью к интенсивной научно-исследовательской работе</i></p>	Лабораторная работа, доклад на семинаре
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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, 	<p><i>ПК-3</i> - <i>способностью публично представить собственные новые научные результаты</i></p>	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	с привлечением современных средств редактирования и печати		
3-й этап	Владеть: - адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	<i>ПК-1</i> <i>способностью к интенсивной научно-исследовательской работе</i>	- Лабораторная работа, доклад на семинаре
Владеть навыками	Владеть: - приемами публично представить собственные новые научные результаты - методами построения математических моделей реальных объектов и выработать на их основе практические рекомендации	<i>ПК-3</i> <i>способностью публично представить собственные новые научные результаты</i>	- Лабораторная работа, доклад на семинаре

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:

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

\$

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:

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

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 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 Олли¹ (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}

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

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

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

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

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 лекционного типа: аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)	Аудитория №517 Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EH120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, экран настенный ProjectaSlimScreen 200*200 cm MatteWhite, потолочное	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии

<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>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>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*

(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
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)	71,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Формы контроля:

зачет 3 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	14	[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	14	[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	14	[1] -[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
4.	Качественное исследование нелинейных динамических систем. Топологические типы точек	3		6	15,8	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	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	14	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
	Всего часов:	12		24	71,8			

