

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

Актуализировано:
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)

Теория динамического хаоса

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 2015 г.

Уфа 2017 г.

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

Рабочая программа актуализирована 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 25.06.2018 №10

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	Знать: - как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности. - основные программные продукты, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества	ПК-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.	
Умения	Уметь: публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей. Иметь навыки уверенного пользователя основных программных продуктов, позволяющих создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды защиты информации.	ПК-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: -навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.	ПК-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория динамического хаоса» относится к части *Дисциплины по выбору*.
Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 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 динамического хаоса» 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-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетвор ительно»)	3 («Удовлетвор ительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: - как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи	Отсутствие знаний как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского и	Частичные знания как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского и производстве	Полные и четкие, но содержащие отдельные пробелы знания как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского	Полные и четкие знания как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского и

	профессиональной деятельности. - основные программные продукты, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества	производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности. - основных программных продуктов, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества	и кого и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности. - основных программных продуктов, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества	и кого и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности. - основных программных продуктов, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества	производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности. - основных программных продуктов, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества
Второй этап (уровень)	Уметь: публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей. Иметь навыки уверенного пользователя основных программных продуктов, позволяющих создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-	Отсутствие умений публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей, навыков уверенного пользователя основных программных продуктов,	Фрагмент арные умения публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей, навыков уверенного пользователя основных программных продуктов, позволяющих создавать презентации, доклады, видео- и	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей, навыков уверенного пользователя основных программных продуктов, позволяющих	Сформированное умение публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей, навыков уверенного пользователя основных программных продуктов, позволяющих создавать презентации, доклады,

	конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды защиты информации.	позволяющих их создавать презентации и, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды защиты информации.	другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды защиты информации.	создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды защиты информации.	видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды защиты информации.
Третий этап (уровень)	Владеть: -навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.	Отсутствие владений навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.	В целом успешные, но не систематические владения навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы владения навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.	Успешные владения навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.

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	Знать: - как составить доклад, доклад-обзор по предложенной научной теме; принципы работы в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности. - основные программные продукты, позволяющие создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества	ПК-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.	Контрольная работа, доклад на семинаре
2-й этап Умения	Уметь: публично представлять собственные и известные научные результаты, оформлять их в виде презентаций, заметок и статей. Иметь навыки уверенного пользователя основных программных продуктов, позволяющих создавать презентации, доклады, видео- и другие онлайн-конференции, их особенности и преимущества, форматы данных, используемых в этих программах и виды	ПК-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.	Контрольная работа, доклад на семинаре

	защиты информации.		
3-й этап Владеть навыками	Владеть: -навыками выступления на семинарах и конференциях, представлять и презентовать разработанную тему, доклад, продукт, статью.	ПК-4 - способностью публично представлять собственные и известные научные результаты.	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. Динамические системы. Классификация ДС. Непрерывные и дискретные ДС. Диссипативные и консервативные ДС.
2. Точки равновесия и циклы ДС. Устойчивость. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.
3. Предельные циклы. Отображение Пуанкаре. Инвариантные торы. Непериодические решения. Показатели Ляпунова.
4. Аттракторы диссипативных ДС. Регулярные и сингулярные аттракторы.
5. Структурная устойчивость ДС.
6. Основные сценарии локальных бифуркаций ДС.
7. Нелокальные бифуркации. Бифуркации сепаратрисных контуров..
8. Понятие о динамическом хаосе. Каскады бифуркаций. Сценарии перехода к хаосу.
9. Хаотическая динамика одномерных отображений. Логистическое отображение.
10. Динамический хаос в двумерных неавтономных диссипативных системах. Хаос в уравнении Ван-дер-Поля.
11. Динамический хаос в трехмерных автономных диссипативных системах. Уравнение Лоренца.
12. Динамический хаос в гамильтоновых и консервативных ДС. Обобщенные уравнения Матвея и Дуффинга.
13. Комплексные динамические системы. Множества Жюлиа. Множество Мандельброта.
14. 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 «Теория динамического хаоса»**

1. Точки равновесия и циклы ДС. Устойчивость. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.
2. Хаотическая динамика одномерных отображений. Логистическое отображение.

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):

- **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. Инвариантные множества динамических систем. Устойчивые и неустойчивые множества.
2. Сепаратрисы особых точек. Гомоклинические и гетероклинические траектории. Сепаратрисные контуры.
3. Структурная устойчивость и бифуркации.
4. Бифуркации точек равновесия.
5. Бифуркации предельных циклов.
6. Бифуркации двумерных торов.
7. Хаотическая динамика в модели Лоренца.
8. Примеры трехмерных моделей с хаотическим поведением.

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:

$\left\{ \right.$

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

\$

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:

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

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:

Критерии оценки (в баллах)

12 баллов выставляется студенту, если все задачи решены верно;

9 баллов выставляется студенту, если 3 задачи решены верно;

6 баллов выставляется студенту, если 2 задачи решены верно;

3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена верно.

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

\$

\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 3 задачи решены верно;

6 баллов выставляется студенту, если 2 задачи решены верно;

3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена верно.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. 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/>>

2. 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.

3. Магницкий Н.А. Теория динамического хаоса. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 320 с.

Дополнительная литература:

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. 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 .

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	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети	http://e.lanbook.com/

«Лань»		Интернет	
--------	--	----------	--

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 № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное) 2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное) 3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное) 4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 501 (физмат корпус - учебное), аудитория № 503 (физмат корпус - учебное), аудитория № 517 (физмат	Аудитория № 501 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 244x183 WLO-4304 Аудитория № 503 Учебная мебель, доска Аудитория №517 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. Аудитория №531 Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора ,доска аудитор. ДА32. Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1	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 бессрочные.

корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное) 5.помещения для самостоятельной работы: читальный зал №2(физмат корпус - учебное)	шт.	
--	-----	--

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

дисциплины Теория динамического хаоса

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	81
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Формы контроля:

экзамен 8 семестр

№ 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.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Динамические системы. Классификация ДС. Непрерывные и дискретные ДС. Диссипативные и консервативные ДС. Точки равновесия и циклы ДС. Устойчивость. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы. Предельные циклы. Отображение Пуанкаре. Инвариантные торы. Непериодические решения. Показатели Ляпунова.	32	6		6	20	[1]- [4]	[1]-[2]	Контрольная работа, доклад на семинаре
2.	Аттракторы диссипативных ДС. Регулярные и сингулярные	32	6		6	20	[1]-[4]	[1]-[2]	Контрольная работа, доклад на семинаре

	аттракторы. Структурная устойчивость ДС. Основные сценарии локальных бифуркаций ДС. Нелокальные бифуркации. Бифуркации сепаратрисных контуров.								
3.	Понятие о динамическом хаосе. Каскады бифуркаций. Сценарии перехода к хаосу. Хаотическая динамика одномерных отображений. Логистическое отображение. Динамический хаос в двумерных неавтономных диссипативных системах. Хаос в уравнении Ван-дер-Поля.	38	8		8	22	[1] -[4]	[1]-[2]	Доклад на семинаре
4.	Динамический хаос в трехмерных автономных диссипативных системах. Уравнение Лоренца. Динамический хаос в гамильтоновых и кон-	38,8	8		8	22,8	[1]-[4]	[1]-[2]	Контрольная работа, доклад на семинаре

	сервативных ДС. Обобщенные уравнения Матье и Дуффинга.								
5.	Комплексные динамические системы. Множества Жюлиа. Множество Мандельброта. Фракталы и хаос в динамических системах.	38	8		8	22	[1]-[4]	[1]-[2]	Контрольная работа, доклад на семинаре
	Всего часов:	106,8	18	18		70,8			

Рейтинг – план дисциплины

Теория динамического хаоса

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 01.03.01 Математикакурс 4, семестр 8 Кафедра: дифференциальных уравнений

Рейтинг-план (экзамен)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1.				
Текущий контроль				25
1. Работа на семинаре			0	13
Рубежный контроль				
Отчёт по домашней контрольной работе № 1	3	4	0	12
Модуль 2.				
Текущий контроль				20
1. Работа на семинаре			0	10
Рубежный контроль				
Выступление на семинаре			0	10
Модуль 3.				
Текущий контроль				25
1. Работа на семинаре			0	13
Рубежный контроль				
Отчёт по домашней контрольной работе № 2	3	4	0	12
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов			0	5
2. Волонтерская работа при проведении олимпиад и конференций			0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен			0	30
Итого			0	100