


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

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры дифференциальных
уравнений протокол от «11» марта 2022 г. № 8

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета математики и
информационных технологий

Зав. кафедрой  /М.Г. Юмагулов

 /З.Ю. Фазуллин

«21» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Нелинейная динамика
Вариативная часть


Направление подготовки
01.06.01 – Математика и механика

Направленность (профиль) подготовки
Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Уфа – 2022 г.

Разработчик (разработчики):

 / д.ф.-м.н., профессор, профессор Юмагулов М.Г.
(подпись) (ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, протокол № 8 от «11» марта 2022 г.

Зав. кафедрой  / М.Г. Юмагулов

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
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	5
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	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	12
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
Приложение №1	14
Приложение №2	16

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

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

Результаты обучения ¹		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>1. Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фундаментальные основы нелинейной динамики; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач нелинейной динамики. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»	
Умения	<p>1. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – четко формулировать и доказывать теоремы задач нелинейной динамики; – применять классические и современные методы решения задач нелинейной динамики. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>1. Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской ра-	

	утверждений) задач нелинейной динамики.	боты и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	
--	-----------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нелинейная динамика» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре – очная форма обучения, на 3,4 курсах в 6,7 семестрах – заочная форма обучения.

Цель: дисциплина «Нелинейная динамика» направлена на изучение классических и современных научных достижений в области нелинейной динамики, а также различных методов решений задач нелинейной динамики, необходимых для успешной работы аспиранта по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих им проводить самостоятельные исследования, как в теоретических, так и прикладных разделах современной математики.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин, как «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Динамические системы», основы которых даются при обучении по программам бакалавриата и магистратуры.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1 (очная форма обучения) и Приложении №2 (заочная форма обучения).

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 самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по

направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

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)	Знать: – фундаментальные основы нелинейной динамики; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.	Отсутствие знаний	Неполные представления о – фундаментальных основах нелинейной динамики; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач нелинейной динамики.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлениях о – фундаментальных основах нелинейной динамики; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач нелинейной динамики.	Сформированные систематические представления о – фундаментальных основах нелинейной динамики; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач нелинейной динамики.
Второй этап (уровень)	Уметь: – четко формулировать и доказывать теоремы задач нелинейной динамики; – применять классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.	Отсутствие умений	Фрагментарные умения – четко формулировать и доказывать теоремы задач нелинейной динамики; – применять классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения – четко формулировать и доказывать теоремы задач нелинейной динамики; – применять классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.	Сформированные умения – четко формулировать и доказывать теоремы задач нелинейной динамики; – применять классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.

				ки.	
Третий этап (уровень)	Владеть: – навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, утверждений) задач нелинейной динамики.	Отсутствие владений	В целом успешное, но не систематическое владение навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, утверждений) задач нелинейной динамики.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, утверждений) задач нелинейной динамики.	Успешное владение навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, утверждений) задач нелинейной динамики.

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: – фундаментальные основы нелинейной динамики; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	Письменный опрос, реферат, экзамен
2-й этап Умения	Уметь: – четко формулировать и доказывать теоремы задач	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-	Письменный опрос, реферат, экзамен

	нелинейной динамики; – применять классические и современные методы решения задач нелинейной динамики.	исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	
3-й этап Владение навыками	Владеть: – навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, утверждений) задач нелинейной динамики.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	Письменный опрос, реферат, экзамен

Программа экзамена (вопросы)

1. Динамические системы. Непрерывные и дискретные модели. Примеры: математический маятник, модель Мальтуса, логистическая модель, модель "хищник-жертва".
2. Дискретные динамические системы. неподвижные точки (точки равновесия) и циклы ДДС.
3. Устойчивость неподвижных точек и циклов ДДС. Признаки устойчивости.
4. Одномерные дискретные системы. Паутинная диаграмма.
5. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы ДДС.
6. Топологический тип точки равновесия ДДС.
7. Структурная устойчивость ДС. Понятие о бифуркациях динамических систем. Примеры.
8. Основные сценарии локальных бифуркаций ДДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркации удвоения периода, бифуркация q-циклов. Примеры.

9. Логистическое отображение и его точки бифуркации.
10. Непрерывные динамические системы. неподвижные точки (точки равновесия) и циклы (периодические решения) НДС.
11. Фазовые портреты одномерных и двумерных линейных НДС.
12. Устойчивость неподвижных точек НДС. Признаки устойчивости.
13. Гиперболические и негиперболические точки равновесия НДС.
14. Топологический тип точки равновесия НДС.
15. Основные сценарии локальных бифуркаций НДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркация Андронова-Хопфа. Примеры.

Экзаменационный билет состоит из трех основных вопросов и одного дополнительного вопроса программы экзамена.

Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Факультет математики и информационных технологий
Кафедра дифференциальных уравнений
Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика
Направленность «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»
Экзаменационный билет № ____
по дисциплине «Нелинейная динамика»
(20__ – 20__ уч. год)

1. Дискретные динамические системы.
2. Топологический тип точки равновесия НДС.
3. Основные сценарии локальных бифуркаций НДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркация Андронова-Хопфа. Примеры.

Зав. кафедрой

М.Г. Юмагулов

Экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

5 баллов (отлично) выставляется аспиранту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на дополнительный вопрос.

4 балла (хорошо) выставляется аспиранту, если он ответил на все вопросы, однако допустил неточности в определении основных понятий; при ответе на дополнительный вопрос допущены небольшие неточности; дал развернутые ответы на два из трех вопроса из билета и ответил на дополнительный вопрос.

3 балла (удовлетворительно) выставляется аспиранту, если при ответе вопросы билета им допущены 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.

2 балла (неудовлетворительно) выставляется аспиранту, если ответы на вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Вопросы для письменного опроса в течение семестра

1. Непрерывные динамические системы.
2. Дискретные динамические системы.
3. Точки равновесия НДС.
4. Циклы НДС.
5. Устойчивость точек равновесия и циклов.
6. Фазовые портреты линейных систем.
7. Примеры ДС: модель Мальтуса.
8. Примеры ДС: модель Ферхюльста.
9. Примеры ДС: модель математического маятника.
10. Критерии устойчивости НДС.

Каждому аспиранту дается 3 вопроса. Каждый из ответов на эти вопросы может быть оценен от 0 до 5 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **5 баллов** выставляется аспиранту, если он дал полный, развернутый ответ на вопрос.

- **4 балла** выставляется аспиранту, если он раскрыл основной вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- **2-3 балла** выставляется аспиранту, если при ответе на вопрос им допущены несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами.

- **0-2 балла** выставляется аспиранту, если ответ на основной вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов.

Темы рефератов

Каждому аспиранту предоставляется возможность выбрать тему для написания реферата из списка, представленного ниже. В конце семестра аспирант должен представить преподавателю реферат.

1. Путинная диаграмма одномерных ДДС.
2. Логистическое отображение и его точки бифуркации.
3. Модель Лоренца.
4. Модель Лотка-Вольтерра.
5. Консервативные и диссипативные динамические системы.
6. Алгебраическая и топологическая классификации динамических систем.

7. Сценарии возникновения хаоса в динамических системах.

За выполнение реферата аспирант может получить от 0 до 15 баллов.

- **15 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, использовано достаточное количество источников литературы, приведено достаточное количество примеров.
- **9-14 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, но использовано недостаточное количество источников литературы или приведено недостаточное количество примеров.
- **4-8 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата или использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.
- **1-3 балла** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата, использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.
- **0 баллов** выставляется аспиранту, если он не сделал реферат.

Успешное прохождение теоретического опроса и выполнение реферата является допуском к сдаче экзамена. Аспирант получает допуск к экзамену, если им набрано 20 и более баллов.

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. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 272 с. ISBN 978-5-8114-1799-5. Доступ к тексту возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань", URL: <http://e.lanbook.com/>. Доступен также через Электронный читальный зал (ЭЧЗ) БашГУ.
2. Альсевич Л.А. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : практикум / Альсевич Л. А. — Минск : "Вышэйшая школа", 2012 .— 384 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— ISBN 978-985-06-2111- 978-985-06-2111- 978-985-06-2111- 978-985-06-2111-5 .— <URL: <http://www.biblioclub.ru/book/135999/>>.

Дополнительная литература:

3. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 1-4. М.: Мир. 1977 – 1982.
4. Р. Рихтмайер Принципы современной математической физики. Т.1. М.: Мир. 1982.
5. Братусь А.С., Новожилов А.С. Платонов А.П. Динамические системы и модели

биологии. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 400 с.

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

1. Библиотека Башкирского государственного университета <http://lib.bashedu.ru>
2. Электронно-библиотечная система БашГУ <https://elib.bashedu.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>
5. eLIBRARY.RU. – Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
6. Windows 8 Russian, Windows Professional 8 Russian Upgrade.
7. Microsoft Office Standard 2013 Russian.
8. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License.

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Аудитория № 501, аудитория № 523</i>	<i>Лекции, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация</i>	Аудитория № 501 Учебная мебель, доска, персональный компьютер и системный блок /Core i5-4460(3.2)/GIGABYTE GV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech Wireless Presenter R400 (210134000003592), проектор Sony VPL-DX270, экран ручной View Screen Lotus 244x183 WLO-4304.
<i>Аудитория 522 – лаборатория компьютерного моделирования, аудитория № 523, аудитория 525 – лаборатория математического моделирования.</i>	<i>Семинарские занятия</i>	Аудитория № 523 Учебная мебель, доска
<i>Аудитория 426, Читальный зал №2 (физико-математический корпус)</i>	<i>Самостоятельная работа</i>	Аудитория № 522 – лаборатория компьютерного моделирования Учебная мебель, доска, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер Lessar LS/LU-N24KB2. Аудитория 525 – лаборатория математического моделирования Учебная мебель, доска, персональные компьютеры в комплекте DEPO Neos 460MDi5 2300/4GDDR1333/T500G /DVDW - 13 шт., доска аудитор. ДА32. Аудитория № 426 Учебная мебель, доска, персональные компьютеры Lenovo Think Centre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLK TWP-065442-GGY.

		<p style="text-align: center;">Читальный зал № 2</p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <ol style="list-style-type: none">1. 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.3. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License. Договор № 263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Нелинейная динамика» на 7 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	100
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Формы контроля:
экзамен 7 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	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Динамические системы. Непрерывные и дискретные модели. Решения ДС. неподвижные точки и циклы. Устойчивость.	-	2	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
2.	Гиперболические точки равновесия и циклы. Топологические типы точек равновесия.	-	2	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
3.	Структурная устойчивость ДС. Точки бифуркации ДС. Локальные и глобальные бифуркации.	2	-	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
4.	Хаос и фракталы в динамических системах.	-	-	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
5.	Динамические системы. Непрерывные и дискретные модели. Примеры ДС: модели Мальтуса, Ферхюльста, математического маятника. Решения ДДС. неподвижные точки и циклы. Основные сценарии локальных бифуркаций ДДС.	-	-	20	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
6.	Непрерывные динамические си-	-	-	20			

	<p>стемы. Неподвижные точки и циклы. Фазовые портреты одномерных и двумерных линейных НДС.</p> <p>Устойчивость неподвижных точек и циклов НДС. Критерии устойчивости. Структурная устойчивость НДС. Точки бифуркации НДС. Локальные и глобальные бифуркации. Основные сценарии локальных бифуркаций НДС. Бифуркации в модели Лоренца</p>						
	Всего часов:	2	4	100			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Нелинейная динамика» на 6,7 семестр
(наименование дисциплины)

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	125
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Формы контроля:
экзамен 7 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	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8
	6 семестр						
1.	Динамические системы. Непрерывные и дискретные модели. Решения ДС. неподвижные точки и циклы. Устойчивость.	-	2	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
2.	Структурная устойчивость ДС. Точки бифуркации ДС. Локальные и глобальные бифуркации.	2	-	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
	7 семестр						
3.	Хаос и фракталы в динамических системах.	-	-	15	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
4.	Гиперболические точки равновесия и циклы. Топологические типы точек равновесия.	-	2	10	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен
5.	Непрерывные динамические системы. неподвижные точки и циклы. Фазовые портреты одномерных и двумерных линейных НДС. Устойчивость неподвижных точек и циклов НДС. Критерии	-	-	35	[1]-[5]	Изучение рекомендуемой литературы	Письменный опрос, реферат, экзамен

	<p>устойчивости. Структурная устойчивость НДС. Точки бифуркации НДС. Локальные и глобальные бифуркации. Основные сценарии локальных бифуркаций НДС. Бифуркации в модели Лоренца</p>						
6.	<p>Динамические системы. Непрерывные и дискретные модели. Примеры ДС: модели Мальтуса, Ферхюльста, математического маятника. Решения ДДС. Неподвижные точки и циклы. Основные сценарии локальных бифуркаций ДДС.</p>			35			
	Всего часов:	2	4	125			