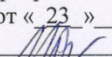
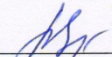


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждена:  
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  
Динамические системы с дискретным временем  
(наименование дисциплины)

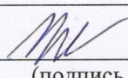
Цикл Б1.В.ДВ.01.02, вариативная часть, дисциплины по выбору  
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**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.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры  
дифференциальных уравнений протокол от «23» июня 2017 г. № 9

### **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	<b>Знать:</b> - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики	<i>ПК-1</i> - способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	
	<b>Знать:</b> - 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	<b>Уметь:</b> - 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	
	<b>Уметь:</b> - 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,	<i>ПК-3</i> - способностью публично представить собственные новые научные результаты	

	оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати		
Владения (навыки / опыт деятельности)	<b>Владеть:</b> - адекватным математическим аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	<i>ПК-1</i> - способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	
	<b>Владеть:</b> - приемами публично представить собственные новые научные результаты - методами построения математических моделей реальных объектов и вырабатывать на их основе практические рекомендации	<i>ПК-3</i> - способностью публично представить собственные новые научные результаты	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Динамические системы с дискретным временем*» относится к части *Дисциплины по выбору*.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Динамические системы». Изучение дисциплины «*Динамические системы с дискретным временем*» 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)	<b>Знать:</b> - 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)	<b>Уметь:</b> - 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)	<b>Владеть:</b> - адекватным математическим	Отсутствие владений адекватным математическим аппаратом для ведения	Успешные владения адекватным математическим аппаратом для ведения

	аппаратом для ведения научно-исследовательской работы	научно-исследовательской работы	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)	<b>Знать:</b> - 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)	<b>Уметь:</b> - 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	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	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

	соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати	привлечением современных средств редактирования и печати	
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> - 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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания 2-й этап Умения	<b>Знать:</b> - историческое значение исследуемой проблемы - современное состояние исследуемой проблемы - основные методы решения классических задач математики	<i>ПК-1</i> - <i>способностью к интенсивной научно-исследовательской работе</i>	Лабораторная работа, доклад на семинаре
	<b>Знать:</b> - методологические приемы представления научных знаний - формы представления новых научных результатов – презентации, статьи в периодической печати, монографии и т.д.	<i>ПК-3</i> - <i>способностью публично представить собственные новые научные результаты</i>	Лабораторная работа, доклад на семинаре
3-й этап Владеть навыками 1-й этап Знания	<b>Уметь:</b> - 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> - <i>способностью к интенсивной научно-исследовательской работе</i>	Лабораторная работа, доклад на семинаре
	<b>Уметь:</b> - обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных - вести библиографическую работу с привлечением современных	<i>ПК-3</i> - <i>способностью публично представить собственные новые научные результаты</i>	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	информационных технологий - представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати		
2-й этап  Умения	<b>Владеть:</b> - 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
	<b>Владеть:</b> - 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. 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. Линейные ДДС. Рекуррентные уравнения.
5. Фазовые портреты одномерных и двумерных линейных ДДС.
6. Одномерные дискретные системы. Паутинная диаграмма.
7. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы ДДС.
8. Топологический тип точки равновесия ДДС.
9. Структурная устойчивость ДС. Понятие о бифуркациях динамических систем. Примеры.

10. Логистическое отображение и его точки бифуркации.
11. Основные сценарии локальных бифуркаций ДДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркации удвоения периода, бифуркация q-циклов. Примеры.
12. Понятие о динамическом хаосе. Сценарий Фейгенбаума.
13. Динамические системы, описываемые неавтономными дифференциальными уравнениями с периодической правой частью. Отображение Пуанкаре.
14. Основные сценарии локальных бифуркаций в периодических неавтономных системах.

### **Список тем на семинары**

1. Периодичность Шарковского.
2. Периодические неавтономные динамические системы.
3. Отображение Пуанкаре.
4. Бифуркации в системах, описываемые неавтономными дифференциальными уравнениями с периодической правой частью.
5. Аттракторы дискретных динамических систем.
6. Решение линейных рекуррентных уравнений с постоянными коэффициентами.
7. Показатели Ляпунова дискретных динамических систем.

**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 контрольным, он не допускается к сдаче зачета. У каждого студента есть возможность пересдать контрольную работу.

#### **Пример варианта лабораторной работы:**

## Лабораторная работа №1.

1. Найти неподвижные точки одномерных ДДС, описываемых уравнениями  $x_{n+1}=f(x_n)$  и  $x_{n+1}=g(x_n)$ . Изучить свойства устойчивости неподвижных точек. Изобразить поведение системы  $x_{n+1}=f(x_n)$  с помощью паутиной диаграммы.

Варианты:

А)  $f(x)=x^3-2x^2+2$ ,  $g(x)=1+x+\sin\{2x\}$ .

Б)  $f(x)=x^3-2x^2+2$ ,  $g(x)=1+x+\cos\{2x\}$ .

2. Определить точки равновесия и циклы периода 2 дискретной динамической системы  $x_{k+1}=f(x_k)$  (если, конечно, они существуют).

Варианты:

А)  $f(x)=-x^3$ .

Б)  $f(x)=1-x^2$ .

3. Дана линейная дискретная система

\$\$

$$x_{n+1}=A(\mu)x_n + a(x_n), \\ \mu \in \mathbb{R}^2, \mu \in \mathbb{R}^1.$$

\$\$

3.1) Определить (в зависимости от параметра  $\mu$ ) топологический тип точки равновесия  $x=0$  этой системы.

3.2) При каких значениях  $\mu$  точка равновесия  $x=0$  имеет топологический тип  $(1,1,0)$ ?

3.3) При каких значениях  $\mu$  система имеет ненулевые точки равновесия? Указать эти точки.

3.4) При каких значениях  $\mu$  система имеет циклы периода два? Указать эти циклы.

3.5) При каких значениях  $\mu$  система представляет собой отображение окружности? При каких значениях  $\mu$  она имеет циклы периода 4?

Варианты:

А) \$\$

$$A(\mu)=\begin{bmatrix} 9-\mu & -14,5-3\mu \\ 2\mu & -5+\mu \end{bmatrix},$$

\$\$

Б) \$\$

$$A(\mu)=\begin{bmatrix} 4+\mu & -3\mu \\ 6-2\mu & -6+4\mu \end{bmatrix},$$

\$\$

### Описание методики оценивания лабораторной работы № 1:

**Критерии оценки (в баллах):** за выполнение лабораторной работы студенту 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.

### ***ВСТАВИТЬ ВТОРУЮ ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ***

#### **Описание методики оценивания контрольной работы № 2:**

**Критерии оценки (в баллах):** за выполнение контрольной работы студенту 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. Бобровски Д. Введение в теорию динамических систем с дискретным временем. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2006. – 360 с.

###### **Дополнительная литература:**

3. 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.
4. 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/>>

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

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013г. Лицензии бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 517 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523</p>	<p><b>Аудитория №517</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, экран настенный ProjectaSlimScreen 200*200 cm MatteWhite, потолочное крепление для проектора, доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Аудитория №523</b> Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p><b>Аудитория №526</b> Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p><b>Аудитория №528</b> Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

<p>(физмат корпус - учебное), аудитория № 526 (физмат корпус - учебное), аудитория № 528 (физмат корпус - учебное) <b>5. помещения для</b> <b>самостоятельной работы:</b> читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p>		
--	--	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**  
дисциплины Динамические системы с дискретным временем

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

**Формы контроля:**

зачет 2 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.	Динамические системы. Непрерывные и дискретные модели. Примеры: математический маятник, модель Мальтуса, логистическая модель, модель ``хищник- жертва". Дискретные динамические системы. Неподвижные точки (точки равновесия) и циклы ДДС. Устойчивость неподвижных точек и циклов ДДС. Признаки устойчивости.	3		3	8	[1]- [4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
2.	Линейные ДДС. Рекуррентные уравнения. Фазовые портреты одномерных	3		3	8	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	и двумерных линейных ДДС. Одномерные дискретные системы. Паутинная диаграмма.							
3.	Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы ДДС. Топологический тип точки равновесия ДДС.	3		3	8	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
4.	Структурная устойчивость ДС. Понятие о бифуркациях динамических систем. Логистическое отображение и его точки бифуркации. Основные сценарии локальных бифуркаций ДДС: бифуркации состояний равновесия, бифуркации удвоения периода, бифуркация q-циклов. Понятие о динамическом хаосе. Сценарий Фейгенбаума.	4		4	7,8	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре
5.	Динамические системы, описываемые неавтономными дифференциальными уравнениями с периодической	3		3	8	[1]-[4]	[1]-[2]	Лабораторная работа, доклад на семинаре

	правой частью. Отображение Пуанкаре.							
	<b>Всего часов:</b>	16		16	71,8			

