

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 13.03.2024 15:46:12

Уникальный программный ключ: 65ab2aa0d384efe8480e6a4c688eddbc475e411a

Аннотация к рабочей программе

Математические основы теории динамических систем

Цель преподавания дисциплины

Формирование базовых знаний в области современной теории динамических систем, теории бифуркаций и нелинейной динамики; получение навыков компьютерного моделирования нелинейных явлений и бифуркационного анализа математических моделей технических систем.

Задачи дисциплины

Изучение основных методов теории динамических систем, теории устойчивости и бифуркаций, алгоритмов и методов численного анализа бифуркаций в дискретных отображениях; развить практические навыки компьютерного моделирования и бифуркационного анализа нелинейных динамических систем.

компетенци , формируемые в результате освоения дисциплины

-1.1

/

-1.2

/

-1.3

/

-7.3

Разделы дисциплины

1.

2.

3.

4.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

фундаментальной и прикладной информатики.

(наименование ф-та полностью)

 Т.А. Ширабакина
(подпись, инициалы, фамилия)

«28» 06 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические основы теории динамических систем

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019 г.).

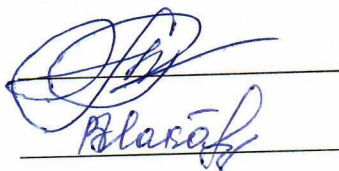
Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» на заседании кафедры вычислительной техники «27» 06 2019 г., протокол № 18.

Зав. кафедрой ВТ



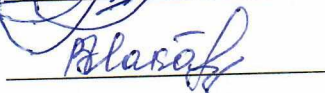
В.С. Титов

Разработчик программы,
д.т.н., профессор



Ж.Т. Жусубалиев

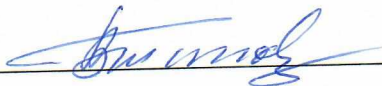
Директор научной библиотеки



В.Г. Макаровская

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 07 «29» 03 2019 г. на заседании кафедры вычислительной техники «02» 07 2020 г., протокол № 17.

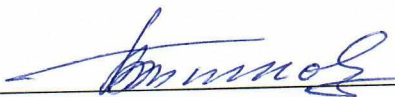
Зав. кафедрой



В.С. Титов

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г. на заседании кафедры вычислительной техники «30» 06 2021 г., протокол № 12.

Зав. кафедрой



В.С. Титов

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020 г. на заседании кафедры вычислительной техники «30» 06 2022 г., протокол № 15.

Зав. кафедрой



У.Ф. Чернуха

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021 г. на заседании кафедры вычислительной техники «31» 08 2023 г., протокол № 4 .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ВТ _____  Чернецкая И.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры вычислительной техники « » 20 г., протокол № .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ВТ _____ Чернецкая И.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры вычислительной техники « » 20 г., протокол № .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ВТ _____ Чернецкая И.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры вычислительной техники « » 20 г., протокол № .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ВТ _____ Чернецкая И.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры вычислительной техники « » 20 г., протокол № .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой ВТ _____ Чернецкая И.Е.

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

1.1 Цель дисциплины

Формирование базовых знаний в области современной теории динамических систем, теории бифуркаций и нелинейной динамики; получение навыков компьютерного моделирования нелинейных явлений и бифуркационного анализа математических моделей технических систем.

1.2 Задачи дисциплины

Изучение основных методов теории динамических систем, теории устойчивости и бифуркаций, алгоритмов и методов численного анализа бифуркаций в дискретных отображениях; развить практические навыки компьютерного моделирования и бифуркационного анализа нелинейных динамических систем.

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

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ПК-1	Способен проводить юзабилити-исследование программных продуктов и/или аппаратных средств	ПК-1.1 Тестирует программные и/или аппаратные продукты	Знать: локальные бифуркации динамических систем и критерии их классификации; алгоритмы расчета сечения Пуанкаре. Уметь: численно рассчитывать на ЭВМ неподвижные точки и циклы дискретных отображений; выполнять численный анализ локальной устойчивости неподвижных точек и циклов дискретных отображений; рассчитывать и проводить анализ бифуркационных диаграмм. Владеть: основными определениями, понятиями теории динамических систем; навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ; базовыми алгоритмами численного бифурка-

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		ционного анализа дискретных систем с использованием современных программных средств.
		ПК-1.2 Обрабатывает данные тестирования программных и/или аппаратных продуктов	<p>Знать: основные определения, понятия теории динамических систем; понятийно-терминологический аппарат теории устойчивости и бифуркаций; классификацию динамических систем; элементы теории устойчивости динамических систем; теорию линейного анализа устойчивости неподвижных точек и циклов дискретных отображений.</p> <p>Уметь: рассчитывать численно сечение Пуанкаре; формировать математические модели в форме дискретных отображений.</p> <p>Владеть: методами классификации гиперболических неподвижных точек двумерных отображений; методами численного расчета инвариантных простейших множеств дискретных отображений: неподвижных точек, циклов; методикой линейного анализа устойчивости неподвижных точек и циклов отображений.</p>
		ПК-1.3 Оценивает достоверность и надежность результатов тестирования программных и/или аппаратных продуктов	<p>Знать: численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа дискретных отображений.</p> <p>Уметь: отлаживать и тестировать на ЭВМ алгоритмы и программы бифуркационного анализа при решении типовых задач; проводить численные эксперименты на ЭВМ и</p>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			интерпретировать результаты. Владеть: базовым аппаратом теории устойчивости дискретных отображений; методами анализа и классификации локальных бифуркаций в дискретных отображениях.
ПК-7	Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ПК-7.3 Моделирует дискретные системы	Знать: методы, алгоритмы численного расчета неподвижных точек и циклов дискретных отображений и исследования их локальной устойчивости. Уметь: классифицировать локальные бифуркации; разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа дискретных отображений. Владеть: навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ; базовыми алгоритмами численного бифуркационного анализа дискретных систем с использованием современных программных средств.

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Математические основы теории динамических систем» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата (специалитета, магистратуры) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.), 72 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	48,1
в том числе:	
лекции	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	23,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Элементы теории динамических систем	Определение динамической системы. Понятие фазового пространства. Автономные и неавтономные системы. Примеры. Потоки и дискретные отображения. Простейшие примеры дискретных отображений.
2	Введение в теорию устойчивости динамических систем	Линейный анализ устойчивости состояний равновесий и периодических режимов динамических систем.
3	Одномерные дискретные динамические системы	Простейшие свойства одномерных отображений. Неподвижные точки. Устойчивые и неустойчивые неподвижные точки. Мультипликатор и его геометрическая интерпретация. Циклы. Задача поис-

		ка циклов в одномерных отображениях. Мультипликаторы циклов. Бифуркации в одномерных отображениях: касательная бифуркация, бифуркация вилки, бифуркация удвоения периода, транскритическая бифуркация. Нормальные формы и бифуркационные условия.
4	Двумерные дискретные отображения и их бифуркации	Двумерные отображения. Примеры. Неподвижные точки двумерных отображений. Матрица монодромии. и мультипликаторы. Устойчивость неподвижных точек. Треугольник устойчивости. Циклы двумерных отображений. Матрица монодромии и мультипликаторы циклов. Гиперболические неподвижные точки и циклы. Устойчивые и неустойчивые инвариантные множества. Бифуркации в двумерных отображениях.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек. час.	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Элементы теории динамических систем	2	1	0	У-1, 2, МУ-1, 6	С(4), ЗЛ(4)	ПК-1 ПК-7
2	Введение в теорию устойчивости динамических систем	4	2	0	У-1, МУ-2,6	С(8), ЗЛ(8)	ПК-1 ПК-7
3	Одномерные дискретные динамические системы	5	3,4	0	У-1, 2, 3 МУ-3,4,6	С(12), ЗЛ(12)	ПК-1 ПК-7
4	Двумерные дискретные отображения и их бифуркации	5	5	0	У-1, МУ-5, 6	С(18), ЗЛ(18)	ПК-1 ПК-7

С – собеседование, ЗЛ – защита лабораторных работ

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Лабораторная работа. Алгоритмы расчета «COBWEB» (итерационной), бифуркационной диаграмм и диаграммы периодов	7
2	Лабораторная работа. Устойчивость инвариантных множеств	7

	дискретных моделей	
3	Лабораторная работа. Транскритическая и субкритическая вилообразная бифуркации	5
4	Лабораторная работа. Касательная и вилообразная бифуркации	5
5	Лабораторная работа. Локальные бифуркации в двумерных отображениях	8
Итого.		32

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Элементы теории динамических систем.	4 неделя	5
2	Введение в теорию устойчивости динамических систем	8 неделя	6
3	Одномерные дискретные динамические системы	12 неделя	6
4	Двумерные дискретные отображения и их бифуркации.	18 неделя	6,9
Итого:			23,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
 - заданий для самостоятельной работы;
 - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ.
- типографией университета:*
- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
 - удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№ п/п	Наименование раздела (лекции и лабораторные занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем в часах
1	2	3	4
1.	Тема 3. Одномерные дискретные динамические системы (лекции).	Интерактивные лекции по теме с использованием мультимедийной системы	4
2	Лабораторная работа №.1 «Алгоритмы расчета «COBWEB» (итерационной), бифуркационной диаграмм и диаграммы периодов»	Разбор конкретных ситуаций: решение практических задач.	2
Итого:		В часах	6

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует духовно-нравственному, гражданскому, профессионально-трудовому, культурно-творческому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства, экономики, культуры), высоко-

кого профессионализма ученых (представителей производства, деятелей культуры), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, культуры, экономики и производства, а также примеры высокой духовной культуры, гражданственности, гуманизма, творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися (командная работа, проектное обучение, деловые игры, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, мастер-классы, круглые столы, диспуты и др.);
- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-1 Способен проводить юзабилити-исследование программных продуктов и/или аппаратных средств.	Технологии программирования; Математические основы теории бифуркаций электронных схем; Основы комбинаторной оптимизации	Системное программное обеспечение; Методы оптимизации Моделирование; Математические основы теории динамических систем	Микропроцессорные системы; Устройства человеко-машинного интерфейса; Проектирование бортовых приборных комплексов; Производственная преддипломная практика; Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-7 Способен выполнять работы и управлять рабо-	Математические основы теории бифуркаций электронных схем;	Методы оптимизации; Моделирование;	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

тами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	Основы комбинаторной оптимизации	Математические основы теории динамических систем	
---	----------------------------------	--	--

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-1	<p>ПК-1.1 Тестирует программные и/или аппаратные продукты</p> <p>ПК-1.2 Обрабатывает данные тестирования программных и/или аппаратных продуктов</p> <p>ПК-1.3 Оценивает достоверность и</p>	<p>Знать: основные определения, понятия теории динамических систем; понятийно-терминологический аппарат теории устойчивости и бифуркаций; численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа дискретных отображений.</p> <p>Уметь: рассчитывать численно сечение Пуанкаре; отлаживать и тестировать на ЭВМ алгоритмы и программы бифуркаци-</p>	<p>Знать: основные определения, понятия теории динамических систем; понятийно-терминологический аппарат теории устойчивости и бифуркаций; элементы теории линейного анализа устойчивости; численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа дискретных отображений.</p> <p>Уметь: рассчитывать численно сечение Пуанкаре; формировать математические модели в</p>	<p>Знать: основные определения, понятия теории динамических систем; понятийно-терминологический аппарат теории устойчивости и бифуркаций; элементы теории линейного анализа устойчивости; численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа дискретных отображений.</p> <p>Уметь: рассчитывать численно сечение Пуанкаре;</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	надежность результатов тестирования программных и/или аппаратных продуктов	онного анализа при решении типовых задач; проводить численные эксперименты на ЭВМ и интерпретировать результаты. Владеть: навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ; базовыми алгоритмами численного бифуркационного анализа дискретных систем с использованием современных программных средств;	форме дискретных отображений; отлаживать и тестировать на ЭВМ алгоритмы и программы бифуркационного анализа при решении типовых задач; проводить численные эксперименты на ЭВМ и интерпретировать результаты. Владеть: основными определениями, понятиями теории динамических систем; навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ; базовыми алгоритмами численного бифуркационного анализа дискретных систем; методами численного расчета инвариантных простейших множеств дискретных отображений: неподвижных точек, циклов; методикой линейного анализа устойчивости неподвижных точек и	формировать математические модели в форме дискретных отображений; отлаживать и тестировать на ЭВМ алгоритмы и программы бифуркационного анализа при решении типовых задач; проводить численные эксперименты на ЭВМ и интерпретировать результаты. Владеть: основными определениями, понятиями теории динамических систем; навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ; базовыми алгоритмами численного бифуркационного анализа дискретных систем с использованием современных программных средств; методами численного расчета инвариантных простейших множеств дискретных отображений:

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			циклов отображений; базовым аппаратом теории устойчивости дискретных отображений.	неподвижных точек, циклов; методикой линейного анализа устойчивости неподвижных точек и циклов отображений; базовым аппаратом теории устойчивости дискретных отображений.
ПК-7	ПК-7.1 Моделирует дискретные системы	Знать: алгоритмы численного расчета неподвижных точек дискретных отображений и исследования их локальной устойчивости. Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа дискретных отображений. Владеть: навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ.	Знать: методы, алгоритмы численного расчета неподвижных точек и циклов дискретных отображений и исследования их устойчивости. Уметь: классифицировать локальные бифуркации; разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа дискретных отображений. Владеть: базовыми алгоритмами численного бифуркационного анализа дискретных систем с использованием современных программных	Знать: методы, алгоритмы численного расчета неподвижных точек и циклов дискретных отображений и исследования их устойчивости; Уметь: классифицировать локальные бифуркации; разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа дискретных отображений; Владеть: навыками решения типовых задач бифуркационного анализа динамических систем на ЭВМ;

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			средств	базовыми алгоритмами численного бифуркационного анализа дискретных систем с использованием современных программных средств

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Элементы теории динамических систем	ПК-1 ПК-7	Лекция, СРС, лабораторные занятия	С (вопросы для устного опроса)	1-10	Согласно табл.7.2
2	Введение в теорию устойчивости динамических систем	ПК-1 ПК-7	Лекция, СРС, лабораторные занятия	С (вопросы для устного опроса)	1-10	Согласно табл.7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
3	Одномерные дискретные динамические системы	ПК-1 ПК-7	Лекция, СРС, лабораторные занятия	С (вопросы для устного опроса)	1-14	Согласно табл.7.2
4	Двумерные дискретные отображения и их бифуркации	ПК-1 ПК-7	Лекция, СРС, лабораторные занятия	С (вопросы для устного опроса)	1-12	Согласно табл.7.2

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

1. Типовые контрольные задания для собеседования по теме: «Элементы теории динамических систем».

Получите стробоскопическое отображение линейного осциллятора с

импульсным воздействием $\frac{dx}{dt} = -ax + b \sum_{k=0}^{\infty} \delta(t - T)$, $a > 0$, $b > 0$.

2. Типовые контрольные задания для собеседования по теме «Введение в теорию устойчивости динамических систем».

Представьте уравнение Ван дер Поля

$\ddot{x} - (a - x^2)\dot{x} + x = 0$ нормальной форме Коши. Найдите матрицу Якоби и укажите возможные типы особых точек.

3. Типовые контрольные задания для собеседования по теме «Одномерные дискретные динамические системы».

Изобразите итерационные диаграммы в окрестности гиперболической неподвижной точки x_ отображения $x_{k+1} = f(x_k)$ для случаев:*

$0 < f'(x_) < 1$ и $f'(x_*) > 1$. Объясните наблюдаемую динамику.*

4. Типовые контрольные задания для собеседования по теме «Двумерные дискретные отображения и их бифуркации».

Матрица монодромии и мультипликаторы. Критерий локальной устойчивости неподвижных точек.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме: Найдите неподвижную точку x_* линейного отображения $x \rightarrow ax - b$.

(а) $x_* = b/(1 - a)$;

(б) $x_* = b/(1 + a)$;

(в) $x_* = b/(a - 1)$.

Задание в открытой форме: Какая бифуркация реализуются в точке $a=3.5$ в отображении $x \rightarrow ax(1 - x) \equiv F(a, x)$?

Задание на установление правильной последовательности:

В какой последовательности проводится анализ локальной устойчивости неподвижной/периодической точки отображения?

(а) 1-привести к локальной форме; 2-найти инвариантное множество; 3-линеаризовать отображение, приведенное в локальной форме, в окрестности неподвижной/периодической точки; 4-найти мультипликаторы неподвижной/периодической точки; 5-провести анализ расположения мультипликаторов в комплексной плоскости относительно границы единичного круга.

(б) 1-найти инвариантное множество; 2-привести к локальной форме; 3-линеаризовать отображение, приведенное в локальной форме, в окрестности неподвижной/периодической точки; 4-найти мультипликаторы неподвижной/периодической точки; 5-провести анализ расположения мультипликаторов в комплексной плоскости относительно границы единичного круга.

(в) 1-найти инвариантное множество; 2-линеаризовать отображение, в окрестности неподвижной/периодической точки; 3-привести к локальной форме; 4-найти мультипликаторы неподвижной/периодической точки; 5-провести анализ расположения мультипликаторов в комплексной плоскости относительно границы единичного круга.

Задание на установление соответствия:

Каким бифуркациям соответствует точки (1) λ_0 и (2) λ_2 на рис.1?

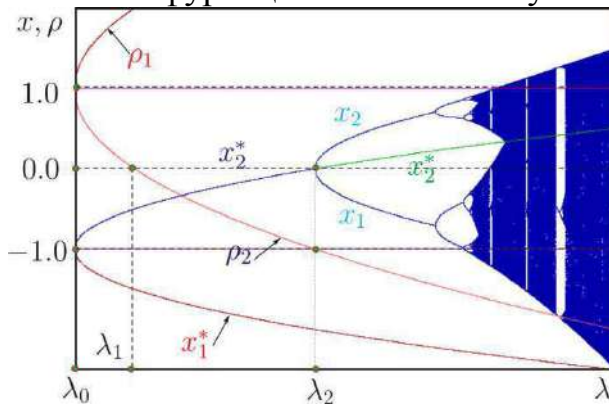


Рис.1

- (а) Касательной.
- (б) Транскритической.
- (в) Удвоению периода.
- (г) Виллообразной

Компетентностно-ориентированная задача: Найдите значение параметра a для субкритической виллообразной бифуркации неподвижной точки отображения $x_{k+1} = ax_k + x_k^3$.

Изобразите итерационные диаграммы до, в точке и после бифуркации.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций:

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для текущего контроля успеваемости по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов.

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа 1 (Алгоритмы расчета «СОВWEB» (итерационной), бифуркационной диаграмм и диаграммы периодов)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 2. (Устойчивость инвариантных множеств дискретных моделей)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 3. (Транскритическая и субкритическая вилообразная бифуркации)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 4. (Касательная и вилообразная бифуркации)	3	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 5. (Локальные бифуркации в двумерных отображениях)	3	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
СРС	12		28	
Итого	24		48	
Посещаемость			16	
Экзамен			36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1. Основная учебная литература

1. Жусубалиев, Ж. Т. Бифуркации в широтно-импульсных системах автоматического управления [Текст] : учебное пособие / Ж. Т. Жусубалиев, В. С. Титов, О. О. Яночкина ; Курский государственный технический университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Курск : КурскГТУ, 2009. - 124 с.

2 Моделирование систем: подходы и методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова [и др.]. - Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. - 568 с.

3. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - Изд. 4-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 448 с.

8.2. Дополнительная учебная литература

1. Поршнева, С. В. Численные методы на базе Mathcad [Комплект] : учебное пособие / С. В. Поршнева, И. В. Беленкова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 464 с.

2. Душин, С. Е. Моделирование систем управления [Текст] : учебное пособие / С. Е. Душин, А. В. Красов, Н. Н. Кузьмин ; под ред. С. Е. Душина. - Москва : Студент, 2012. - 348 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Алгоритмы расчета «COBWEB» (итерационной), бифуркационной диаграмм и диаграммы периодов : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон.текстовые дан. (1483 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 9 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

2. Устойчивость инвариантных множеств дискретных моделей : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон.текстовые дан. (2531 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 12 с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

3. Транскритическая и субкритическая вилообразная бифуркация : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон.текстовые дан. (1732 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 13 с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

4. Касательная и вилообразная бифуркации : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон.текстовые дан. (1839 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 14 с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

5. Локальные бифуркации в двумерных отображениях : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон.текстовые дан. (1425 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 15 с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

6. Математические основы теории динамических систем : методические указания к выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Математические основы теории динамических систем» для студентов направления подготовки 09.03.01 /

Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон. текстовые дан. (275 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 10 с. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. - Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

1. Фаддеев М.А. Марков К.А. Численные методы: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 158 с.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru/resource/851/79851>

2. Берков Н.А., Елисеева Н.Н. Математический практикум с применением пакета Mathcad: Учебное пособие. - М: МГИУ, 2006. - 135 с.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru/resource/756/77756>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
2. <http://www.bibliocomplectator.ru/available>– Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks.
3. <http://www.prlib.ru>) – Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина.
4. <http://нэб.рф/> – Национальная Электронная Библиотека (НЭБ).
5. <http://www.iop.org/> – журналы издательства Института Физики (IOP Institute of Physics).
7. <http://ieeexplore.ieee.org/> – IEEE Xplore Digital Library – доступ к сайтам журналов и к аннотациям статей в журналах издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) <http://www.ieee.org/>.
8. <http://www.elsevier.com/journals> – сайты журналов издательства Elsevier (доступ только к аннотациям статей и к статьям открытого доступа).
9. <http://www.rusycon.ru/> – Российский архив по системам и управлению (РУ-СИСОН).
10. <http://www.lib.swsu.ru> – Электронная библиотека ЮЗГУ.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях кроме теоретического материала разбираются примеры решения задач. Каждая тема завершается контрольной работой и выдачей заданий для самостоятельной работы, а также вопросов для самопроверки.

На лекциях студент должен конспектировать материал. Перед лекционными занятиями следует повторить материал предыдущей лекции. Он поможет в усвоении нового материала, позволит быть готовыми к экспресс-опросу на лекции.

Изучение разделов лекционного курса завершают лабораторные занятия,

решение задач на ЭВМ с использованием современных пакетов прикладных программ и языков программирования.

На лабораторных занятиях студенты изучают методы решения задач бифуркационного анализа.

Важное место в образовательном процессе занимает самостоятельная работа студентов. Она необходима как для подготовки к лабораторным занятиям, так и контрольным работам. Кроме того, самостоятельная работа способствует более углубленному изучению учебного материала.

Качество работы студентов оценивается по результатам решения тестовых задач на лабораторных занятиях, защиты отчетов и выполнения контрольных работ. Для успешной сдачи экзамена необходимо иметь конспект лекций. Подготовка по учебным пособиям, где материал дан в значительно большем объеме потребует у студента значительных временных затрат, которых в экзаменационную сессию всегда не хватает. Перед экзаменом полезно проработать тестовые задачи. Вопросы к экзамену включают материалы лабораторных занятий. Поэтому перед экзаменом следует просмотреть отчеты по лабораторным занятиям.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В электронном виде хранится учебно-методический комплекс, выполненный в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. В электронном виде хранится учебно-методический комплекс, выполненный в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. Операционная система Windows 7 (<https://www.microsoft.com>), Lazarus (<http://www.lazarus.freepascal.org/>), MikTeX (<https://miktex.org/>).

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для осуществления практической подготовки обучающихся при реализации дисциплины используются оборудование и технические средства обучения кафедры вычислительной техники.

1. Аудитория а. 300:

Столы, парты, скамейки для обучающихся, стол, стул для преподавателя. Мультимедиа центр: Ноутбук ASUS X50VL PMD – T2330/14"/1024 Mb/160 Gb/ сумка Проектор in Focus IN24+ (39945,45). Стойка для интерактивной доски Hitachi. Интерактивная доска Hitachi EX-82: StazBourd с аксессуарами.

2. Аудитория а. 303: Маркерная доска, столы, стулья, парты для обучающихся, стол, стул для преподавателя. ПЭВМ INTEL i3-7100/H110M-R C/SI White Box LGA1151.mATX/8Gb/1TB/DVDRW/LCD 21.5"/k+m/ – 10 шт.

3. Аудитория а. 301: Столы, стулья для обучающихся, стол, кресло для преподавателя. Многопроцессорный вычислительный комплекс: 10 шт. Процессор, монитор, жесткий диск, клавиатура, мышь.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	3,7,9-1, 15-17, 21,22				10	30.06.2021	Протокол №12 от 30.06.2021 