

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 18.12.2021 19:59:44
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по научной работе

Добросердов О.Г.

09 2015 г.

Введение в теорию бифуркаций и хаотическую динамику
систем автоматизированного управления
(наименование дисциплины)

направление подготовки 09.06.01

шифр согласно ФГОС ВО

Информатика и вычислительная техника

наименование направления подготовки

Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
(промышленность)

наименование профиля (специализация подготовки)


квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь


форма обучения очная

(очная, заочная)

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», на основании учебного плана профиля (специализации) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «29» 06. 2015 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиля (специализации) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» на заседании кафедры вычислительной техники «31» 08 2015 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов


Разработчик программы, д.т.н., профессор  Ж.Т. Жусубалиев

Согласовано:


Директор научной библиотеки  В.Г. Макаровская

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры  О.Ю.Прусова


Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиля (специализации) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 11 «27» 06 2016 г. на заседании кафедры вычислительной техники «30» 08 2016 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиля (специализации) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 10 «26» 06 2017 г. на заседании кафедры вычислительной техники «29» 08 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиля (специализации) «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 12 «27» июня 2018 г. на заседании кафедры вычислительной техники «14» 09 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов

С7

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 9 «24» 06 2019 г. на заседании кафедры вычислительной техники «27» 06 2019 г., протокол № 18.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 11 «29» 06 2020 г. на заседании кафедры вычислительной техники «02» 07 2020 г., протокол № 17.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № 8 «31» 05 2021 г. на заседании кафедры вычислительной техники «30» 06 2021 г., протокол № 12.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор  В.С. Титов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», одобренного Ученым советом Юго-Западного государственного университета протокол № «__» ____ 201__ г. на заседании кафедры вычислительной техники «__» ____ 201__ г., протокол № ____.

Зав. кафедрой ВТ, д.т.н., профессор _____ В.С. Титов

1 Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

1.1 Цель преподавания дисциплины

Приобретение знаний в области современной теории устойчивости и бифуркаций в приложениях теории систем автоматического управления, формирование навыков бифуркационного анализа и хаотической динамики нелинейных систем управления с использованием современных ЭВМ и информационных технологий.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Изучение методов численного бифуркационного анализа математических моделей систем автоматического управления; развить практические навыки компьютерного моделирования и исследования нелинейных явлений в системах автоматического управления.

Обучающиеся должны **знать**:

- основные виды импульсной модуляции в теории управления;
- уравнения движения импульсных систем в форме дифференциальных уравнений с обобщенными функциями в правой части;
- методику сведения математических моделей нелинейных импульсных систем к дискретным отображениям;
- теорию линейного анализа локальной устойчивости периодических решений дифференциальными уравнениями с разрывными правыми частями и ее применение в теории нелинейных импульсных систем;
- элементы современной теории бифуркаций и ее применение в теории управления;
- численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа нелинейных импульсных систем управления;

уметь:

- формировать математические модели нелинейных импульсных управления в форме дискретных отображений;
- численно рассчитывать периодические движения и проводить исследование их локальной устойчивости;
- классифицировать бифуркации;
- разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа нелинейных систем управления.
- проводить численные эксперименты на ЭВМ и интерпретировать результаты;
- использовать современные программные пакеты для решения практических задач бифуркационного анализа;

владеть:

- основными определениями, понятиями современной теории устойчивости и бифуркаций в приложениях теории автоматического управления;
- базовым аппаратом теории устойчивости нелинейных систем управления;
- методами анализа и классификации бифуркаций в системах управления;

- культурой и навыками решения задач бифуркационного анализа систем управления на ЭВМ;
- базовыми алгоритмами математического моделирования и численного анализа бифуркаций с использованием программных средств и информационных технологий;
- навыками применения современных информационных технологий и программных средств для исследования нелинейных явлений и бифуркаций.

1.3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

У обучающихся формируются следующие компетенции

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационных технологий (ОПК-2);
- способностью владеть теоретическими основами и методами математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ПК-3).

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Введение в теорию бифуркаций и хаотическую динамику систем автоматического управления» представляет дисциплину с индексом Б1.В.ДВ.1.1 вариативной части учебного плана направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность ««Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», изучаемую на 3 курсе в 5 семестре.

3 Содержание и объем дисциплины

3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.) 108 часов.

Таблица 3.1 –Объём дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36,1
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрено
зачет	0,1
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18

лабораторные занятия	0
практические занятия	18
Самостоятельная работа аспирантов (всего)	72
Контроль/экс (подготовка к экзамену)	0

Таблица 3.2 – 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	Нелинейные импульсные системы автоматического управления	2	0	1	У-1,2,3, МУ-1	С4, ПЗ	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3
2	Теория линейного анализа устойчивости периодических движений систем управления, описываемых дифференциальными уравнениями с разрывными правыми частями	6	0	2	У-1,2,3, МУ-1	С8, ПЗ	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3
3	Бифуркации периодических движений	4	0	3	У-1, МУ-1	С12, ПЗ	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3
4	Методы и алгоритмы бифуркационного анализа импульсных систем управления	6	0	4	У-1, МУ-1	С18, ПЗ	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3.

С – собеседование, ПЗ – защита работы по практическим занятиям (ПЗ)

Таблица 3.3 – Краткое содержание лекционного курса

	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Нелинейные импульсные системы автоматического управления	Математические модели импульсных систем автоматического управления. Широко-импульсная модуляция первого рода и второго рода. Практическая реализация модуляторов. Математические модели систем управления с широко-импульсной модуляцией (ШИМ). Преобразование уравнений движения в каноническую форму. Построение отображения Пуанкаре.
2	Теория линейного анализа устойчивости периодических движений систем управления, описываемых дифференциальными уравнениями с разрывными правыми частями	Общие положения первого метода теории устойчивости Ляпунова. Устойчивость периодических решений систем дифференциальных уравнений с разрывными правыми частями. Исследование устойчивости нелинейных импульсных систем: поиск периодического решения; получение матрицы пересчета; расчет матрицы монодромии, расчет мультипликаторов Флоке. Примеры.
3	Бифуркации периодических движений	Гиперболические неподвижные точки и циклы. Локальные бифуркации периодических движений

		нелинейных систем управления. Устойчивые и неустойчивые инвариантные множества. Нелокальные бифуркации. Гомоклиническая траектория. Гомоклиническая структура.
4	Методы и алгоритмы бифуркационного анализа импульсных систем управления	Дискретные модели нелинейных импульсных систем. Бифуркации в дискретных отображениях. Алгоритмы бифуркационного анализа дискретных систем. Бифуркационный анализ широтно-импульсных систем управления. Построение нормальной формы для анализа бифуркаций в нелинейных импульсных системах.

3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Дискретные модели широтно-импульсных систем	4
2	Кусочно-гладкие модели импульсных тем	4
3	Бифуркации дискретных отображений	5
4	Исследование бифуркаций в гибридных и импульсных системах	5
Итого,		18

3.3 Самостоятельная работа аспирантов (СР)

Таблица 3.5 – Самостоятельная работа аспирантов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Нелинейные импульсные системы автоматического управления	4 неделя	18
2	Теория линейного анализа устойчивости периодических движений систем управления, описываемых дифференциальными уравнениями с разрывными правыми частями	8 неделя	18
3	Бифуркации периодических движений	12 неделя	18
4	Методы и алгоритмы бифуркационного анализа импульсных систем управления	18 неделя	18
Итого:			72

4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Аспиранты 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;

- вопросов к зачету;

- 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.

5 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 05.04. 2017 г. №301 по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 22,2 % аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 5.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№ п/п	Наименование раздела (лекции и практические занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем в часах
1	2	3	4
1.	Тема 2. Теория линейного анализа устойчивости периодических движений систем управления, описываемых дифференциальными уравнениями с	Интерактивные лекции по теме с использованием мультимедийной системы	6

	разрывными правыми частями		
2.	Тема 4. Методы и алгоритмы бифуркационного анализа импульсных систем управления (лекции). Практическое занятие: Бифуркации дискретных отображений	Итеративные лекции по теме с использованием мультимедийной системы. Разбор конкретных ситуаций: постановка и решение задачи	6
Итого:		В часах	12

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 Этапы формирования компетенции

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	Завершающий
1	2	3	4
ОПК-1–владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Б1.В.ОД.1 Методология науки и образовательной деятельности Б1.В.ОД.5 Автоматизированные нечетко-логические системы управления в промышленности	Б1.В.ОД.4 Методология научных исследований при подготовке диссертации Б1.В.ДВ.1.1 Введение в теорию бифуркаций и хаотическую динамику систем автоматического управления Б1.В.ДВ.1.2 Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированных технологических процессов Б1.В.ДВ.2.1 Исследование и проектирование систем управления технологическими процессами и производствами Б1.В.ДВ.2.2 Технические обеспечение автоматизированных систем управления	Б1.В.ОД.6 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
ОПК-2– владением культурой научного исследования, в том числе с использованием	Б1.В.ОД.1 Методология науки и образовательной деятельности Б1.В.ОД.5 Автоматизированные	Б1.В.ОД.4 Методология научных исследований при подготовке диссертации Б1.В.ДВ.1.1 Введение	Б1.В.ОД.6 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

<p>современных информационных технологий</p>	<p>нечетко-логические системы управления в промышленности</p>	<p>в теорию бифуркаций и хаотическую динамику систем автоматического управления Б1.В.ДВ.1.2 Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированных технологических процессов Б1.В.ДВ.2.1 Исследование и проектирование систем управления технологическими процессами и производствами Б1.В.ДВ.2.2 Технические обеспечение автоматизированных систем управления</p>	
<p>ПК-3– способностью владеть теоретическими основами и методами математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>		<p>Б1.В.ДВ.1.1 Введение в теорию бифуркаций и хаотическую динамику систем автоматического управления Б1.В.ДВ.1.2 Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированных технологических процессов Б1.В.ДВ.2.1 Исследование и проектирование систем управления технологическими процессами и производствами Б1.В.ДВ.2.2 Технические обеспечение автоматизированных систем управления</p>	<p>Б1.В.ОД.6 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами</p>

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
Таблица 6.2 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

Код	Критерии и шкала оценивания компетенции	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	
ОПК-1 основной	<p>Знать: основные виды импульсной модуляции в теории управления; уравнения движения импульсных систем в форме дифференциальных уравнений с обобщенными функциями в правой части.</p> <p>Уметь: формировать модели в форме дискретных отображений; рассчитывать диаграммы и интерпретировать результаты.</p> <p>Владеть: базовым аппаратом теории устойчивости и бифуркаций дискретных отображений.</p>	<p>Знать: основные виды импульсной модуляции в теории управления; уравнения движения импульсных систем в форме дифференциальных уравнений с обобщенными функциями в правой части; методику сведения математических моделей нелинейных импульсных систем к дискретным отображениям; методику построения отображения Пуанкаре; численные методы и алгоритмы исследования устойчивости бифуркационного анализа нелинейных импульсных систем.</p> <p>Уметь: формировать модели в форме дискретных отображений; рассчитывать численно периодические движения и проводить исследование их локальной устойчивости, проводить расчет бифуркационных границ.</p> <p>Владеть: основными определениями, базовым аппаратом теории устойчивости дискретных отображений; методами классификации локальных бифуркаций.</p>	<p>Знать: основные виды импульсной модуляции в теории управления; уравнения движения импульсных систем в форме дифференциальных уравнений с обобщенными функциями в правой части; методику сведения математических моделей нелинейных импульсных систем к дискретным отображениям; теорию линейного анализа локальной устойчивости периодических решений дифференциальными уравнениями с разрывными правыми частями и ее применение в теории нелинейных импульсных систем;</p> <p>элементы современной теории бифуркаций и ее применение в теории управления; численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа нелинейных импульсных систем.</p> <p>Уметь: формировать математические модели нелинейных импульсных управлений в форме дискретных отображений; численно рассчитывать периодические движения и проводить исследование их локальной устойчивости;</p> <p>классифицировать бифуркации; разрабатывать алгоритмы и программы бифуркационного анализа нелинейных</p>	

			<p>систем управления.</p> <p>Владеть: основными определениями, понятиями теории нелинейных систем управления; базовым аппаратом теории устойчивости и бифуркаций дискретных отображений; методами классификации локальных бифуркаций.</p>
ОПК-2 основной	<p>Знать: численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа дискретных отображений с применением современных программных средств.</p> <p>Уметь: проводить численный анализ бифуркационных переходов, классифицировать бифуркации и интерпретировать результаты.</p> <p>Владеть: культурой исследования нелинейных явлений при решении практических задач.</p>	<p>Знать: численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа на ЭВМ; алгоритмы численного расчета бифуркационных границ с применением современных информационных технологий и программных средств.</p> <p>Уметь: выполнять численный бифуркационный анализ дискретных отображений; проводить численные эксперименты на ЭВМ и интерпретировать результаты.</p> <p>Владеть: культурой и навыками решения задач бифуркационного анализа систем управления; алгоритмами математического моделирования и численного анализа бифуркаций с использованием программных средств и информационных технологий.</p>	<p>Знать: численные методы и алгоритмы исследования устойчивости и бифуркаций в системах автоматического управления с применением современных информационных технологий и программных средств.</p> <p>Уметь: численно рассчитывать на ЭВМ инвариантные множества (неподвижные точки и циклы) дискретных моделей систем управления; выполнять численный анализ устойчивости и бифуркаций.</p> <p>проводить численные эксперименты на ЭВМ и интерпретировать результаты; использовать современные программные пакеты для решения практических задач бифуркационного анализа.</p> <p>Владеть: культурой и навыками решения задач бифуркационного анализа систем управления; алгоритмами математического моделирования и численного анализа бифуркаций с использованием программных средств и информационных технологий; навыками применения современных информационных технологий и программных средств для исследования нелинейных явлений и бифуркаций в системах автоматического управления.</p>
ПК-3 основной	<p>Знать: алгоритмы анализа устойчивости в дискретных моделях, локальные бифуркации в дискретных отображениях и критерии их классификации.</p>	<p>Знать: численные методы и алгоритмы бифуркационного анализа нелинейных импульсных систем управления; локальные бифуркации и критерии их классификации...</p>	<p>Знать: элементы современной теории устойчивости и бифуркаций в приложенных теории управления; численные методы и алгоритмы</p>

	<p>Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы бифуркационного анализа нелинейных систем управления, проводить исследование и интерпретировать результаты.</p> <p>Владеть: : методами и алгоритмами исследования устойчивости и бифуркационного анализа нелинейных импульсных систем.</p>	<p>Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа нелинейных систем управления; проводить численные исследования на ЭВМ и интерпретировать результаты</p> <p>Владеть: методами и алгоритмами исследования устойчивости и бифуркационного анализа; алгоритмами математического моделирования и численного анализа бифуркаций с использованием программных средств и информационных технологий</p>	<p>бифуркационного анализа нелинейных импульсных систем управления; локальные бифуркации и критерии их классификации.</p> <p>Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для бифуркационного анализа нелинейных систем управления; проводить численные исследования на ЭВМ и интерпретировать результаты; использовать современные программные пакеты для решения практических задач бифуркационного анализа.</p> <p>Владеть: базовым аппаратом теории устойчивости и бифуркаций нелинейных систем управления; методами анализа и классификации бифуркаций; алгоритмами математического моделирования и численного анализа бифуркаций с использованием программных средств и информационных технологий; навыками решения практических задач бифуркационного анализа.</p>
--	--	--	---

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

Таблица 6.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№	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	Нелинейные импульсные системы	ОПК-1, ОПК-2,	Лекция, СР, практические занятия	Собеседование, контрольная	Согласно комплекту	Согласно табл. 6.2

	автоматического управления	ПК-3		работа, защита работы по ПЗ	задач и вопросов для собеседования	
2	Теория линейного анализа устойчивости периодических движений систем управления, описываемых дифференциальными уравнениями с разрывными правыми частями	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	Лекция, СР, практические занятия	Собеседование, контрольная работа, защита работы по ПЗ	Согласно комплекту задач и вопросов для собеседования	Согласно табл. 6.2
3	Бифуркации периодических движений	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	Лекция, СР практические занятия	Собеседование, контрольная работа, защита работы по ПЗ	Согласно комплекту задач и вопросов для собеседования	Согласно табл. 6.2
4	Методы и алгоритмы бифуркационного анализа импульсных систем управления	ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	Лекция, СР, практические занятия	Собеседование, контрольная работа, защита работы по ПЗ	Согласно комплекту задач и вопросов для собеседования	Согласно табл. 6.2

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

1. Типовые контрольные задания «Нелинейные импульсные системы автоматического управления»

Задача: Построить дискретную модель скалярной гибридной системы: скалярного уравнения с обобщенными функциями, входящими в виде слагаемых.

Задача: Построить стробоскопическое отображение для двумерной модели системы управления импульсной модуляцией.

2. Типовые контрольные задания «Теория линейного анализа устойчивости периодических движений систем управления»

Задача: Изобразите качественно динамику двумерного отображения на фазовой плоскости в окрестности неподвижной точки в случаях, когда

(а) мультипликаторы $\rho_1, \rho_2, \rho_1 \neq \rho_2$ действительные и:

$$0 < \rho_{1,2} < 1; -1 < \rho_{1,2} < 0; 0 < \rho_1 < 1, -1 < \rho_2 < 0;$$

$$\rho_{1,2} < -1; \rho_{1,2} > 1.$$

(б) мультипликаторы комплексные $\rho_{1,2} = \alpha \pm i\beta: |\rho_{1,2}| < 1;$

$|\rho_{1,2}| > 1$. В обоих случаях аргумент равен $\pi/5$.

Задача: Для модели импульсной системы управления $\frac{dx}{dt} = a(x - K_f), K_f = \frac{1}{2}[1 + \text{sign}(\xi)], \xi = q - x - \frac{P}{\alpha}[t/a - \lfloor t/a \rfloor]$ получите уравнение в вариациях.

3. Типовые контрольные задания «Бифуркации периодических движений»

Задача: Для двумерного отображения $(x, y) \rightarrow (1 - ax^2 + by, x)$ найдите цикл периода 1, матрицу монодромии, а также ее след и определитель как функции параметров a, b . Найдите аналитическое выражение для линии касательной бифуркации и бифуркации удвоения периода неподвижной точки и нанесите их на плоскость параметров (a, b) .

4. Типовые контрольные задания «Методы и алгоритмы бифуркационного анализа импульсных систем управления».

Задача: Для модели импульсной системы управления $\frac{dx}{dt} = a(x - K_f), K_f = \frac{1}{2}[1 + \text{sign}(\xi)], \xi = q - x - \frac{P}{\alpha}[t/a - \lfloor t/a \rfloor]$ получите уравнение периодов для расчета периодического движения.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная и дополнительная учебная литература

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. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. Лебедев. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. - 163 с.

3. Цветкова, О. Л. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Л. Цветкова. - Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 207 с.

Дополнительная учебная литература

1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления [Текст] : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - Изд. 3-е, доп. и перераб. - Санкт-Петербург : Лань , 2010. - 224 с.

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

3. Динамика одномерных дискретных динамических систем [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным занятиям 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. (422 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 14 с.

4. Исследование устойчивости дискретных динамических систем [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным занятиям 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. (379 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 8 с.

5. Расчет карт динамических режимов [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным занятиям 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. (237 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 5 с.

6. Изучение бифуркации рождения замкнутой инвариантной кривой [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Хаотическая динамика гибридных и импульсных систем управления» для студентов направления подготовки 09.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т

; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон. текстовые дан. (336 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 6 с.

7.2 Перечень методических указаний

1. Исследование гибридных и импульсных систем методом точечных отображений Пуанкаре [Электронный ресурс]: методические для студентов направлений подготовки 09.04.01, 09.06.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Ж. Т. Жусубалиев. - Электрон. текстовые дан. (422 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 23 с.

7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
2. <http://www.bibliocomplectator.ru/available> – Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks.
3. <http://нэб.рф/> – Национальная Электронная Библиотека (НЭБ).
4. <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.rusicon.ru/> – Российский архив по системам и управлению (РУСИОН).
10. <http://www.lib.swsu.ru> – Электронная библиотека ЮЗГУ.

7.4 Перечень информационных технологий

В электронном виде хранится учебно-методический комплекс, выполненный в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования.

Программное обеспечение: Windows 7 (<https://www.microsoft.com>), Lazarus (<http://www.lazarus.freepascal.org/>), MikTeX (<https://miktex.org/>).

7.5 Другие учебно-методические материалы

1. Фаддеев М.А. Марков К.А. Численные методы: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 158 с.
2. Берков Н.А., Елисеева Н.Н. Математический практикум с применением пакета Mathcad: Учебное пособие. - М: МГИУ, 2006. - 135 с.

3. Zhusubaliyev Zh.T., Churilov A.N., Medvedev F. Bifurcation phenomena in an impulsive model of non-basal testosterone regulation//Chaos. 2012. Vol. 22(1). P.013121-1– 013121-11.

4 Churilov A.N., Medvedev F. Zhusubaliyev Zh.T. Impulsive Goodwin oscillator with large delay: Periodic oscillations, bistability, and attractors//Nonlinear Analysis: Hybrid Systems. 2016. Vol. 21. P.171 – 183.

5. Zhusubaliyev Zh. T., Mosekilde E. Bifurcations and Chaos in Piecewise-Smooth Dynamical Systems. World Scientific, Singapore, 2003, 363 P.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория а. 300:

Столы, парты, скамейки для обучающихся, стол, стул для преподавателя. Мультимедиа центр: Ноутбук ASUS X50VL PMD – T2330/14"/1024 Мб/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, опер. память, корпус, матер. плата.