

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю

Декан физико-математического
факультета



Федорова Н.Б.

«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ»**

Уровень основной образовательной программы – **подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направление подготовки – **01.06.01 Математика и механика**

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

Форма обучения - **очная**

Срок освоения ООП - **4 года**

Факультет (институт) – **физико-математический**

Кафедра – **математики и методики преподавания математических дисциплин**

Язык преподавания - **русский**

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Актуальные проблемы качественной теории дифференциальных уравнений» являются

формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»;

фундаментальная подготовка аспирантов в области теории дифференциальных уравнений и её приложений,

овладение современными методами теории дифференциальных уравнений для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

Изучение дисциплины позволит овладеть необходимыми знаниями и умениями, которые потребуются аспирантам для выполнения научной работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО аспирантуры

2.1. Дисциплина «Актуальные проблемы качественной теории дифференциальных уравнений» относится к вариативной части ОПОП ВО и является дисциплиной по выбору, запланированной для освоения (2 год обучения 4 семестр).

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые дисциплинами предшествующего уровня образования

Знания: основные понятия из теории дифференциальных уравнений: решение дифференциального уравнения, условия существования и единственности решения дифференциального.

Умения: находить общие решения основных классов дифференциальных уравнений первого порядка; находить решение однородного уравнения с постоянными коэффициентами, анализировать взаимосвязь решений линейного однородного и неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами.

Владение: терминологией из теории дифференциальных уравнений; навыками решения систем дифференциальных уравнений второго порядка.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1	<p><u>Знать:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные методы научно-исследовательской деятельности. 2. Современных научных достижений в области исследования систем

	<p>дифференциальных уравнений.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах. 2. Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника. 3. Генерировать новые идеи при решении профессиональных задач. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, связанной с профессиональной деятельностью. 2. Навыками выбора методов и средств решения задач исследования.
УК-3	<p><u>Знать:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной при работе в исследовательских коллективах <p><u>Уметь:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных задач 2. Осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; 2. Технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач, в том числе ведущихся на иностранном языке 3. Технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач 4. Различными типами коммуникации при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.
ОПК-1	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наиболее важные научные результаты и проблемы современной математики и смежных областей. 2. Современные методы исследования решений математических задач. <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики 2. Разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками построения и исследования математических моделей в естественных науках.
ПК-1	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений. 2. Смысл фундаментальных теорем, схемы их доказательств, класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории. <p><u>Уметь.</u></p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулировать проблему и ставить задачи для ее решения. 2. Определять методы для решения поставленных задач. 3. Анализировать полученные результаты, указать область их применения. 4. Составлять краткий и содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками планирования, анализа, научно-познавательной деятельности.
<i>ПК-4</i>	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные методы качественной теории дифференциальных уравнений. 2. Основные принципы построения математических моделей. 3. Классы наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования. <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализировать поставленную задачу, 2. Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса, 3. Построить адекватную математическую модель, <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками математического моделирования, численными методами. 2. Навыками качественного анализа построенных математических моделей.
<i>ПК-5</i>	<p><u>Знать:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорию, основные принципы построения математических моделей, 2. Класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ. <p><u>Уметь:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализировать поставленную задачу. 2. Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса. 3. Построить адекватную математическую модель. 4. Написать компьютерную программу для решения поставленной задачи. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками математического моделирования. 2. Численными методами. 3. Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.

Карта компетенций дисциплины

«Актуальные проблемы качественной теории дифференциальных уравнений»

Название дисциплины

Цель	- формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОПОП ВО вуза по направлению - 01.06.01 Математика и механика , направленность (профиль) - Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.
Задачи	Научить ориентироваться в задачах непосредственной применимости теории дифференциальных уравнений. Проводить самостоятельные решения различных задач с практическим содержанием. Определять круг задач, решения которых может быть выполнено теорией дифференциальных уравнений.

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие

Универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><u>Знать:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные методы научно-исследовательской деятельности. 2. Современных научных достижений в области исследования систем дифференциальных уравнений. <p><u>Уметь:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах. 2. Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника. 3. Генерировать новые идеи при решении профессиональных задач. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, свя- 	путем проведения практических занятий, самостоятельной работы аспиранта	Защита реферата, коллоквиум, письменный опрос, зачет	<p><u>Пороговый:</u> Знание общих положений и основных понятий, применение методов качественной теории дифференциальных уравнений.</p> <p><u>Повышенный:</u> Умение систематизировать полученные знания, поиск новых решений проблемных задач по качественной теории дифференциальных уравнений</p>

		<p>занной с профессиональной деятельностью.</p> <p>2. Навыками выбора методов и средств решения задач исследования.</p>			
УК-3	<p>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективах по решению научно-образовательных задач.</p>	<p><u>Знать:</u></p> <p>1. Особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной при работе в исследовательских коллективах</p> <p><u>Уметь:</u></p> <p>1. Следовать нормам принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных задач</p> <p>2. Осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом.</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах;</p> <p>2. Технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач, в том числе ведущихся на иностранном языке</p>	<p>путем проведения практических занятий, самостоятельной работы аспиранта</p>	<p>Защита реферата, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>	<p><u>Пороговый:</u></p> <p>Знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной. Знание технологий оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач.</p> <p><u>Повышенный:</u> Знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной. Навыки анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач. Знание технологий оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач.</p> <p>Планирования деятель-</p>

		<p>3. Технологиями планирования деятельности в раках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач</p> <p>4. Различными типами коммуникации при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.</p>			ности в раках работы по решению научных задач
ОПК-1	<p>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><u>Знать.</u></p> <p>1. Наиболее важные научные результаты и проблемы современной математики и смежных областей.</p> <p>2. Современные методы исследования решений математических задач.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <p>1. Применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики</p> <p>2. Разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками построения и исследования математических моделей в естественных науках.</p>	<p>путем проведения практических занятий, самостоятельной работы аспиранта</p>	<p>Защита реферата, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>	<p><u>Пороговый:</u> неполные представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях</p> <p><u>Повышенный:</u> сформированные систематические представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях</p>
ПК-1	<p>готовность к исследованиям в области дифференциальных уравнений и динамических систем</p>	<p><u>Знать.</u></p> <p>1. Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений.</p> <p>2. Смысл фундаментальных теорем,</p>	<p>путем проведения практических занятий, самостоятельной работы</p>	<p>Защита реферата, контрольная работа, колло-</p>	<p><u>Пороговый:</u> способен чётко сформулировать проблему, наметить план и предложить</p>

		<p>схемы их доказательств, класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формулировать проблему и ставить задачи для ее решения. 2. Определять методы для решения поставленных задач. 3. Анализировать полученные результаты, указать область их применения. 4. Составлять краткий и содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками планирования, анализа, научно-познавательной деятельности. 	аспиранта	квиум, письменный опрос, зачет	<p>способы её решения.</p> <p><u>Повышенный:</u> способен сам сформулировать имеющуюся проблему, готов самостоятельно предложить решение поставленной проблемы.</p>
ПК-4	Способность к самостоятельной постановке и решению сложных теоретических прикладных задач в теории динамических систем и оптимального управления	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные методы качественной теории дифференциальных уравнений. 2. Основные принципы построения математических моделей. 3. Классы наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования. <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализировать поставленную задачу, 2. Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса, 3. Построить адекватную математическую модель, <p><u>Владеть:</u></p>	путем проведения практических занятий, самостоятельной работы аспиранта	Защита реферата, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет	<p><u>Пороговый:</u> способен точно сформулировать теорему, привести примеры, анализировать проблемы естествознания</p> <p><u>Повышенный:</u> способен самостоятельно привести схему доказательств и область применимости теорем, к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности</p>

		<p>1. Навыками математического моделирования, численными методами.</p> <p>2. Навыками качественного анализа построенных математических моделей.</p>			
ПК-5	<p>умение применять программные комплексы в изучении математических моделей, описываемых системами дифференциальных уравнений</p>	<p><u>Знать:</u></p> <p>1. Теорию, основные принципы построения математических моделей,</p> <p>2. Класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <p>1. Анализировать поставленную задачу.</p> <p>2. Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса.</p> <p>3. Построить адекватную математическую модель.</p> <p>4. Написать компьютерную программу для решения поставленной задачи.</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками математического моделирования.</p> <p>2. Численными методами.</p> <p>3. Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.</p>	<p>путем проведения практических занятий, самостоятельной работы аспиранта</p>	<p>Защита реферата, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>	<p><u>Пороговый:</u> способен схематично построить модель рассматриваемой задачи и определить пути ее решения с помощью программных комплексов</p> <p><u>Повышенный:</u> способен самостоятельно построить модель рассматриваемой задачи и определить и реализовать пути ее исследования с помощью программных комплексов.</p>

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

1.1. Объем дисциплины в зачетных единицах

Объем дисциплины «Актуальные проблемы качественной теории дифференциальных уравнений» составляет 2 зачетных единиц, всего 72 часа, из которых 11,15 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (11 часов практические занятия), 0,15 часа – мероприятия промежуточной аттестации (зачет), 60,85 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

1.2. Формат обучения

Дисциплина реализуется в форме очного обучения на базе Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина.

2. Содержание дисциплины

структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине.	Всего (часы)	В том числе											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них							
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Мероприятия промежуточной аттестации	Всего	Выполнение заданий при подготовке к лекционным занятиям	Выполнение заданий при подготовке к семинарским занятиям	Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам.	Работа со справочными материалами	Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	Выполнение индивидуальных домашних заданий	Подготовка реферата	Всего
Тема 1 Устойчивость нелинейных систем	31,85		5		5		6		2	7,85	5	6	26,85
Тема 2 Колебания систем с цилиндрическим фазовым пространством	40		6		6		6	7	2	8	5	6	34
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	0,15			0,15	0,15								
Итого	72		11	0,15	11,15		12	7	4	15,85	10	12	60,85

2.1. Тематика лекционных занятий

Не предусмотрены.

2.2. Тематика практических занятий

Тема 1. Система управления с обратной связью и ее передаточная функция. Полная управляемость, полная наблюдаемость. Принцип двойственности Калмана. Теорема о передаточной функции полностью управляемого и полностью наблюдаемого блока. Устойчивые линейные блоки. Стабилизируемость линейных блоков. Основные понятия математической теории устойчивости. Прямой метод Ляпунова. Абсолютная устойчивость нелинейных систем с обратной связью.

Частотная теорема Якубовича-Калмана. Матричные неравенства Ляпунова. Необходимые и достаточные условия разрешимости. Круговой критерий. Критерий абсолютной устойчивости Попова. Метод априорных интегральных оценок.

Диссипативные системы. Частотные критерии диссипативности. Критерий существования периодического решения у системы с тахометрической обратной связью. Метод перехода в “пространство производных”. Обобщенный принцип Пуанкаре-Бендиксона. Частотные критерии колебательности систем с одной дифференцируемой нелинейностью. Колебания в системах с разрывными и гистерезисными нелинейностями. Примеры колебательных систем.

Тема 2. Глобальные асимптотические свойства дифференциальных уравнений. Частотный критерий дихотомии. Фазовые системы с обратной связью. Дихотомия фазовых систем. Глобальная асимптотика фазовых систем с нелинейностями, имеющими нулевое среднее на периоде. Фазовое уравнение второго порядка. Метод периодических функций Ляпунова. Процедура Бакаева-Гужа. Метод инвариантных конусов. Устойчивость по Бакаеву.

Метод нелокального сведения. Теоремы ляпуновского типа. Применение метода нелокального сведения к исследованию устойчивости фазовых систем. Аппроксимация полос захвата для систем фазовой автоподстройки частоты с фильтрами различных типов. Метод нелокального сведения для неавтономных фазовых систем.

Существование круговых решений и циклов второго рода фазовых систем. Исследование круговых решений и циклов второго рода конкретных систем. Метод систем сравнения. Частотные критерии существования циклов второго рода у систем со многими нелинейностями. Оценка периода циклов второго рода. Проблема Барбашина-Езейло. Существование циклов первого рода у фазовых систем. Критерии существования нетривиальных периодических решений конкретных систем третьего порядка.

2.3. Лабораторных занятий

Не предусмотрены

3.2. Характеристика и описание заданий на самостоятельную работу аспиранта;

1. Коллоквиум – форма учебного занятия, понимаемая как беседа преподавателя с учащимися с целью активизации знаний. Коллоквиум проводится после изучения раздела в форме опроса с билетами. Коллоквиум — форма проверки и оценивания знаний учащихся в системе образования.

Задачи коллоквиума: проверка и контроль полученных знаний по изучаемой теме; расширение проблематики в рамках дополнительных вопросов по данной теме; углубление знаний при помощи использования дополнительных материалов при подготовке к занятию;

Коллоквиум проводится в устной форме. Ответы оцениваются одновременно в традиционной шкале.

Критерии оценки коллоквиума

Оценка «5» - глубокое и прочное усвоение программного материала, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала, правильно обоснованные принятые решения, .

Оценка «4» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, -правильное применение теоретических знаний.

Оценка «3» - усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала.

Оценка «2» - не знание программного материала, - при ответе возникают ошибки, затруднения в ответе на наводящие вопросы.

2. Письменный опрос – форма проверки и оценивания знаний учащихся в системе образования.

Задачи письменного опроса: входной контроль усвоения знаний, полученных аспирантом.

Ответы оцениваются в традиционной шкале.

Критерии оценки письменного опроса.

Оценка «5» - полные, последовательные грамотные и логически излагаемые ответы.

Оценка «4» - неполное, но грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «3» в ответе допускаются неточности, нарушение последовательности в изложении программного материала.

Оценка «2» - не знание программного материала.

3. Реферат - написание сообщения или публичного доклада. Чаще всего это слово употребляется для определения последовательного, убедительного и краткого изложения или написания сущности какого-либо вопроса или темы научно-практического характера.

Требования к содержанию реферата.

Содержание должно быть конкретным, строго соответствовать названию темы, иметь научно-достоверные и новейшие данные, убедительные объяснения «острых» вопросов, яркие примеры и доказательства, четкую последовательность изложения – от простого и известного к сложному и неизвестному.

Реферат считается собственной работой автора и пишется в его редакции, его собственными словами и мыслями. Дословное переписывание литературных данных считается кражей или плагиаторством.

Цитаты или дословные изречения других авторов применяются только для подтверждения некоторых фактов и положений реферата. Но при этом необходима обязательная ссылка на автора. Это называется цитированием, оно допущено, но в меру. Употребление в реферате большого количества цитат называется цитатничеством. Оно уже недопустимо. Цитатничество сводит, на нет заслуги автора.

Реферат пишется популярным языком, доступным для массового чтения. Иностранные слова обязательно объясняются. Слова, смысл которых непонятен автору, для написания реферата не употребляются.

3.3. Примерные нормы времени на выполнение внеаудиторной самостоятельной работы аспиранта по каждому заданию;

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
4	1	Устойчивость нелинейных систем	1. Выполнение заданий при подготовке к семинарским занятиям.	6
			2. Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам.	4
			3. Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	2
			4. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы	7,85
			5. Выполнение индивидуальных домашних заданий	5
			6. Подготовка реферата.	6
4	2	Колебания систем с цилиндрическим фазовым пространством	1. Выполнение заданий при подготовке к семинарским занятиям.	6
			2. Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам.	3
			3. Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	2

			4. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы	8
			5. Выполнение индивидуальных домашних заданий	5
			6. Подготовка реферата	6
ИТОГО в семестре				60,85

3.4. Особенности самостоятельной работы аспиранта;

Самостоятельная работа аспирантов является важной компонентой изучения и твердого усвоения учебного материала.

Самостоятельная работа включает в себя следующие виды деятельности:

1. подготовку к практическим занятиям,
2. выполнение домашних заданий,
3. подготовку к ответам на контрольные вопросы,
4. подготовку к аудиторным контрольным работам,
5. подготовку к зачету.

Теоретический материал необходимо прорабатывать к каждому практическому занятию. При этом нужно прочитать записи, установить связь материалами, разобрать основные понятия и определения.

При подготовке к практическому занятию необходимо выучить основные определения и формулировки теорем, разобрать алгоритмы и примеры решения задач, приведенные в теоретическом материале.

Домашнее задание рекомендуется выполнять сразу после практического занятия или в ближайшие дни. При его выполнении можно воспользоваться примерами решения задач, которые имеются в учебных пособиях.

3.5. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы аспиранта;

Контрольные вопросы по каждой теме делятся на два уровня. Полный перечень вопросов предоставляется аспирантам после изучения темы на лекции и практическом занятии. Как правило, полноценной подготовки к практическому занятию достаточно, чтобы успешно ответить на вопросы первого уровня. При подготовке ответов на вопросы второго уровня рекомендуется использовать материалы учебников и учебных пособий, записи, сделанные на практических занятиях, и обратиться за консультацией к преподавателю.

Для подготовки к аудиторным контрольным работам, как правило, бывает достаточно активной работы аспиранта на практических занятиях и систематического выполнения домашних заданий.

Подготовка к зачету для аспиранта, систематически прорабатывавшего теоретический материал, готовившего ответы на контрольные вопросы выполнявшего домашние задания, как правило, заключается в повторении.

3.6. Оценка выполнения самостоятельной работы аспиранта (кри-

терии).

Цели проведения самостоятельной работы:

- формирование и развитие профессиональных и общих компетенций и их элементов (знаний, умений, практического опыта) в соответствии с требованиями руководящих документов;

- формирование компетенции поиска и использования информации необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного роста;

- формирование компетенции использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;

- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности профессионального мышления: способности к профессиональному и личностному развитию, самообразованию и самореализации;

- развитие культуры межличностного общения, взаимодействия между людьми, формирования умений работы в команде, эффективного общения с коллегами и руководством.

Критерии выполнения самостоятельной работы:

- фрагментарные представления об общей концепции и методологических вопросах теории дифференциальных уравнений, истории её формирования и развития, теоретических и практических проблемах;

- сформированные представления об основных теоретических и практических проблемах дифференциальных уравнений;

- сформированные представления об основных теоретических и практических проблемах теории дифференциальных уравнений для реализации исследований по профилю направленности подготовки;

- сформированные представления об основных теоретических и практических проблемах обработки результатов исследований по профилю направления подготовки.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

- Описание шкал оценивания (критериев) результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций.

1. Оценка «незачтено» ставится аспиранту, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в

знании основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

2. Оценка «зачтено» ставится аспиранту, овладевшему элементами компетенции

«знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине и ШКАЛА оценивания		ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	Пороговый	Повышенный	
<p>УК-1</p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные методы научно-исследовательской деятельности. 2. Современных научных достижений в области исследования систем дифференциальных уравнений. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах. 2. Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника. 3. Генерировать новые идеи при решении профессиональных задач. <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, связанной с профессиональной деятельностью. 2. Навыками выбора методов и средств решения задач исследования. 	<p>Знание общих положений и основных понятий, применение методов качественной теории дифференциальных уравнений.</p>	<p>Умение систематизировать полученные знания, поиск новых решений проблемных задач по качественной теории дифференциальных уравнений</p>	<p>Защита электронного рефератов, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>
<p><u>УК-3</u></p> <p><u>Знать:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной при работе в исследовательских коллективах <p><u>Уметь:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Следовать нормам принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных задач 2. Осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; 	<p>Знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной. Знание технологий оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач.</p>	<p>Знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной. Навыки анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач. Знание технологий оценки результатов коллективной деятельности по реше-</p>	<p>Защита электронного рефератов, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>

<p>2. Технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач, в том числе ведущихся на иностранном языке</p> <p>3. Технологиями планирования деятельности в раках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач</p> <p>4. Различными типами коммуникации при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.</p>		<p>нию научных задач.</p> <p>Планирования деятельности в раках работы по решению научных задач</p>	
<p><u>ОПК-1</u> <u>Знать.</u></p> <p>1. Наиболее важные научные результаты и проблемы современной математики и смежных областей.</p> <p>2. Современные методы исследования решений математических задач.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <p>1. Применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики</p> <p>2. Разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками построения и исследования математических моделей в естественных науках.</p>	<p>Неполные представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях</p>	<p>сформированные систематические представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях</p>	<p>Защита электронного рефератов, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>
<p><u>ПК-1</u> <u>Знать.</u></p> <p>1. Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений.</p> <p>2. Смысл фундаментальных теорем, схемы их доказательств, класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <p>1. Формулировать проблему и ставить задачи для ее решения.</p>	<p>Способен чётко сформулировать проблему, наметить план и предложить способы её решения.</p>	<p>Способен сам сформулировать имеющуюся проблему, готов самостоятельно предложить решение поставленной проблемы.</p>	<p>Защита электронного рефератов, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>

<p>2. Определять методы для решения поставленных задач.</p> <p>3. Анализировать полученные результаты, указать область их применения.</p> <p>4. Составлять краткий и содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах.</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками планирования, анализа, научно-познавательной деятельности.</p>			
<p><u>ПК-4</u> <u>Знать</u></p> <p>1. Основные методы качественной теории дифференциальных уравнений.</p> <p>2. Основные принципы построения математических моделей.</p> <p>3. Классы наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <p>1. Анализировать поставленную задачу,</p> <p>2. Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса,</p> <p>3. Построить адекватную математическую модель,</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками математического моделирования, численными методами.</p> <p>2. Навыками качественного анализа построенных математических моделей.</p>	<p>Способен точно сформулировать теорему, привести примеры, анализировать проблемы естествознания</p>	<p>Способен самостоятельно привести схему доказательств и область применимости теорем, к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности</p>	<p>Защита электронного рефератов, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>
<p><u>ПК-5</u> <u>Знать:</u></p> <p>1. Теорию, основные принципы построения математических моделей,</p> <p>2. Класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ.</p> <p><u>Уметь:</u></p> <p>1. Анализировать поставленную задачу.</p> <p>2. Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса.</p> <p>3. Построить адекватную математическую модель.</p> <p>4. Написать компьютерную программу для решения поставленной задачи.</p> <p><u>Владеть:</u></p> <p>1. Навыками математического моделирования.</p> <p>2. Численными методами.</p> <p>3. Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.</p>	<p>Способен схематично построить модель рассматриваемой задачи и определить пути ее решения с помощью программных комплексов</p>	<p>Способен самостоятельно построить модель рассматриваемой задачи и определить и реализовать пути ее исследования с помощью программных комплексов.</p>	<p>Защита электронного рефератов, контрольная работа, коллоквиум, письменный опрос, зачет</p>

4.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

№ с е м е с т р а	№ р а з д е л а	Виды контроля и аттеста- ции (ВК, Тат, ПрАт)	Наименование раздела учеб- ной дисципли- ны	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов в задании	Количество независимых вариантов
4	1	а) входной контроль б) текущая аттестация	Устойчивость и колебания нелинейных систем управления с обратной связью	а) Письменный опрос	3	3
				б) Коллоквиум,	2	3
				Контрольная работа	3	3
				защита электронного реферата-презентации,	1	3
4	2	а) входной контроль б) текущая аттестация	Устойчивость и колебания систем с цилиндрическим фазовым пространством	а) Письменный опрос	3	3
				б) Контрольная работа,	3	3
				защита электронного реферата-презентации,	1	3
4	1,2	ПрАт	Устойчивость и колебания нелинейных систем управления с обратной связью. Устойчивость и колебания систем с цилиндрическим фазовым пространством	Зачет	3	10

4.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения.

Вид кон- троля	Форма контроля	Примеры оценочных средств
ВК	Письменный опрос	1. Дать определение устойчивого состояния равновесия. Сформулировать определение фазового пространства.

		<p>2. Дать определение предельного цикла первого и второго рода.</p> <p>3. Сформулировать определение устойчивого предельного цикла.</p>
Тат	Коллоквиум	<p>1. Принцип двойственности Калмана. Теорема о передаточной функции полностью управляемого и полностью наблюдаемого блока.</p> <p>2. Критерий существования периодического решения у системы с тахометрической обратной связью.</p>
	Контрольная работа по разделу № 1	<p>1. Каково фазовое пространство системы $\dot{x} = f(\sin x, \cos y)$, $\dot{y} = g(\sin x, \cos y)$ у которой правые части f и g суть периодические функции по обеим переменным?</p> <p>2. Докажите, что нулевое решение системы $\dot{x} = -axy^4$, $\dot{y} = byx^4$, $a > 0$, $b > 0$ устойчиво. Объясните, почему оно не является асимптотически устойчивым.</p> <p>3. Для системы</p> $\dot{x} = \mu x - 2y - a^2 x(x^2 + y^2)^2,$ $\dot{y} = 2x + \mu y - b^2 y(x^2 + y^2)^2$ <p>определите тип и устойчивость положения равновесия $x = y = 0$ в зависимости от значений μ. Докажите, что при $\mu > 0$ существует устойчивый предельный цикл.</p>
	Защита электронного реферата-презентации	<p>1. Состояния равновесия системы дифференциальных уравнений второго порядка. Предельные циклы первого и второго рода. Сделать электронную реализацию проверки типа состояния равновесия для системы дифференциальных уравнений второго порядка. Используя средства компьютерной графики, проиллюстрировать предельные циклы первого и второго рода.</p>
	Контрольная работа по разделу № 2	<p>1. Являются ли взаимосвязанными частота ω собственных колебаний нелинейной консервативной системы и амплитуда колебаний.</p> <p>2. Дано уравнение $\ddot{x} + \omega_0^2 x + \mu x^2 = F_1 \cos \Omega_1 t + F_2 \cos \Omega_2 t$, $0 < \mu \ll 1$. Докажите существование комбинационных тонов в спектре вынужденных колебаний.</p> <p>3. Сколько имеется областей параметрического резонанса уравнение Матьё.</p>
	Защита электронного реферата-презентации	<p>1. Типы предельных циклов. Используя пакет компьютерных программ, проиллюстрировать типы предельных циклов.</p>
ПрАт	Зачет	<p style="text-align: center;">Билет № 1</p> <p>1. Автоколебания в обобщенной модели Лотка-Вольтерра.</p> <p>2. Метод Пуанкаре для неавтономных систем.</p> <p>3. Найдите периодические режимы в системе $\ddot{x} + x = -\alpha \dot{x} - \beta \dot{x}^2 - \gamma \dot{x}^5$ где $\beta < 0$, $\gamma > 0$. Исследуйте устойчивость найденных решений.</p>

Примерные вопросы и задания к зачету

1. Система управления с обратной связью и ее передаточная функция. Принцип двойственности Калмана.
2. Основные понятия математической теории устойчивости.
3. Абсолютная устойчивость нелинейных систем с обратной связью.
4. Частотная теорема Якубовича-Калмана.
5. Матричные неравенства Ляпунова.
6. Критерий абсолютной устойчивости Попова.
7. Диссипативные системы. Частотные критерии диссипативности.
8. Критерий существования периодического решения у системы с тахометрической обратной связью.
9. Метод перехода в “пространство производных”.
10. Обобщенный принцип Пуанкаре-Бендиксона.
11. Частотные критерии колебательности систем с одной дифференцируемой нелинейностью.
12. Колебания в системах с разрывными и гистерезисными нелинейностями.
13. Примеры колебательных систем.
14. Глобальные асимптотические свойства дифференциальных уравнений.
15. Частотный критерий дихотомии.
16. Фазовые системы с обратной связью.
17. Фазовые системы с обратной связью.
18. Дихотомия фазовых систем.
19. Глобальная асимптотика фазовых систем с нелинейностями, имеющими нулевое среднее на периоде.
20. Метод периодических функций Ляпунова.
21. Процедура Бакаева-Гужа. Метод инвариантных конусов.
22. Метод нелокального сведения.
23. Аппроксимация полос захвата для систем фазовой автоподстройки частоты с фильтрами различных типов. Метод нелокального сведения для неавтономных фазовых систем.
24. Существование круговых решений и циклов второго рода фазовых систем. Частотные критерии существования циклов второго рода у систем со многими нелинейностями.
25. Оценка периода циклов второго рода. Проблема Барбашина-Езейло. Существование циклов первого рода у фазовых систем.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

№ п/п	Авторы, наименование, место издания и издательство, год	Се-местр	Количество экземпляров	
			В библиотеке	На кафедре
1.	Зубов, В.И. Теория колебаний [Текст] : учебное пособие / В.И. Зубов — М.: Высшая школа, 2008. — 400 с.	4	2	1
2.	Леонов, Г.А., Буркин, И.М., Шепелявый, А.И. Частотные методы в теории колебаний [Текст] / монография / Г.А. Леоно, И.М. Буркин, А.И. Шепелявый — СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 2007. — 370 с.	4		1
3.	Леонов, Г.А., Смирнова, В.Б. Математические проблемы теории фазовой синхронизации [Текст] / монография / Г. А. Леонов, В. Б. Смирнова. - СПб : Наука, 2000. — 400 с.	4		1

Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, наименование, место издания и издательство, год	Се-местр	Количество экземпляров	
			В библиотеке	На кафедре
1.	Андронов, Витт, А.А., Хайкин, С.Э. Теория колебаний [Электронный ресурс] / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин М. — : Физматгиз, 1959. — 914 с. — Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=123658 (дата обращения: 19.04.2020).	4	2	1
2.	Андронов, А.А., Леонтович, И.И., Гордон, А.Г., Майер, А.Г. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости [Текст] / А.А. Андронов, И.И. Гордон, А.Г. Майер. М.: Наука, 1967.— 490 с.	4		1
3.	Андривеский, Б.Р. , Бондарко, В.А. , Барабанов, А.Е. , Брокетт, Р.У. Нелинейные системы. Частотные и матричные неравенства [Электронный ресурс] / Андривеский Б.Р. , Бондарко В.А. , Барабанов А.Е. , Брокетт Р.У / под ред. А.Х. Гелиг, Г.А. Леонова, А.Л. Фрадкова.— М.: Физматлит, 2008. — 605 с. — Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76723 (дата обращения: 19.04.2020).	4	ЭБС	1,2
4.	Барбашин, Е.А., Табуева, В.А. Динамические системы с цилиндрическим фазовым пространством [Текст] / Барбашин Е.А., Табуева В.А. — М.: Наука, 1969. — 300 с.	4		1
5.	Бутенин, Н.В., Неймарк, Ю.И., Фуфаев, Н.А. Введение в теорию нелинейных колебаний [Текст] : учебное пособие / Бутенин Н.В., Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. — М.: Наука, 1987. — 382 с.	4		1
6.	Журавлев, В.Ф., Климов, Д.М. Прикладные методы в теории колебаний [Текст] / Журавлев В.Ф., Климов Д.М. — М.: Наука, 1988. — 328 с.	4		1
7.	Мигулин, В.В., Медведев, В.И. Мустель, Е.Р., Парыгин, В.Н. Основы теории колебаний [Текст] / Мигулин, В.В., Медведев, В.И. Мустель, Е.Р., Парыгин, В.Н. — М.: Наука, 1988. — 392 с.	4		1

5.2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. East View [Электронный ресурс] : [база данных]. — Доступ к полным

текстам статей научных журналов из сети РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <https://dlib.eastview.com> (дата обращения: 19.04.2020).

2. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения/ Ряз. гос. ун-т. – Рязань, [Б.г.]. – Доступ, после регистрации из сети РГУ имени С. А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2> (дата обращения: 19.04.2020).

3. Royal Society of Chemistry journals [Электронный ресурс] : [база данных]. – Доступ к полным текстам архива научных журналов 1841-2007 гг. из сети РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/en/Journals?key=Tithe&value=Current> (дата обращения: 19.04.2020).

4. Труды преподавателей [Электронный ресурс]: коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 19.04.2020).

5. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 19.04.2020).

6. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс] : официальный сайт/ Рос. гос. б-ка. – Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 - .- Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru> (дата обращения: 19.04.2020).

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 19.04.2020).

2. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>, свободный (дата обращения: 19.04.2020).

3. EqWorld. The World of Mathematical Equations [Электронный ресурс] Международный научно-образовательный сайт. Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>, свободный (дата обращения: 19.04.2020).

4. Prezentacya.ru [Электронный ресурс] : образовательный портал. – Режим доступа: <http://prezentacya.ru> , свободный (дата обращения: 19.04.2020).

5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> , свободный (дата обращения: 19.04.2020).

6. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru> , свободный (дата обращения: 19.04.2020).

7. Инфоурок [Электронный ресурс] : образовательный портал. – Режим доступа: <https://infourok.ru> , свободный (дата обращения: 19.04.2020).

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru> , свободный (дата обращения: 19.04.2020).

5.4. Перечень периодических изданий (конкретных статей)

1. **Матросов В.В.** Нелинейная динамика системы фазовой автоподстройки частоты с фильтром второго порядка // Известия вузов. Радиофизика. 2006. Т. 49, № 3. С. 267 – 278.

2. **Мамонов С.С.** Условия существования предельных циклов второго рода системы дифференциальных уравнений. I // Дифференциальные уравнения. 2010. Т. 46, № 5. С. 637 - 646.

3. **Мамонов С.С.** Условия существования предельных циклов второго рода системы дифференциальных уравнений. II / С.С. Мамонов // Дифференциальные уравнения. – 2010. – Т. 46, № 8. – С. 1075–1084.

4. **Мамонов С.С., Ионова И.В.** Существование циклов второго рода системы фазовой автоподстройки частоты // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2013. Т. 13, № 4. С. 45 - 50.

5. **Мамонов С.С., Ионова И.В.** Применение вращения векторного поля для определения циклов второго рода // Вестник РАЕН. 2014. – Т 14. № 5. – С. 46-54.

6. **Шалфеев В.Д.** К исследованию нелинейной системы частотно-фазовой автоподстройки частоты с одинаковыми интегрирующими фильтрами в фазовой и частотной цепях // Радиофизика, 1969, т.12, №7, с.1037-1051.

7. **Пономаренко В.П., Матросов В.В.** Сложная динамика автогенератора, управляемого петлей частотной автоподстройки // Радиотехника и электроника, 1997, т.42, №9, с.1125-1133.

8. **Мамонов С.С.** Динамика системы частотно-фазовой автоподстройки частоты с фильтрами первого порядка // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Математика, механика, информатика. 2011. Т 11, вып. 1. С. 70-81.

9. **Мамонов С.С., Харламова А.О.** Условия существования предельных циклов второго рода для модели системы частотно- фазовой автоподстройки частоты. // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2013. Т. 13. № 4. С. 51–57.

10. **Мамонов С.С., Харламова А.О.** Влияние частотного кольца системы фазовой автоподстройки на условия существования циклов второго рода. // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2014. Т. 14. № 5. С. 55–60.

5.5. Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)

Стандартный набор ПО (в компьютерных классах):

1. Операционная система WindowsPro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение Libre Office (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений Fast Stone ImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
7. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО);
8. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО);
9. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

Стандартный набор ПО (для кафедральных ноутбуков):

1. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142от 30/03/2018г.);
2. Офисное приложение Libre Office (свободно распространяемое ПО);
3. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
4. Браузер изображений Fast Stone ImageViewer (свободно распространяемое ПО);
5. PDF ридер Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
6. Медиа проигрыватель VLC mediaplayer (свободно распространяемое ПО);
7. Запись дисков Image Burn (свободно распространяемое ПО);
8. DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

5.6. Описание материально-технической базы.

Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: стандартно оборудованные аудитории для проведения лекционных и практических занятий – видеопроектор, экран настенный. Компьютерный класс.

Требования к специализированному оборудованию: отсутствует

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
(МОДУЛЮ) ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

№ п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Устойчивость нелинейных систем	<i>УК-1, УК-3, ОПК-1, ПК-1, ПК-4, ПК-5</i>	Зачет
2.	Колебания систем с цилиндрическим фазовым пространством		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Элементы компетенции	Индекс элемента
УК 1	<i>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	знать	
		1 Основные методы научно-исследовательской деятельности.	УК1 31
		2 Современных научных достижений в области исследования систем дифференциальных уравнений	УК1 32
		уметь	
		1 Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах.	УК1 У1
		2 Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника.	УК1 У2
		3 Генерировать новые идеи при решении профессиональных задач..	УК1 У3
		владеть	
		1 Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, связанной с профессиональной деятельностью	УК1 В1
2 Навыками выбора методов и средств решения задач исследования	УК1 В2		
УК 3	<i>Знание особенностей пред-</i>	знать	
		1. Особенности представления результатов	УК3 31

	<p>ставления результатов научной деятельности в устной и письменной. Знание технологий оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач.</p>	<p>научной деятельности в устной и письменной при работе в исследовательских коллективах</p>	
		<p>уметь</p>	
		<p>1. Следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных задач</p>	УКЗ У1
		<p>2. Осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом.</p>	УКЗ У2
		<p>владеть</p>	
		<p>1. Навыками анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах.</p>	УКЗ В1
		<p>2. Технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач, в том числе ведущихся на иностранном языке</p>	УКЗ В2
		<p>3. Технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.</p>	УКЗ В3
	<p>4. Различными типами коммуникации при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.</p>	УКЗ В4	
ОПК-1	<p>способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>знать</p>	
		<p>1. Наиболее важные научные результаты и проблемы современной математики и смежных областей.</p>	ОПК1 31
		<p>2. Современные методы исследования решений математических задач.</p>	ОПК1 32
		<p>уметь</p>	
		<p>1. Применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики</p>	ОПК1 У1
		<p>2. Разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук</p>	ОПК1 У2
		<p>владеть</p>	
		<p>1. Навыками построения и исследования математических моделей в естественных</p>	ОПК1

		науках.	В1
ПК-1	<i>готовность к исследованиям в области дифференциальных уравнений и динамических систем</i>	знать	
		1 Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений.	ПК1 31
		2 Смысл фундаментальных теорем, схемы их доказательств, класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории.	ПК1 32
		уметь	
		1 Формулировать проблему и ставить задачи для ее решения.	ПК1 У1
		2 Определять методы для решения поставленных задач.	ПК1 У2
		3 Анализировать полученные результаты, указать область их применения.	ПК1 У3
		4 Составлять краткий и содержательный доклад о методах решения задач и полученных результатах.	ПК1 У4
		владеть	
1 Навыками планирования, анализа, научно-познавательной деятельности.	ПК1 В1		
ПК 4	<i>способность к самостоятельной постановке и решению сложных теоретических и прикладных задач в теории динамических систем и оптимального управления</i>	знать	
		1 Основные методы качественной теории дифференциальных уравнений.	ПК4 31
		2 Основные принципы построения математических моделей.	ПК4 32
		3 Классы наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования.	ПК4 33
		уметь	
		1 Анализировать поставленную задачу	ПК4 У1
		2 Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса	ПК4 У2
		3 Построить адекватную математическую модель	ПК4 У3
		владеть	
		1 Навыками математического моделирования, численными методами	ПК4 В1
2 Навыками качественного анализа построенных математических моделей	ПК4 В2		
ПК-5	<i>Способен схематично построить модель рассматриваемой задачи и определить пути ее решения с помощью про-</i>	знать	
		1.Теорию, основные принципы построения математических моделей,	ПК5 31
		2.Класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ	ПК5 32

граммных комплексов	уметь	
	1.Анализировать поставленную задачу.	ПК5 У1
	2.Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса.	ПК5 У2
	3.Построить адекватную математическую модель.	ПК5 У3
	4.Написать компьютерную программу для решения поставленной задачи	ПК5 У4
	владеть	
	1.Навыками математического моделирования.	ПК5 В1
	2.Численными методами.	ПК5 В2
	3.Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках	ПК5 В3

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1.	Система управления с обратной связью и ее передаточная функция.	УК1 32, У2, В1 ОПК1 31, У1, В1
2.	Принцип двойственности Калмана.	ПК4 31, У1, В1 ПК5 32, У1, В2
3.	Основные понятия математической теории устойчивости.	ПК1 31, У2, В1 ПК4 32, У3, В2
4.	Абсолютная устойчивость нелинейных систем с обратной связью.	УК3 31, У2, В3 ОПК1 31, У2, В1
5.	Частотная теорема Якубовича-Калмана. Матричные неравенства Ляпунова.	УК3 31, У1, В1 ПК5 32, У1, В2
6.	Критерий абсолютной устойчивости Попова.	УК1 31, У3, В1 ОПК1 31, У1, В1
7.	Диссипативные системы. Частотные критерии диссипативности.	ПК4 33, У2, В1 ПК5 31, У3, В3
8.	Критерий существования периодического решения у системы с тахометрической обратной связью.	ПК1 32, У1, В1 ПК4 31, У1, В1
9.	Метод перехода в “пространство производных”. Обобщенный принцип Пуанкаре-Бендиксона.	УК3 31, У2, В4 ОПК1 31, У2, В1
10.	Частотные критерии колебательности систем с одной дифференцируемой нелинейностью.	УК3 31, У1, В2 ПК5 31, У4, В2
11.	Колебания в системах с разрывными и гистерезисными нелинейностями.	УК1 32, У1, В2 ОПК1 31, У2, В1
12.	Примеры колебательных систем.	ПК4 33, У2, В1 ПК5 32, У3, В3
13.	Глобальные асимптотические свойства дифференциальных	ПК1 31, У3, В1

	уравнений.	ПК4 33, У2, В1
14.	Частотный критерий дихотомии. Фазовые системы с обратной связью.	УК3 31, У1, В2 ОПК1 32, У2, В1
15.	Фазовые системы с обратной связью. Дихотомия фазовых систем.	УК3 31, У1, В2 ПК5 32, У4, В2
16.	Глобальная асимптотика фазовых систем с нелинейностями, имеющими нулевое среднее на периоде.	УК1 32, У2, В1 ОПК1 31, У1, В1
17.	Метод периодических функций Ляпунова.	ПК4 33, У2, В1 ПК5 32, У2, В1
18.	Процедура Бакаева-Гужа. Метод инвариантных конусов.	ПК1 31, У4, В1 ПК4 33, У2, В1
19.	Метод нелокального сведения.	УК3 31, У1, В2 ОПК1 32, У1, В1
20.	Аппроксимация полос захвата для систем фазовой автоподстройки частоты с фильтрами различных типов.	УК3 31, У1, В2 ПК5 31, У4, В2
21.	Метод нелокального сведения для неавтономных фазовых систем.	УК1 32, У2, В1 ОПК1 31, У1, В1
22.	Существование круговых решений и циклов второго рода фазовых систем.	ПК4 33, У2, В1 ПК5 32, У3, В3
23.	Частотные критерии существования циклов второго рода у систем со многими нелинейностями.	ПК1 31, У2, В1 ПК4 33, У2, В1
24.	Оценка периода циклов второго рода.	УК3 31, У1, В2 ОПК1 32, У2, В1
25.	Проблема Барбашина-Езейло. Существование циклов первого рода у фазовых систем.	УК3 31, У1, В1 ПК5 32, У1, В2

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

(Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено», на экзамене - по пятибалльной шкале (*выбрать необходимое*).

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине.

«Зачтено» - соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Не зачтено» - выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.