

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.

ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по научной специальности
01.01.02 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ»

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

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Место кандидатского экзамена в структуре ОПОП ВО аспирантуры

1.1. Кандидатский экзамен по научной специальности 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» относится к вариативной части Блока Б. 1 «Дисциплины» и является обязательным.

1.2. Для сдачи кандидатского экзамена необходимо освоение следующих дисциплин, направленных на подготовку к нему:

Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Обыкновенные дифференциальные уравнения / Дифференциальные уравнения с отклоняющимся аргументом

Актуальные проблемы качественной теории дифференциальных уравнений / Теория управления систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

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

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<i>УК-1 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>	<p><u>Знать:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основных понятий теорий дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления проблемы; 2. Классических методов исследования динамических систем и оптимального управления; 3. Современных научных достижений в области исследования систем дифференциальных уравнений. <p><u>Уметь:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Находить, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; 2. Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; 3. Находить альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать их потенциал. <p><u>Владеть:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. 2. Навыками генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.
<i>УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	<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

	<p>языке</p> <p>3. Технологиями планирования деятельности в раках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач</p> <p>Различными типами коммуникации при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.</p>
<p><i>УК-5 способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i></p>	<p><u>Знать.</u></p> <p>1. Возможные сферы и направления профессиональной самореализации;</p> <p>2. Приемов и технологий целеполагания и целереализации;</p> <p>3. Пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <p>1. Выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту;</p> <p>2. Формулировать цели профессионального и личностного развития.</p> <p>3. Оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.</p> <p><u>Владеть.</u></p> <p>1. Навыками планирования и решения задач научно-исследовательской работы.</p> <p>2. Навыками планирования и решения задач учебно-методической работы.</p> <p>3. Навыками повышения профессионального педагогического мастерства.</p>
<p><i>ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i></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>1. 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><i>ПК-1 готовность к исследованиям в области дифференциальных уравнений и динамических систем</i></p>	<p><u>Знать.</u></p> <p>1. Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений и динамических систем.</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>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, учебно-познавательной деятельности.</p>
<p><i>ПК-3 способность к формированию стратегий применения теории дифференциальных уравнений в исследовании математических моделей</i></p>	<p><u>Знать</u></p> <p>1. Основные области применения теории дифференциальных уравнений в исследовании математических моделей.</p> <p>2. Методы конструирования математических моделей</p> <p><u>Уметь</u></p> <p>1. Самостоятельно поставить и решить сложные теоретические и прикладные задачи в теории дифференциальных уравнений</p> <p>2. Структурировать и интегрировать знания из различных областей профессиональной деятельности и обладать способностью их творческого использования и развития в ходе решения профессиональных задач.</p>

	<p><u>Владеть</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками математического моделирования 2. Способностью критически анализировать, синтезировать информацию 3. Навыками к разработке и совершенствованию теоретических и методологических подходов к качественному исследованию систем дифференциальных уравнений
<p><i>ПК-4 способность к самостоятельной постановке и решению сложных теоретических и прикладных задач в теории динамических систем и оптимального управления</i></p>	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорию дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления. 2. Основные принципы построения математических моделей. 3. Классы 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, численными методами. 2. Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.
<p><i>ПК-5 умение применять программные комплексы в изучении математических моделей, описываемых системами дифференциальных уравнений</i></p>	<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

«Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Цель	Формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОПОП ВО вуза по направлению подготовки 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 компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочно го средства	Уровни освоения компетенции
Инд екс	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> <p>1. Основных понятий теорий дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления проблемы.</p> <p>2. Классических методов исследования динамических систем и оптимального управления</p> <p>3. Современных научных достижений в области исследования систем дифференциальных уравнений.</p> <p><u>Уметь.</u></p> <p>1. Находить, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;</p> <p>2. Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;</p> <p>3. Находить альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и</p>	самостоятельная работа аспиранта.	кандидатский экзамен	<p><i>Пороговый:</i> В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p> <p><i>Повышенный:</i> Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши при реализации этих вариантов</p>

		<p>оценивать их потенциал.</p> <p><u>Владеть.</u></p> <p>1. Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>2. Навыками генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.</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 обществе 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>3. Технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач</p> <p>4. Различными типами коммуникации при</p>	<p>путем самостоятельной работы аспиранта</p>	<p>кандидатский экзамен</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. Планирования деятельности в рамках работы по решению научных задач</p>

		осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.			
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможных сфер и направлений профессиональной самореализации; 2. Приемов и технологий целеполагания и целереализации; 3. Пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития. <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; 2. Формулировать цели профессионального и личностного развития. 3. Оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей. <p><u>Владеть.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками планирования и решения задач научно-исследовательской работы. 2. Навыками планирования и решения задач учебно-методической работы. 3. Навыками повышения профессионального педагогического мастерства. 	самостоятельная работа аспиранта.	кандидатский экзамен	<p><i>Пороговый:</i> Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования.</p> <p><i>Повышенный:</i> Владеет системой способов выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути самосовершенствования</p>
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>					
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной	<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 	самостоятельная работа аспиранта.	кандидатский экзамен	<p><i>Пороговый:</i> неполные представления о результатах, проблемах, методах научных исследований в области математики и смежных областях</p> <p><i>Повышенный:</i> сформированные систематические представления о результатах, проблемах, методах</p>

	области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	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 Владеть: 1. Навыками построения и исследования математических моделей в естественных науках.			научных исследований в области математики и смежных областях
Профессиональные компетенции					
ПК-1	Готовность к исследованиям в области дифференциальных уравнений и динамических систем	Знать. 1. Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений и динамических систем. 2. Смысл фундаментальных теорем, схемы их доказательств, класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории. Уметь. 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. Владеть: 1. Навыками планирования, анализа, учебно-познавательной деятельности.	самостоятельной работе аспиранта.	кандидатский экзамен	Пороговый: способен четко сформулировать проблему, наметить план и предложить способы её решения Повышенный: способен самостоятельно решить проблему
ПК-3	Способность к формированию стратегий применения теории дифференциальных уравнений	Знать 1. Основные области применения теории дифференциальных уравнений в исследовании математических моделей. 2. Методы конструирования математических моделей	самостоятельной работы аспиранта	кандидатский экзамен	Пороговый: способен схематично построить модель рассматриваемой задачи Повышенный: способен самостоятельно построить модель

	исследовании математических моделей	<p><u>Уметь</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Самостоятельно поставить и решить сложные теоретические и прикладные задачи в теории дифференциальных уравнений 2. Структурировать и интегрировать знания из различных областей профессиональной деятельности и обладать способностью их творческого использования и развития в ходе решения профессиональных задач. <p><u>Владеть</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками математического моделирования 2. Способностью критически анализировать, синтезировать информацию 3. Навыками к разработке и совершенствованию теоретических и методологических подходов к качественному исследованию систем дифференциальных уравнений 			рассматриваемой задачи и определить пути ее исследования
ПК-4	умение применять программные комплексы в изучении математических моделей, описываемых системами дифференциальных уравнений	<p><u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорию дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления. 2. Основные принципы построения математических моделей. 3. Классы 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>	самостоятельной работе аспиранта	кандидатский экзамен	<p><i>Пороговый:</i> Способен проанализировать поставленную задачу, построить адекватную математическую модель, написать часть компьютерной программы для решения поставленной задачи</p> <p><i>Повышенный:</i> Способен проанализировать поставленную задачу и определить главные факторы, влияющие на развитие процесса, построить адекватную математическую модель, написать компьютерную программу для решения поставленной задачи</p>

		<p>1. Навыками математического моделирования, численными методами.</p> <p>2. Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.</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 самостоятельной работы аспиранта</p>	<p>кандидатский экзамен</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 КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА И ВИДЫ РАБОТЫ АСПИРАНТА

1.1. Объем кандидатского экзамена в зачетных единицах

Объем кандидатского экзамена составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 1,5 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (1 часов консультации, 0,5 мероприятия промежуточной аттестации (кандидатский экзамен), 34,5 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

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		ПРОЦЕДУР Ы ОЦЕНИВА НИЯ
	Пороговый	Повышенный	
<p>УК-1 <u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основных понятий теорий дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления проблемы. 2. Классических методов исследования динамических систем и оптимального управления 3. Современных научных достижений в области исследования систем дифференциальных уравнений. <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Находить, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; 2. Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; 3. Находить альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать их потенциал. <p><u>Владеть.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. 2. Навыками генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач. 	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>
<p>УК-3 <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 	<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</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>

<p>исследовательских коллективах;</p> <p>2. Технологией оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач, в том числе ведущихся на иностранном языке</p> <p>3. Технологией 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>оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач. Планирования деятельности в раках работы по решению научных задач</p>	
<p>УК-5 <u>Знать.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможных сфер и направлений профессиональной самореализации; 2. Приемов и технологий целеполагания и целереализации; 3. Пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития. <p><u>Уметь.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; 2. Формулировать цели профессионального и личностного развития. 3. Оценивать свои возможности, реалистичность, адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей. <p><u>Владеть.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками планирования и решения задач научно-исследовательской работы. 2. Навыками планирования и решения задач учебно-методической работы. <p>Навыками повышения профессионального педагогического мастерства.</p>	<p>Владеет некоторыми способами выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для профессиональной деятельности, при этом не демонстрирует способность оценки этих качеств и выделения конкретных путей их совершенствования.</p>	<p>Владеет системой способов выявления и оценки индивидуально-личностных и профессионально-значимых качеств, необходимых для профессиональной самореализации, и определяет адекватные пути самосовершенствования</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>
<p>ОПК-1 <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> <p>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>Кандидатский экзамен.</p>
<p>ПК-1 <u>Знать.</u></p>	<p>способен четко сформулировать проблему, наметить</p>	<p>способен самостоятельно решить проблему</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>

<p>1. Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений и динамических систем.</p> <p>2. Смысл фундаментальных теорем, схемы их доказательств, класс задач, решение которых может быть найдено методами этой теории.</p> <p>Уметь.</p> <p>1. Формулировать проблему и ставить задачи для ее решения.</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>Владеть:</p> <p>1. Навыками планирования, анализа, учебно-познавательной деятельности.</p>	<p>план и предложить способы её решения</p>		
<p>ПК-3</p> <p>Знать</p> <p>1. Основные области применения теории дифференциальных уравнений в исследовании математических моделей.</p> <p>2. Методы конструирования математических моделей</p> <p>Уметь</p> <p>1. Самостоятельно поставить и решить сложные теоретические и прикладные задачи в теории дифференциальных уравнений</p> <p>2. Структурировать и интегрировать знания из различных областей профессиональной деятельности и обладать способностью их творческого использования и развития в ходе решения профессиональных задач.</p> <p>Владеть</p> <p>1. Навыками математического моделирования</p> <p>2. Способностью критически анализировать, синтезировать информацию</p> <p>3. Навыками к разработке и совершенствованию теоретических и методологических подходов к качественному исследованию систем дифференциальных уравнений</p>	<p>способен схематично построить модель рассматриваемой задачи</p>	<p>способен самостоятельно построить модель рассматриваемой задачи и определить пути ее исследования</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>
<p>ПК-4</p> <p>Знать:</p> <p>1. Достаточно глубоко теорию дифференциальных уравнений;</p> <p>2. Основные принципы построения математических моделей;</p> <p>3. Класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ.</p> <p>Уметь: уметь анализировать поставленную задачу, определить главные факторы, влияющие на развитие процесса, построить адекватную математическую модель, написать компьютерную программу для решения поставленной задачи.</p>	<p>Способен проанализировать поставленную задачу, построить адекватную математическую модель, написать часть компьютерной программы для решения поставленной задачи</p>	<p>Способен проанализировать поставленную задачу и определить главные факторы, влияющие на развитие процесса, построить адекватную математическую модель, написать компьютерную программу для решения поставленной задачи</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>

<p><i>Владеть:</i> владеть методами математического моделирования, численными методами, методикой написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.</p>			
<p><u>ПК-5</u> <u>Знать:</u> 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> <p><u>Уметь:</u> 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> <p><i>Владеть:</i> 1. Навыками математического моделирования. 2. Численными методами. 3. Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках.</p>	<p>способен схематично построить модель рассматриваемой задачи</p>	<p>способен самостоятельно построить модель рассматриваемой задачи и определить и реализовать пути ее исследования.</p>	<p>Кандидатский экзамен.</p>

2.1. Критерии допуска, содержание и процедура проведения кандидатского экзамена по научной специальности 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Успешная сдача зачетов по дисциплинам, направленным на подготовку к кандидатскому экзамену, и реферата (статьи) является допуском к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

Содержание кандидатского экзамена

Требования к содержанию экзамена кандидатского минимума представлены в п. 2.2 рабочей программе кандидатского экзамена.

Процедура проведения кандидатского экзамена:

1. Программа кандидатского экзамена по научной специальности «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» состоит из двух обязательных разделов: программа кандидатского минимума и конкретной (предметной) области специализации в рамках данной специальности (дополнительная программа к кандидатскому экзамену по тематика научно-квалификационной работы (диссертации)).

2. Экзаменационные билеты должны включать: два вопроса из раздела кандидатского минимума и один вопрос из программы по специализации.

3. Кандидатские экзамены проводятся по билетам, утвержденным на заседании кафедры математики и методики преподавания математических дисциплин. Для подготовки ответа аспирант использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года.

4. На каждого аспиранта заполняется протокол приема кандидатского экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные соискателю членами комиссии.

Примерный перечень вопросов к кандидатскому экзамену

Раздел 1. (программа кандидатского минимума)

1. Теоремы существования Арцела, Пикара-Линделефа, Пеано. Продолжение решений.
2. Непрерывная зависимость и дифференцируемость по начальным данным. Непрерывная зависимость решений от параметров.
3. Первые интегралы. Дифференциальные неравенства.
4. Неравенство Гронуола. Верхнее и нижнее решение.
5. Теорема Уитнера. Оценка разности двух решений.
6. Теорема единственности.
7. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных систем.
8. Устойчивость периодических движений.
9. Второй метод Ляпунова для неустановившихся движений. Теорема Четаева.
10. Линейные уравнения с периодическими коэффициентами. Характеристическое уравнение.
11. Нелинейные уравнения с периодическими коэффициентами. Критерии устойчивости по первому приближению.
12. Динамические системы на плоскости. Предельные точки и множества. Их структура.
13. Свойства предельных траекторий. Теорема о наличии состояния равновесия внутри замкнутой траектории.
14. Основная теорема о состояниях равновесия. Особые точки. Классификация.
15. Исключительные направления. Нормальные области. Поведение интегральных кривых в нормальной области.
16. Периодические решения уравнений первого порядка.
17. Предельные циклы и теории контактов.
18. Автоколебания.
19. Точечные преобразования и предельные циклы.
20. Устойчивость неподвижной точки.
21. Теорема Кенигса.
22. Условия устойчивости предельного цикла.

23. Виды и свойства предельных циклов.
24. Грубые системы. Грубые состояния равновесия.
25. Простые, сложные, грубые предельные циклы.
26. Необходимые и достаточные условия грубости.
27. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных (колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, электромагнитное поле, уравнения гидро-и газодинамики, уравнение Шредингера).
28. Понятие о характеристиках уравнений в частных производных.
29. Теорема Ковалевской.
30. Обобщенные решения основных краевых задач для уравнений эллиптического типа.
31. Разрешимость краевых задач и гладкость обобщенных решений.
32. Некоторые теоремы вложения функциональных пространств (неравенства Пуанкаре и Стеклова).
33. Задача на собственные значения для эллиптического уравнения (в частности, задача Штурма-Лиувилля).
34. Свойства собственных значений и собственных функций. Вариационный метод решения краевых задач.
35. Разложения в ряды по собственным функциям.
36. Классические задачи оптимального управления.
37. Понятие оптимальности. Постановка общей задачи оптимального управления.
38. Экстремальные свойства оптимальных управлений и их синтез.
39. Существование решений экстремальных задач и алгоритмы их поиска.
40. Принцип Лагранжа для необходимых условий экстремума.
41. Принцип максимума Понтрягина.
42. Задача с подвижными концами и условия трансверсальности.
43. Принцип максимума для неавтономных систем.
44. Вариация управлений и траекторий. Вывод условий трансверсальности.
45. Принцип максимума и условие трансверсальности как необходимые условия.
46. Достаточные условия оптимальности управления.
47. Общий принцип максимума.
48. Линейные уравнения и системы. Вариация постоянных. Основные неравенства.
49. Теория Флоке.
50. Теория первого приближения.
51. Характеристические числа Ляпунова и их свойства.
52. Характеристические числа решений линейных уравнений.
53. Устойчивость характеристических чисел систем линейных уравнений. Критерий положительности характеристических чисел.
54. Интегральные уравнения Фредгольма второго рода.
55. Метод последовательных приближений.
56. Теоремы Фредгольма.
57. Эрмитовы ядра.
58. Теорема Гильберта-Шмидта. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению с помощью функции Грина.
59. Классификация и канонические формы уравнений в частных производных второго порядка.
60. Постановка основных краевых задач: задача Коши, первая, вторая и третья краевые задачи.
61. Корректность постановки краевых задач. Классические решения основных краевых задач для эллиптических уравнений.
62. Уравнение Лапласа. Основные свойства гармонических функций (формула Грина, теорема о среднем, принцип максимума, теорема об устранимой особенности).
63. Решение задач Дирихле и Неймана (внутренней и внешней) методом потенциалов.
64. Функция Грина и ее применение к решению краевых задач.
65. Формула Пуассона для шара и круга.
66. Исследование регулярности точек границы.
67. Уравнение Гельмгольца.

68. Уравнения параболического типа. Постановка основных краевых задач. Решение смешанной задачи методом разделения переменной (метод Фурье). Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности (формула Пуассона).
69. Уравнения гиперболического типа. Постановка основных краевых задач.
70. Интеграл энергии, единственность.
71. Решение смешанной задачи методом Фурье.
72. Решение задачи Коши для волнового уравнения (формулы Даламбера, Пуассона и Кирхгофа).
73. Метод спуска. Распространение волн в пространстве, на плоскости и на прямой.

**Раздел 2. Дополнительная программа к кандидатскому экзамену
по предметной области специализации «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»**

1. Объемный потенциал для уравнения Лапласа. Его свойства.
2. Потенциал простого слоя для уравнения Лапласа. Разрыв нормальной производной потенциала простого слоя.
3. Потенциал двойного слоя для уравнения Лапласа. Разрыв потенциала двойного слоя.
4. Интегральные уравнения Вольтерры 2-го рода. Итерированные ядра и резольвента.
5. Метод интегральных уравнений в задачах математической физики.
6. Первая краевая задача теплопроводности в прямоугольнике и система интегральных уравнений Вольтерры 2-го рода.
7. Разрешимость системы интегральных уравнений, индуцированной первой краевой задачей теплопроводности.
8. Вторая краевая задача для уравнения теплопроводности и система интегральных уравнений Вольтерры 2-го рода.
9. Смешанная краевая задача для уравнения теплопроводности и система интегральных уравнений Вольтерры 2-го рода.
10. Краевые задачи теплопроводности в областях с негладкими боковыми границами и уравнения Вольтерры 2-го рода.
11. Характер непрерывности решений интегральных уравнений, индуцируемых краевыми задачами теплопроводности.
12. Гладкость решения второй краевой задачи теплопроводности в области с криволинейными боковыми границами.
13. Фундаментальное решение для параболического уравнения с переменными коэффициентами. Параметрикс и его свойства.
14. Объемный потенциал для уравнения теплопроводности. Его свойства.
15. Метод Леви построения фундаментального решения и интегральное уравнение Вольтерры 2-го рода.
16. Разрешимость интегрального уравнения, индуцированного построением фундаментального решения.
17. Оценки решения интегрального уравнения, индуцированного построением фундаментального решения.
18. Построение фундаментального решения. Основные свойства фундаментального решения.
19. Оценки старших производных фундаментального решения.
20. Интегральные уравнения и краевые задачи для параболических уравнений с переменными коэффициентами.
21. Гладкость решения второй краевой задачи для параболического уравнения.

22. Уравнение Абеля. Интегральные уравнения Вольтерры 1-го рода в первой краевой задаче теплопроводности.
23. Параболические по Петровскому системы уравнений в частных производных.
24. Фундаментальные матрицы решений линейных параболических систем, их свойства.
25. Внутренние оценки решений параболических систем.
26. Задача Коши для параболических систем.
27. Смешанная задача для линейных параболических систем.

Критерии оценки

Критерии	Показатели
Усвоение программного теоретического материала	- аргументированный, логически выстроенный, полный ответ по вопросу, демонстрирующий знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; - знание основной и дополнительной литературы; - глубокое, всестороннее знание и понимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.
Умение излагать программный материал научным языком	- владение научным стилем речи; - точное, связное, последовательное, логичное, обоснованное и аргументированное изложение материала, - умение формулировать обоснованные выводы

Ответ оценивается по традиционной системе:

«отлично» - аргументированный, логически выстроенный, полный ответ по вопросу, демонстрирующий отличное знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;

- знание основной и дополнительной литературы; свободное владение научным стилем речи; точное, связное, последовательное, логичное, обоснованное и аргументированное изложение материала, умение формулировать обоснованные выводы; глубокое, всестороннее знание и понимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.

«хорошо» - ответ по вопросу, демонстрирующий хорошее знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; знание основной литературы; сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; владение научным стилем речи;

точное, связное, последовательное, логичное, изложение материала, умение формулировать выводы.

«удовлетворительно» - ответ по вопросу, демонстрирующий удовлетворительное знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой и основной литературы; нечеткое представление о сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; слабое владение научным стилем речи; неточное изложение материала, трудности с формулированием выводов.

«неудовлетворительно» - ответ по вопросу, демонстрирующий неудовлетворительное знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой и основной литературы; непонимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; невладение научным стилем речи; неверное изложение материала, неумение формулировать выводы.

2.2. Содержание разделов программы кандидатского экзамена

Раздел 1.

Теоремы существования Арцела, Пикара-Линделефа, Пеано. Продолжение решений. Непрерывная зависимость и дифференцируемость по начальным данным. Непрерывная зависимость решений от параметров. Первые интегралы. Дифференциальные неравенства.

Неравенство Гронуола. Верхнее и нижнее решение. Теорема Уитнера. Оценка разности двух решений. Теорема единственности.

Теория устойчивости. Второй метод Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных систем. Устойчивость периодических движений. Второй метод Ляпунова для неустановившихся движений. Теорема Четаева. Линейные уравнения с периодическими коэффициентами. Характеристическое уравнение. Нелинейные уравнения с периодическими коэффициентами. Критерии устойчивости по первому приближению.

Динамические системы на плоскости. Предельные точки и множества. Их структура. Свойства предельных траекторий. Теорема о наличии состояния равновесия внутри замкнутой траектории. Основная теорема о состояниях равновесия. Особые точки. Классификация. Исключительные направления. Нормальные области.

Периодические решения уравнений первого порядка. Предельные циклы и теории контактов. Автоколебания. Точечные преобразования и предельные циклы. Устойчивость неподвижной точки. Теорема Кенигса. Условия устойчивости предельного цикла. Критерии существования периодических. Виды и свойства предельных циклов. Грубые системы. Грубые состояния равновесия. Простые, сложные, грубые предельные циклы. Поведение сепаратрисы седел в грубых системах. Необходимые и достаточные условия грубости.

Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных (колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, электромагнитное поле, уравнения гидро- и газодинамики, уравнение Шредингера). Вариационные принципы. Понятие о характеристиках уравнений в частных производных. Теорема Ковалевской.

Обобщенные решения основных краевых задач для уравнений эллиптического типа. Разрешимость краевых задач и гладкость обобщенных решений. Некоторые теоремы вложения функциональных пространств (неравенства Пуанкаре и Стеклова). Задача на собственные значения для эллиптического уравнения (в частности, задача Штурма-Лиувилля). Свойства собственных значений и собственных функций. Разложения в ряды по собственным функциям.

Классические задачи оптимального управления. Понятие оптимальности. Постановка общей задачи оптимального управления. Экстремальные свойства оптимальных управлений и их синтез. Существование решений экстремальных задач и алгоритмы их поиска.

Принцип Лагранжа для необходимых условий экстремума. Принцип максимума Понтрягина. Задача с подвижными концами и условия трансверсальности. Принцип максимума для неавтономных систем. Вариация управлений и траекторий. Вывод условий трансверсальности. Принцип максимума и условие трансверсальности как необходимые условия. Достаточные условия оптимальности управления.

Линейные уравнения и системы. Вариация постоянных. Основные неравенства. Теория Флоке. Преобразования Ляпунова. Приводимые системы. Каноническая форма приводимой системы. Теория первого приближения. Характеристические числа Ляпунова и их свойства. Характеристические числа решений линейных уравнений. Правильные системы. Устойчивость характеристических чисел систем линейных уравнений. Критерий положительности характеристических чисел.

Интегральные уравнения Фредгольма второго рода. Метод последовательных приближений. Теоремы Фредгольма. Эрмитовы ядра. Теорема Гильберта-Шмидта. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению с помощью функции Грина.

Классификация и канонические формы уравнений в частных производных второго порядка. Постановка основных краевых задач: задача Коши, первая, вторая и третья краевые задачи. Корректность постановки краевых задач. Классические решения основных краевых задач для эллиптических уравнений. Уравнение Лапласа. Основные свойства гармонических функций (формула Грина, теорема о среднем, принцип максимума, теорема об устранимой особенности). Решение задач Дирихле и Неймана (внутренней и внешней) методом потенциалов. Функция Грина и ее применение к решению краевых задач. Формула Пуассона для шара и круга. Исследование регулярности точек границы. Уравнение Гельмгольца: постановка краевых задач, условия излучения, принципы предельной амплитуды и предельного поглощения.

Уравнения параболического типа. Постановка основных краевых задач. Принцип максимума и единственность. Тепловые потенциалы. Решение смешанной задачи методом

разделения переменной (метод Фурье). Обоснование метода Фурье. Обобщение решения. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности (формула Пуассона).

Уравнения гиперболического типа. Постановка основных краевых задач. Интеграл энергии, единственность. Решение смешанной задачи методом Фурье. Обобщенные решения. Решение задачи Коши для волнового уравнения (формулы Даламбера, Пуассона и Кирхгофа). Метод спуска. Распространение волн в пространстве, на плоскости и на прямой. Методы Даламбера и Римана для решения задач Коши и Гурса в случае одного пространственного переменного.

Раздел 2.

Потенциалы для уравнения Лапласа. Объемный потенциал для уравнения Лапласа. Его свойства. Потенциал простого слоя для уравнения Лапласа. Разрыв нормальной производной потенциала простого слоя. Потенциал двойного слоя для уравнения Лапласа. Разрыв потенциала двойного слоя.

Метод интегральных уравнений в задачах математической физики. Интегральные уравнения Вольтерры 2-го рода. Итерированные ядра и резольвенты.

Краевые задачи для уравнения теплопроводности. Первая краевая задача теплопроводности в прямоугольнике и система интегральных уравнений Вольтерры 2-го рода. Разрешимость системы интегральных уравнений, индуцированной первой краевой задачей теплопроводности. Вторая краевая задача для уравнения теплопроводности и система интегральных уравнений Вольтерры 2-го рода. Смешанная краевая задача для уравнения теплопроводности и система интегральных уравнений Вольтерры 2-го рода. Краевые задачи теплопроводности в областях с негладкими боковыми границами и уравнения Вольтерры 2-го рода. Характер непрерывности решений интегральных уравнений, индуцируемых краевыми задачами теплопроводности. Гладкость решения второй краевой задачи теплопроводности в области с криволинейными боковыми границами.

Параболические уравнения с переменными коэффициентами. Фундаментальное решение для параболического уравнения с переменными коэффициентами. Параметрикс и его свойства. Объемный потенциал для уравнения теплопроводности. Его свойства. Метод Леви построения фундаментального решения и интегральное уравнение Вольтерры 2-го рода. Разрешимость интегрального уравнения, индуцированного построением фундаментального решения. Оценки решения интегрального уравнения, индуцированного построением фундаментального решения. Построение фундаментального решения. Основные свойства фундаментального решения. Оценки старших производных фундаментального решения. Интегральные уравнения и краевые задачи для параболических уравнений с переменными коэффициентами. Гладкость решения второй краевой задачи для параболического уравнения. Уравнение Абеля. Интегральные уравнения Вольтерры 1-го рода в первой краевой задаче теплопроводности.

Параболические системы уравнений в частных производных. Фундаментальные матрицы решений линейных параболических систем, их свойства. Внутренние оценки решений параболических систем. Задача Коши для параболических систем. Смешанная задача для линейных параболических систем.

2.3. Методические рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену

Освоение Основной программы следует начать с изучения материалов основной литературы.

Однако освоение минимума материала, содержащегося в основной литературе, представляет собой начальную стадию подготовки к экзамену. Ведь кандидатский экзамен решает качественно иные, по сравнению со студенческим, задачи. И ответ экзаменуемого на этом экзамене должен существенно отличаться от ответа студента и по содержанию, и по внутренней структуре.

Прежде всего — обязательным требованием к ответу на любой вопрос программы является характеристика степени его изученности в научной литературе. При этом важно показать не только знание современного состояния изучения той или иной проблематики, но и историю её «открытия»,

а также основные этапы дальнейшего осмысления. Приложенный список литературы (см.: Приложение № 2) носит при этом рекомендательный характер, и ответ аспиранта оценивается тем более высоко, чем бóльший круг исследований будет привлечён им в ходе ответа. Завершая исторический раздел ответа, необходимо выделить наиболее дискуссионные и недостаточно изученные вопросы, а затем, в процессе изложения материала, обосновать своё видение проблемы. Для успешного решения этих задач необходимо обновить свои знания по истории и методологии специальности.

Другим важным слагаемым ответа аспиранта на кандидатском экзамене является характеристика того круга источников, на основании которого ведётся изучение данной проблематики. Поэтому помимо научной литературы в процессе подготовки к кандидатскому экзамену необходимо уделить большое внимание работе с текстами источников. При ответе следует воспользоваться возможностью показать свои знания в области методики специальности, внешней и внутренней критики источника. Подготовка к этой части ответа также едва ли будет возможна без консультаций с научным руководителем и опытными преподавателями.

Вслед за историческим и методическим разделами должен следовать развёрнутый ответ по существу поставленного вопроса. При подготовке к этой части ответа следует обратить особое внимание на его логическую выстроенность, а также литературный стиль изложения. Оптимальным вариантом видится создание проблемной ситуации и — вслед за ним — всесторонне аргументированное обоснование той точки зрения, которая видится аспиранту наиболее убедительной.

Экзаменационный билет включает в себя три вопроса из материала, предложенного программой. Каждый билет составлен при этом таким образом, чтобы проверить знания аспиранта по всем основным разделам дисциплины.

Экзаменаторы имеют право задать аспиранту дополнительные вопросы по завершении им ответа, имеющие целью уточнить оставшиеся неясными моменты, а также составить более полное представление об уровне подготовки аспиранта. Дополнительные вопросы могут быть связанными с проблематикой вопросов экзаменационного билета, однако члены экзаменационной комиссии имеют право задать любой вопрос, присутствующий в содержании программы экзамена.

Помимо испытания на знание общей программы кандидатского экзамена по специальности, которую обязан освоить любой аспирант, обучающийся в аспирантуре, кандидатский экзамен по научной специальности включает в себя вторую, не менее значимую часть — ответ на так называемый специальный вопрос. Специальный вопрос определяется на основе второго раздела программы к кандидатскому экзамену по научной специальности.

Дополнительная программа к кандидатскому экзамену по специальности с точки зрения её содержания теснейшим образом связана с темой диссертационного исследования аспиранта. Она представляет собой развёрнутый план изучения той проблемы, задачи осмысления которой обусловили выбор темы кандидатской диссертации.

Дополнительная программа (раздел 2) составляется научным руководителем аспиранта, утверждается на заседании кафедры, а затем включается в состав рабочей программы кандидатского минимума. Помимо содержательной части она должна включать в себя список обязательных для изучения источников и литературы.

Оценивая уровень подготовки аспиранта по разделу 2, члены экзаменационной комиссии предлагают экзаменуемому ответить на три из содержащихся в ней вопроса. Отвечая на каждый из них, аспирант должен показать его значимость и место в осмыслении общей проблемы, составляющий стержень Дополнительной программы, ввести экзаменаторов в существо современных научных споров, выявить особенности языка, формы и содержания источников.

Как и по завершении ответа аспиранта на вопросы Основной программы, так и после его ответов на вопросы Дополнительной программы, экзаменаторы имеют право задать дополнительные вопросы.

Итоговая оценка складывается из ответов на все вопросы Основной и Дополнительной программ. Она выносится членами экзаменационной комиссии после совещания и затем доводится до сведения аспиранта.

Таким образом, кандидатский экзамен по специальности является очень важным рубежом в академической жизни аспиранта, подготовка к нему требует высокой степени ответственности, организованности, самостоятельного творческого поиска.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

№	Наименования	Используется в семестре	Количество экземпляров	
			В библи.	На кафедре
1	Оптимальное управление движением / В.В. Александров, В.Г. Болтянский, С.С. Лемак и др. ; ред. В.В. Александров. - Москва : Физматлит, 2005. - 375 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82277	4	ЭБС	
2	Математическая теория оптимальных процессов [Текст] / Л. С. Понтрягин [и др.]. - 3-е изд. - Москва : Наука, 1976. - 392 с.	4	2	
3	Михайлов, В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных / В.П. Михайлов. - Москва : Наука, 1976. - 391 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468230	4	ЭБС	
4	Владимиров, В. С. Уравнения математической физики: учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. — 400 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2363 .	4	ЭБС	

Дополнительная литература

№	Наименования	Используется в семестре	Количество экземпляров	
			В библи.	На кафедре
1	Андронов, А.А. Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин ; ред. Н.А. Железцов. - 2-е изд. - Москва : Изд-во "Наука", 1981. - 914 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=123658	4	ЭБС	
2.	Качественная теория динамических систем второго порядка / А.А. Андронов, Е.А. Леонтович, И.И. Гордон, А.Г. Майер. - Москва : Изд-во "Наука", 1966. - 565 с. - ISBN 978-5-4458-5086-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222208	4	ЭБС	
3	Прикладные методы в теории колебаний. /Журавлев В.Ф., Климов Д.М. - М.: Наука, 1988	4		1
4	Введение в теорию нелинейных колебаний. / Бутенин Н.В., Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А - М.: Наука, 1987.	4		1
5	Основы теории колебаний. / Мигулин В.В., Медведев В.И. Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. - М.: Наука, 1988.	4		1
6	Уравнения математической физики /Тихонов А.Н., Самарский А.А. М.: Изд-во МГУ, Наука, 2004.			
7	Методы интегральных уравнений в теории рассеяния / Колтон Д., Кресс Р. М.: Мир, 1987. - 312 с.			

8	Уравнения с частными производными параболического типа / Фридман, А. М.: Мир, 1968. - 427 с.			
9	Параболические системы / Эйдельман, С. Д. – М.: Наука, 1964. - 443 с.			

3.2. 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: 15.04.2020).

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: 15.04.2020).

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: 15.04.2020).

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: 15.04.2020).

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: 15.04.2020).

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: 15.04.2020).

3.3. 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: 15.04.2020).

2. КиберЛенинка[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>, свободный (дата обращения: 15.04.2020).

3. EqWorld. The World of Mathematical Equations [Электронный ресурс] Международный научно-образовательный сайт. Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>, свободный(дата обращения: 15.04.2020).

4. Prezentacya.ru [Электронный ресурс] : образовательный портал. – Режим доступа: <http://prezentacya.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

6. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

7. Инфоурок [Электронный ресурс] : образовательный портал. – Режим доступа: <https://infourok.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

10. Российский общеобразовательный портал [Электронный ресурс] [образовательный портал]. – Режим доступа: <http://www.school.edu.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

8. Российская педагогическая энциклопедия [Электронный ресурс] : электронная энцикл. // Гумер – гуманитарные науки. – Режим доступа: <https://www.gumer.info/bibliotek%20Buks/Pedagog/russpenc/index.php> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

9. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

10. Физика, химия, математика студентам и школьникам [Электронный ресурс]: образовательный проект А. Н. Варгина. – Режим доступа: <http://www.ph4s.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

11. Цифровая техника в радиосвязи [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://digteh.ru> , свободный (дата обращения: 15.04.2020).

3.4. 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.

3.5. 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);

3.6. 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.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ

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 понятия теорий дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления проблемы	УК1 31
		2 Классические методы исследования динамических систем и оптимального управления	УК1 32
		3 Современные научные достижения в области исследования систем дифференциальных уравнений.	УК1 33
		уметь	
		1 Находить, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах	УК1 У1
		2 Критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника	УК1 У2
		3 Находить альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать их потенциал.	УК1 У3
		владеть	
		1 Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	УК1 В1
2 Навыками генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	УК1 В2		
УК 3	<i>Знание особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной. Знание технологий оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач.</i>	знать	
		1. Особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной при работе в исследовательских коллективах	УК3 31
		уметь	
		1. Следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных задач	УК3 У1
		2. Осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских	УК3 У2

		коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом.	
		владеть	
		1. Навыками анализа основных проблем междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах.	УК3 В1
		2. Технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных задач, в том числе ведущихся на иностранном языке	УК3 В2
		3. Технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.	УК3 В3
		4. Различными типами коммуникации при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных задач.	УК3 В4
УК 5	<i>способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i>	знать	
		1. Возможные сферы и направления профессиональной самореализации	УК5 31
		2. Приемов и технологий целеполагания и целереализации	УК5 32
		3. Пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.	УК5 33
		уметь	
		1. Выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту	УК5 У1
		2. Формулировать цели профессионального и личностного развития	УК5 У2
		3. Оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей	УК5 У3
		владеть	
		1. Навыками планирования и решения задач научно-исследовательской работы.	УК5 В1
		2. Навыками планирования и решения задач учебно-методической работы.	УК5 В2
		3. Навыками повышения профессионального педагогического мастерства.	УК5 В3
ОПК-1	<i>способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую</i>	знать	
		1. Наиболее важные научные результаты и проблемы современной математики и смежных областей.	ОПК1 31

	<i>деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	2. Современные методы исследования решений математических задач.	ОПК1 32
		уметь	
		1. Применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики	ОПК1 У1
		2 Разрабатывать новые методы и алгоритмы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математики, механики, естественных наук	ОПК1 У2
		владеть	
		1 Навыками построения и исследования математических моделей в естественных науках.	ОПК1 В1
ПК-1	<i>готовность к исследованиям в области дифференциальных уравнений и динамических систем</i>	знать	
		1 Определения основных понятий в области дифференциальных уравнений и динамических систем.	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, учебно-познавательной деятельности	ПК1 В1		
ПК 3	<i>Способность к формированию стратегий применения теории дифференциальных уравнений в исследовании математических моделей</i>	знать	
		1 Основные области применения теории дифференциальных уравнений в исследовании математических моделей.	ПК3 31
		2 Методы конструирования математических моделей	ПК3 32
		уметь	
		1 Самостоятельно поставить и решить сложные теоретические и прикладные задачи в теории дифференциальных уравнений	ПК3 У1
		2 Структурировать и интегрировать знания из различных областей профессиональной деятельности и обладать способностью их творческого использования и развития в ходе решения профессиональных задач.	ПК3 У2
		владеть	

		1 Навыками математического моделирования	ПК3 В1
		2 Способностью критически анализировать, синтезировать информацию	ПК3 В2
		3.Навыками к разработке и совершенствованию теоретических и методологических подходов к качественному исследованию систем дифференциальных уравнений	ПК3 В3
ПК 4	<i>способность к самостоятельной постановке и решению сложных теоретических и прикладных задач в теории динамических систем и оптимального управления</i>	знать	
		1 Теорию дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	ПК4 З1
		2 Основные принципы построения математических моделей	ПК4 З2
		3 Классы наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ	ПК4 З3
		уметь	
		1 Анализировать поставленную задачу	ПК4 У1
		2 Определить главные факторы, влияющие на развитие процесса	ПК4 У2
		3 Построить адекватную математическую модель	ПК4 У3
		4 Написать компьютерную программу для решения поставленной задачи	ПК4 У4
		владеть	
ПК-5	<i>Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i>	1 Навыками математического моделирования, численными методами	ПК4 В1
		2 Навыками написания компьютерных программ для исследования достаточно общих проблем в смежных науках	ПК4 В2
ПК-5	<i>Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i>	знать	
		1. Теорию, основные принципы построения математических моделей	ПК5 З1
		2. Класс наиболее общих проблем, исследование которых может быть выполнено методами математического моделирования, численными методами, комплексом компьютерных программ.	ПК5 З2
		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
(КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН)**

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1.	Теоремы существования Арцела, Пикара-Линделефа, Пеано. Продолжение решений.	УК 1 32, 31 ОПК 1 У1, 31
2.	Непрерывная зависимость и дифференцируемость по начальным данным. Непрерывная зависимость решений от параметров.	УК 1 33, У1, В1 ПК 1 31, В1
3.	Первые интегралы. Дифференциальные неравенства.	УК 1 В2, У2 УК 5 В2, 31, В1
4.	Неравенство Гронуола. Верхнее и нижнее решение.	ОПК 1 У1, 32 ПК 1 32, У1
5.	Теорема Уитнера. Оценка разности двух решений.	УК 5 В3, 32, У1 ПК 4 У3, В2
6.	Теорема единственности.	УК 1 У3 ПК 4 32, У2, В1
7.	Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных систем.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
8.	Устойчивость периодических движений.	УК 1 32, ОПК 1 У1
9.	Второй метод Ляпунова для неустановившихся движений. Теорема Четаева.	УК 1 33, ПК 1 В1, У4
10.	Линейные уравнения с периодическими коэффициентами. Характеристическое уравнение.	УК 1 В2, УК 5 В2, У3, 33
11.	Нелинейные уравнения с периодическими коэффициентами. Критерии устойчивости по первому приближению.	ОПК 1 У1, ПК 1 32, У2
12.	Динамические системы на плоскости. Предельные точки и множества. Их структура.	УК 5 В3, ПК 4 У3, 31
13.	Свойства предельных траекторий. Теорема о наличии состояния равновесия внутри замкнутой траектории.	УК 1 У3, ПК 4 32, У1
14.	Основная теорема о состояниях равновесия. Особые точки. Классификация.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
15.	Исключительные направления. Нормальные области. Поведение интегральных кривых в нормальной области.	УК 1 32, ОПК 1 У1
16.	Периодические решения уравнений первого порядка.	УК 1 33, ПК 1 В1,
17.	Предельные циклы и теории контактов.	УК 1 В2, УК 5 В2
18.	Автоколебания.	ОПК 1 У1, ПК 1 32
19.	Точечные преобразования и предельные циклы.	УК 5 В3, ПК 4 У3

20.	Устойчивость неподвижной точки.	УК 1 У3, ПК 4 32
21.	Теорема Кенигса.	ОПК 1 В1, У2 УК 5 У2
22.	Условия устойчивости предельного цикла.	УК 1 32, ОПК 1 У1
23.	Виды и свойства предельных циклов.	УК 1 33, ПК 1 В1, У3
24.	Грубые системы. Грубые состояния равновесия.	УК 1 В2, УК 5 В2
25.	Простые, сложные, грубые предельные циклы.	ОПК 1 У1, ПК 1 32
26.	Необходимые и достаточные условия грубости.	УК 5 В3, ПК 4 У3, 33
27.	Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных (колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, электромагнитное поле, уравнения гидро-и газодинамики, уравнение Шредингера).	УК 1 У3, ПК 4 32, У4
28.	Понятие о характеристиках уравнений в частных производных.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
29.	Теорема Ковалевской.	УК 1 32, ОПК 1 У1
30.	Обобщенные решения основных краевых задач для уравнений эллиптического типа.	УК 1 33, ПК 1 В1,
31.	Разрешимость краевых задач и гладкость обобщенных решений.	УК 1 В2, УК 5 В2
32.	Некоторые теоремы вложения функциональных пространств (неравенства Пуанкаре и Стеклова).	ОПК 1 У1, ПК 1 32
33.	Задача на собственные значения для эллиптического уравнения (в частности, задача Штурма-Лиувилля).	УК 5 В3, ПК 4 У3
34.	Свойства собственных значений и собственных функций. Вариационный метод решения краевых задач.	УК 1 У3, ПК 4 32
35.	Разложения в ряды по собственным функциям.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
36.	Классические задачи оптимального управления.	УК 1 32, ОПК 1 У1
37.	Понятие оптимальности. Постановка общей задачи оптимального управления.	УК 1 33, ПК 3 32, У2, В3
38.	Экстремальные свойства оптимальных управлений и их синтез.	УК 1 В2, УК 5 В2
39.	Существование решений экстремальных задач и алгоритмы их поиска.	ОПК 1 У1, ПК 1 32
40.	Принцип Лагранжа для необходимых условий экстремума.	УК 5 В3, ПК 4 У3
41.	Принцип максимума Понтрягина.	УК 1 У3, ПК 4 32
42.	Задача с подвижными концами и условия трансверсальности.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
43.	Принцип максимума для неавтономных систем.	УК 1 32, ОПК 1 У1
44.	Вариация управлений и траекторий. Вывод условий трансверсальности.	УК 1 33, ПК 1 В1,

45.	Принцип максимума и условие трансверсальности как необходимые условия.	УК 1 В2, УК 5 В2
46.	Достаточные условия оптимальности управления.	ОПК 1 У1, ПК 1 З2
47.	Общий принцип максимума.	УК 5 В3, ПК 4 У3
48.	Линейные уравнения и системы. Вариация постоянных. Основные неравенства.	УК 1 У3, ПК 4 З2
49.	Теория Флоке.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
50.	Теория первого приближения.	УК 1 З2, ОПК 1 У1
51.	Характеристические числа Ляпунова и их свойства.	УК 1 З3, ПК 1 В1,
52.	Характеристические числа решений линейных уравнений.	УК 1 В2, УК 5 В2
53.	Устойчивость характеристических чисел систем линейных уравнений. Критерий положительности характеристических чисел.	ОПК 1 У1, ПК 1 З2
54.	Интегральные уравнения Фредгольма второго рода.	УК 5 В3, ПК 4 У3
55.	Метод последовательных приближений.	УК 1 У3, ПК 4 З2, У3
56.	Теоремы Фредгольма.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
57.	Эрмитовы ядра.	УК 1 З2, ОПК 1 У1
58.	Теорема Гильберта-Шмидта. Сведение задачи Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению с помощью функции Грина.	УК 1 З3, ПК 1 В1,
59.	Классификация и канонические формы уравнений в частных производных второго порядка.	УК 1 В2, УК 5 В2
60.	Постановка основных краевых задач: задача Коши, первая, вторая и третья краевые задачи.	ОПК 1 У1, ПК 1 З2
61.	Корректность постановки краевых задач. Классические решения основных краевых задач для эллиптических уравнений.	УК 5 В3, ПК 4 У3
62.	Уравнение Лапласа. Основные свойства гармонических функций (формула Грина, теорема о среднем, принцип максимума, теорема об устранимой особенности).	УК 1 У3, ПК 4 З2
63.	Решение задач Дирихле и Неймана (внутренней и внешней) методом потенциалов.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
64.	Функция Грина и ее применение к решению краевых задач.	УК 1 З2, ОПК 1 У1
65.	Формула Пуассона для шара и круга.	УК 1 З3, ПК 1 В1,
66.	Исследование регулярности точек границы.	УК 1 В2, УК 5 В2
67.	Уравнение Гельмгольца.	ОПК 1 У1, ПК 1 З2
68.	Уравнения параболического типа. Постановка основных краевых задач. Решение смешанной задачи методом разделения переменной (метод Фурье). Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности (формула Пуассона).	УК 5 В3, ПК 4 У3

69.	Уравнения гиперболического типа. Постановка основных краевых задач.	УК 1 У3, ПК 4 З2
70.	Интеграл энергии, единственность.	ОПК 1 В1, УК 5 У2
71.	Решение смешанной задачи для волнового уравнения методом Фурье.	УК 1 З2, ОПК 1 У1
72.	Решение задачи Коши для волнового уравнения (формулы Даламбера, Пуассона и Кирхгофа).	УК 1 З3, ПК 1 В1,
73.	Метод спуска. Распространение волн в пространстве, на плоскости и на прямой.	УК 1 В2, УК 5 В2

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются на экзамене - по пятибалльной шкале.

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

«отлично» - аргументированный, логически выстроенный, полный ответ по вопросу, демонстрирующий отличное знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;

- знание основной и дополнительной литературы; свободное владение научным стилем речи; точное, связное, последовательное, логичное, обоснованное и аргументированное изложение материала, умение формулировать обоснованные выводы; глубокое, всестороннее знание и понимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.

«хорошо» - ответ по вопросу, демонстрирующий хорошее знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; знание основной литературы; сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; владение научным стилем речи;

точное, связное, последовательное, логичное, изложение материала, умение формулировать выводы.

«удовлетворительно» - ответ по вопросу, демонстрирующий удовлетворительное знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой и основной литературы; нечеткое представление о сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; слабое владение научным стилем речи; неточное изложение материала, трудности с формулированием выводов.

«неудовлетворительно» - ответ по вопросу, демонстрирующий неудовлетворительное знание основного содержания в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой и основной литературы; непонимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; невладение научным стилем речи; неверное изложение материала, неумение формулировать выводы.