

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт аспирантуры и докторантуры

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
« 31 » августа 2021 г. № 11

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Теория оптимизации
распределенных систем**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
**Подготовка кадров высшей
квалификации**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.06.01 Математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
**01.01.02 Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное
управление**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)
Исследователь. Преподаватель-исследователь

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.02.02), является дисциплиной по выбору обучающегося, предназначена для освоения на 2 году обучения в аспирантуре по специализации «01.01.02 Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» в 3 семестре. Трудоемкость составляет 2 зачетных единицы, предусмотрено проведение практических (36 ч.) занятий.

Изучение теории оптимизации распределенных систем весьма полезно с точки зрения основной образовательной программы (ОПОП). При изучении дисциплины существенно применяются многие наиважнейшие результаты из таких, освоенных на предыдущем этапе обучения, дисциплин фундаментальной математики, как математический анализ, функциональный анализ, методы оптимизации и вариационное исчисление, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики. Никакие особые требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающихся, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин, не предусматриваются. Основные знания и умения, приобретаемые при освоении дисциплины «Теория оптимизации распределенных систем», - важнейшая часть общей математической культуры исследователя. Они необходимы как при исследовании математических задач, так и при решении многих практических задач физики, техники, экономики, биологии и т.д..

Целями освоения дисциплины «Теория оптимизации распределенных систем» являются формирование у обучающихся предусмотренных учебным планом профессиональных компетенций; ознакомление обучающихся с математическими основами теории оптимизации распределенных систем, включая необходимые понятия и инструменты функционального анализа, а также выработка у студентов навыков решения соответствующих типовых задач и понимания стратегии их использования при исследовании теоретических проблем, связанных с оптимизацией распределенных систем.

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

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции*	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения
1	УК-1 базовый	<i>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</i>	<i>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов У2 (УК-1) Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</i>

		междисциплинарных областях	междисциплинарных областях <i>В1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях <i>В2 (УК-1) Владеть</i> навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
2	УК-5 базовый	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<i>У1 (УК-5) Уметь</i> формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей <i>У2 (УК-5) Уметь</i> осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом <i>З1 (УК-5) Знать</i> содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда <i>В1 (УК-5) Владеть</i> приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач <i>В2 (УК-5) Владеть</i> способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития
3	ОПК-1 базовый	Способность выявлять научно-исследовательскую деятельность в области информатики и информационных технологий	<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> анализировать примеры, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результаты <i>З1 (ОПК-1) Знать</i> основные идеи, методы, результаты и актуальные проблемы исследуемой области математики <i>В1 (ОПК-1) Владеть</i> навыками планирования исследований, поиска и анализа научной информации
4	ОПК-2 базовый	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<i>У1 (ОПК-2) Уметь</i> планировать и организовывать учебный процесс, разрабатывать программы математических дисциплин (модулей) <i>З1 (ОПК-2) Знать</i> материал математических дисциплин, входящих в основные образовательные программы высшего образования, и современные методики преподавания <i>В1 (ОПК-2) Владеть</i> навыками преподавания математических дисциплин
5	ПК-1 базовый	Способность получать новые научные и прикладные результаты в	<i>У1 (ПК-1) Уметь</i> анализировать известные результаты по теме исследования, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результаты <i>З1 (ПК-1) Знать</i> специализированные разделы дифференциальных уравнений, динамических систем и

		области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	оптимального управления, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях <i>В1 (ПК-1) Владеть</i> специализированными методами и результатами, профессиональными пакетами программ, применяемыми при исследовании в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
6	ПК-2 базовый	Способность формулировать новые конкурентные идеи в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	<i>У1 (ПК-2) Уметь</i> реализовывать предложенную идею при решении исследовательских и практических задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления <i>З1 (ПК-2) Знать</i> основные идеи и методы современных исследований в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления <i>В1 (ПК-2) Владеть</i> навыками генерирования идей в разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
7	ПК-3 базовый	Способность самостоятельно разрабатывать курсы по выбору для студентов вузов по профилю научной направленности	<i>У1 (ПК-3) Уметь</i> организовывать учебный процесс в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления <i>З1 (ПК-3) Знать</i> современные подходы в организации учебно-воспитательного процесса применительно к математике и информатике <i>В1 (ПК-3) Владеть</i> навыками педагогического мастерства в области математики, и информатики

3. Структура и содержание дисциплины «Теория оптимизации распределенных систем»

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых

36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия),

35 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

1 час КСР

Структура дисциплины «Теория оптимизации распределенных систем»

Таблица 2

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 студента часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные	Консультации индивидуальные	Всего Контактных часов	СРС
Тема 1			4			4	4
Тема 2			2			2	2
Тема 3.			10			10	10
Тема 4.			10			10	10
Тема 5			5			5	5
Тема 6			5			5	4
В т.ч. текущий контроль	1					1	
Промежуточная аттестация – зачет							
Итого	72		36			37	35

Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

П/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятий	Форма текущего контроля
1	Тема 1	Введение (постановки прикладных задач и их формализация; терминология).	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
2	Тема 2	Управляемые системы: проблема устойчивости существования глобальных решений	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
3	Тема 3	Аппарат теории оптимального управления: элементы функционального анализа, функционально-операторные	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений

		уравнения		разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
4	Тема 4	Управляемые начально-краевые задачи и функционально-операторные уравнения	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
5	Тема 5	Дифференцирование функционалов, определенных на решениях управляемых начально-краевых задач	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
6	Тема 6	Принцип максимума в распределенных задачах оптимального управления	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола

4. Образовательные технологии

Форма занятий: практические занятия. При самостоятельной работе и при подготовке к зачету студенты могут воспользоваться рекомендованной литературой.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, монографиям и учебным пособиям, указанным в списке литературы, самостоятельном выполнении при контроле со стороны преподавателя заданий по проектным работам, в ответах на вопросы для контроля самостоятельной работы.

Важной составляющей изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся при подготовке к проектным работам по дисциплине с целью их наиболее эффективного проведения. Самостоятельная работа с подготовкой презентации и выступлением на семинаре

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Контроль самостоятельной работы – домашние задания.

При подготовке к семинарским занятиям обучающиеся дополнительно самостоятельно изучают те разделы теоретического материала, которые являются базовыми при соответствующего занятия. Эта работа, прежде всего, основана на углубленном

самостоятельном изучении соответствующих разделов книг, учебно-методических пособий, приведенных в списках основной и дополнительной литературы. Кроме того, при указанном дополнительном самостоятельном изучении можно использовать и доступные ресурсы сети Интернет, так как они являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Одними из возможных ресурсов для этой цели являются те, которые указаны в списке программного обеспечения и Интернет-ресурсов ниже в разделе 6.

Темы проектных работ:

1. Разработка программы дисциплины «Численные методы безусловной конечномерной оптимизации» для студентов бакалавриата
2. Разработка фонда оценочных средств по дисциплине «Численные методы безусловной конечномерной оптимизации» для студентов бакалавриата
3. Подготовка лабораторной работы по дисциплине «Численные методы безусловной конечномерной оптимизации» для студентов бакалавриата
4. Подготовка методического пособия по дисциплине «Численные методы безусловной конечномерной оптимизации» для студентов бакалавриата

Задачи (практические задания) для самостоятельной работы:

Задача 1. Найти сопряженный оператор к оператору:

$$A[z](t) = \int_{t_2}^{T_2} z(t_1, \xi) d\xi : L_p(\Pi) \rightarrow L_p(\Pi), \quad p \in (1, \infty), \quad \Pi = [0; T_1] \times [0; T_2].$$

Задача 2. Вычислить производную Фреше от оператора: $F[z] = \int_0^T z^3(t) dt : L_3[0; T] \rightarrow R$.

Задание 3. Вычислить спектральный радиус оператора:

$$A[z](t) = \int_{t_2}^{T_2} z(t_1, \xi) d\xi : L_\infty(\Pi) \rightarrow L_\infty(\Pi), \quad \Pi = [0; T_1] \times [0; T_2].$$

Задание 4. Найти сопряженный оператор к оператору:

$$A[z](t) = \int_{t_2}^{T_2} z(t_1, \xi) d\xi : L_p(\Pi) \rightarrow L_p(\Pi), \quad p \in (1, \infty), \quad \Pi = [0; T_1] \times [0; T_2].$$

Задание 5. Вычислить производную Фреше от оператора: $F[z] = \int_0^T z^3(t) dt : L_3[0; T] \rightarrow R$.

Задание 6. Вычислить производную Фреше от оператора:

$$F[z] = \int_0^T \exp[z(t)] dt : L_\infty[0; T] \rightarrow R.$$

Задание 7. Вычислить производную Фреше от оператора: $F[z] = \int_0^T \ln[z(t)]dt : L_\infty[0;T] \rightarrow R$,
где $z(t) \geq L > 1$ для п.в. $t \in [0;T]$.

Задание 8. Вычислить спектральный радиус оператора:

$$A[z](t) = \int_{t_2}^{T_2} z(t_1, \xi) d\xi : L_p(\Pi) \rightarrow L_p(\Pi), \quad p \in (1, \infty), \quad \Pi = [0; T_1] \times [0; T_2].$$

Задание 9. Вычислить спектральный радиус оператора:

$$A[z](t) = \int_{t_2}^{T_2} z(t_1, \xi) d\xi : L_\infty(\Pi) \rightarrow L_\infty(\Pi), \quad \Pi = [0; T_1] \times [0; T_2].$$

Задание 10. Вычислить спектральный радиус оператора:

$$A[z](t) = \int_0^{t_1} d\xi_1 \int_{t_2}^{T_2} z(\xi_1, \xi_2) d\xi_2 : L_1(\Pi) \rightarrow L_1(\Pi), \quad \Pi = [0; T_1] \times [0; T_2].$$

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

6.1. Перечень проверяемых компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций

Описание показателей и критериев оценивания компетенций приведено в Приложении 1.

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

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»

<p><u>ЗНАТЬ:</u> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.</p>	<p>Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки</p>
---	--	---	---	--	---	---	--

а- <u>УМЕТЬ</u> : анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши /проигрыши реализации этих вариантов	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
б- <u>УМЕТЬ</u> : при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

а- <u>ВЛАДЕТЬ</u> : навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
б- <u>ВЛАДЕТЬ</u> : навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

Индикаторы	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудов	«удовлетв	«хорошо»	«очень	«отличн	«превос

компетенции		летворительно»	орительно»		хорошо»	о»	ходно»
ЗНАТЬ: содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
а-УМЕТЬ: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуальных личностных особенностей	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

б-УМЕТЬ: осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
а-ВЛАДЕТЬ: приемами и технологиям и целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

б-ВЛАДЕТЬ: способами выявления и оценки индивидуаль- но- личностных, профессиона- льно- значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития	полное отсутствие навыков, предусмотре- нных компетенци- ей	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотр- енных данной компетенци- ей	наличие минимально необходимог- о множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстр- ированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонст- рированны- х в стандартны- х ситуациях	наличие всех навыков, продемонст- рированное в стандартны- х ситуациях	Наличие всех навыков, продемонс- трированн- ое в стандартн- ых и нестандарт- ных ситуациях
--	---	--	---	---	--	--	--

ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области математики с использованием современных методов

Индикато- ры компетен- ции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудов- летворит ельно»	«удовлетв орительно »	«хорошо»	«очень хорошо»	«отличн о»	«превос ходно»

ЗНАТЬ: основные идеи, методы, результат ы и актуальны е проблемы исследуем ой области математик и	Отсутствие знаний теоретическо го материала. Невозможнос ть оценить полноту знаний вследствие отказа обучающего я от ответа	Уровень знаний ниже минималън ых требований . Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки в знании положений специализир ованных разделов дифференци альных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управления.	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки . Допущено несколько несуществе нных ошибок в специализи рованных разделов дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления при решении исследоват ельских и практическ их задач	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки , без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышаю щем программу подготовки
УМЕТЬ: анализиров ать примеры, формулиро вать гипотезы, доказывать утверждени я, оформлять полученны е результаты	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартны х задач	Наличие умений решать исследовател ьские задачи дифференци альных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовател ьские задачи дифференци альных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управления с незначительн ыми погрешностя ми	Умение решать основные исследовател ьские задачи дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления без ошибок и погрешно стей	Умение решать исследовател ьские задачи дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления без ошибок и погрешно стей	умение решать широкий круг нестандарт ных исследовател ьских задач дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимальн ого управлени я

<u>ВЛАДЕТЬ:</u> навыками планирован ия исследован ий, поиска и анализа научной информаци и	полное отсутствие навыков, предусмотре нных компетенци й	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотр енных данной компетенци ей	наличие минимально необходимог о множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстр ированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонст рированны х в стандартны х ситуациях	наличие всех навыков, продемонст рированное в стандартны х ситуациях	Наличие всех навыков, продемонс трированн ое в стандартн ых и нестандарт ных ситуациях
---	--	--	--	--	---	--	--

ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

Индикато ры компетен ции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудов летворит ельно»	«удовлетв орительно »	«хорошо»	«очень хорошо»	«отличн о»	«превос ходно»

<p>ЗНАТЬ: материал математических дисциплин, входящих в основные образовательные программы высшего образования, и современные методики преподавания</p>	<p>Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.</p>	<p>Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки</p>
<p>УМЕТЬ: планировать и организовывать учебный процесс, разрабатывать программы математических дисциплин (модулей)</p>	<p>Отсутствует умение решать стандартные задачи</p>	<p>наличие грубых ошибок при решении стандартных задач</p>	<p>Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками</p>	<p>Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями</p>	<p>Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей</p>	<p>Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей</p>	<p>умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления</p>

<u>ВЛАДЕТЬ:</u> навыками преподавания математических дисциплин	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
---	---	--	---	--	---	--	--

ПК-1 Способность получать новые научные и прикладные результаты в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»

<p>ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.</p>	<p>Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки</p>
<p>УМЕТЬ: анализировать известные результаты по теме исследования, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результаты</p>	<p>Отсутствует умение решать стандартные задачи</p>	<p>наличие грубых ошибок при решении стандартных задач</p>	<p>Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками</p>	<p>Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями</p>	<p>Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей</p>	<p>Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей</p>	<p>умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления</p>

ВЛАДЕТЬ: специализир ованными методами и результатам и, профессиона льными пакетами программ, применяемы ми при исследовани и в области дифференци альных уравнений, динамически х систем и оптимальног о управления	полное отсутствие навыков, предусмотре нных компетенци ей	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотр енных данной компетенци ей	наличие минимально необходимог о множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстр ированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонст рированны х в стандартны х ситуациях	наличие всех навыков, продемонст рированное в стандартны х ситуациях	Наличие всех навыков, продемонс трированн ое в стандартн ых и нестандарт ных ситуациях
---	---	--	--	--	---	--	--

ПК-2 Способность формулировать новые конкурентные идеи в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

Индикато ры компетен ции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудов летворит ельно»	«удовлетв орительно »	«хорошо»	«очень хорошо»	«отличн о»	«превос ходно»
ЗНАТЬ: основные идеи и методы современных исследовани й в области дифференци альных уравнений, динамически х систем и оптимальног о управления	Отсутствие знаний теоретическо го материала. Невозможнос ть оценить полноту знаний вследствие отказа обучающего я от ответа	Уровень знаний ниже минимал ных требований . Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки в знании методов исследования дифференци альных уравнений, динамически х систем и оптимальног о управления.	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок в знании методов исследования .	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки . Допущено несколько несуществе нных ошибок в знаниях современн ых методов исследован ия	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки , без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышаю щем программу подготовки

УМЕТЬ: реализовывать предложенную идею при решении исследовательских и практических задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Отсутствует умение реализовывать предложенную идею	наличие грубых ошибок при реализации предложенной идеи	Наличие умений реализации предложенной идеи с негрубыми ошибками	Наличие умений реализации предложенной идеи с незначительными погрешностями	Наличие умений реализовывать предложенные идеи без ошибок и погрешностей	Наличие умений реализовывать предложенные идеи в стандартных ситуациях	Наличие умений реализовывать предложенные идеи в стандартных и нестандартных ситуациях
ВЛАДЕТЬ: навыками генерирования идей в разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

ПК-3 Способность самостоятельно разрабатывать курсы по выбору для студентов вузов по профилю научной направленности

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»

ЗНАТЬ: современные подходы в организации учебно-воспитательного процесса применительно к математике и информатике	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки в знании современных подходов в организации учебно-воспитательного процесса применительно к математике и информатике	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок в знании современных подходов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в знаниях современных подходов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
УМЕТЬ: организовывать учебный процесс в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Отсутствует умение организовать учебный процесс в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	наличие грубых ошибок при организации и учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов с негрубыми ошибками	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Наличие умений организации и учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Наличие умений организации и учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления в стандартных ситуациях	Наличие умений организации и учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления в нестандартных ситуациях

ВЛАДЕТЬ: навыками педагогического мастерства в области математики и информатики	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
---	---	--	---	--	---	--	--

1.1. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет включает устную и письменную часть. Устная часть зачета заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть зачета предусматривает разбор практической ситуации (решение задачи).

Зачет в третьем семестре

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы. Студент полностью выполнил практическое задание. Минимально допустимый уровень сформированности всех проверяемых компетенций – «Ниже среднего»

Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя. Практическое задание выполнено не в полном объеме. Хотя бы по одной из проверяемых компетенций продемонстрирован уровень сформированности «Низкий» или «Нулевой»
------------	---

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

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания.

1.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список контрольных вопросов для проведения тестирования, промежуточной аттестации и зачета (принимаются неформализованные ответы, правильность которых оценивается преподавателем). Вопросы для контроля составляются в соответствии с содержанием курса.

1. Понятие сосредоточенной системы. Понятие распределенной системы. Примеры.
2. Задача об оптимальном нагреве стержня.
3. Задача об оптимальном управлении колебаниями струны.
4. Задача о гашении пульсаций потоков газа в трубопроводе.
5. Задача об оптимальном управлении химическим реактором.
6. Задача о поглощении газа (сорбции). Задача Гурса-Дарбу.
7. Проблема устойчивости существования глобальных решений (с примерами).
8. Понятие спектра ЛОО в банаховом пространстве (БП). Обобщенная лемма Гронуолла.
9. Методы оценки спектрального радиуса.
10. Понятие сопряженного оператора. Примеры вычисления сопряженного оператора.
11. Понятие производной Фреше. Примеры вычисления производной Фреше.
12. Задача Гурса-Дарбу: представление в виде функционально-операторного уравнения.
13. Задача Гурса-Дарбу: теорема об устойчивости существования глобального решения (с док-вом).
14. Вычисление производной Фреше интегрального функционала, определенного на решениях задачи Гурса-Дарбу.
15. Вычисление производной Фреше терминального функционала, определенного на решениях задачи Гурса-Дарбу. То же для интегро-терминального функционала и функционала Больца.
16. Постановки задач о слабом и сильном локальном минимуме для управляемой системы Гурса-Дарбу, их сравнение и проблематика.
17. Задача Гурса-Дарбу: локальный принцип максимума Л.С.Понтрягина в задаче минимизации интегрального функционала (с док-вом).

18. Задача Гурса-Дарбу: локальный принцип максимума Л.С.Понтрягина в задаче минимизации интегрального функционала с функциональными ограничениями типа неравенства (с док-вом).
19. Задача Гурса-Дарбу: локальный принцип максимума Л.С.Понтрягина в задаче минимизации интегрального функционала с одним ограничением типа равенства (с док-вом).
20. Задача Гурса-Дарбу: локальный принцип максимума Л.С.Понтрягина в задаче минимизации функционала Больца с функциональными ограничениями типа равенства и неравенства (формулировка).
21. Задача Гурса-Дарбу: принцип максимума Л.С.Понтрягина в задаче минимизации функционала Больца с функциональными ограничениями типа равенства и неравенства (формулировка).

Пример зачетного задания

Билет №1

1. Понятие сосредоточенной системы. Понятие распределенной системы. Примеры.
2. Найти сопряженный оператор к оператору: $A[z](t) = \int_0^{t_1} d\xi_1 \int_{t_2}^{T_2} z(\xi_1, \xi_2) d\xi_2 : L_p(\Pi) \rightarrow L_q(\Pi),$
 $p, q \in (1, \infty), \Pi = [0, T_1] \times [0, T_2].$

1.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В. Оптимальное управление: [учеб. пособие для мат. специальностей вузов]. М.: Наука, 1979 (84).
2. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. М.: Наука. 1977 (14), 1984 (26).

б) дополнительная литература:

1. Бутковский А.Г. Теория оптимального управления системами с распределенными параметрами. М.: Наука. 1965 (4).
2. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределенными параметрами. М.: Наука. 1975 (4).
3. Лурье К.А. Оптимальное управление в задачах математической физики. М.: Наука. 1975 (3).
4. Сиразетдинов Т.К. Оптимизация систем с распределенными параметрами. М.: Наука. 1977 (5).

в) учебно-методическая литература, имеющаяся на кафедре математической физики и оптимального управления для выдачи студентам

1. Новоженев М.М., Сумин В.И., Сумин М.И. Методы оптимального управления системами математической физики. Горький: ГГУ. 1986 (100).
2. Чернов А.В. Численное решение распределенных задач оптимизации методом параметризации управления. Нижний Новгород: ННГУ. 2014 (70).

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.unn.ru/books/resources.html>, Регистрационный номер 486.12.06
2. <http://www.unn.ru/books/resources.html>, Регистрационный номер 486.12.06
3. <http://www.unn.ru/books/resources.html>, Регистрационный номер 1174.16.06
4. <http://www.unn.ru/books/resources.html>, Регистрационный номер 1173.16.06
5. <http://www.lib.unn.ru/ebs.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре дифференциальных уравнений, математического и численного анализа Института информационных технологий, математики и механики.
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование
- лицензионное программное обеспечение (*не менее 2 - Windows, Microsoft Office*);
- обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению (профилю) **01.06.01 Математика и механика**.

Автор (ы) Чернов А.В.

Рецензент (ы) _____

Директор Института аспирантуры

Б.И.Бедный

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 02.06.2021 года, протокол № 8.

Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина

Оценка уровня формирования компетенции УК-1

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

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки

а- <u>УМЕТЬ</u> : анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
б- <u>УМЕТЬ</u> : при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
а- <u>ВЛАДЕТЬ</u> : навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

б- <u>ВЛАДЕТЬ</u> : навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
---	---	--	---	--	---	--	--

УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо		плохо		плохо		плохо

ЗНАТЬ: содержание процесса целеполаган ия профессиона льного и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиона льных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда	Отсутствие знаний теоретическо го материала. Невозможнос ть оценить полноту знаний вследствие отказа обучающего от ответа	Уровень знаний ниже минимальн ых требований . Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки в знании положений специализир ованных разделов дифференци альных уравнений, динамически х систем и оптимальног о управления.	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки . Допущено несколько несуществе нных ошибок в специализи рованных разделов дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления при решении исследоват ельских и практическ их задач	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки , без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышаю щем программу подготовки
а-УМЕТЬ: формулиров ать цели личностного и профессиона льного развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиона льной деятельности , этапов профессиона льного роста, индивидуаль но- личностных особенносте й	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартны х задач	Наличие умений решать исследовател ьские задачи дифференци альных уравнений, динамически х систем и оптимальног о управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовател ьские задачи дифференци альных уравнений, динамически х систем и оптимальног о управления с незначительн ыми погрешностя ми	Умение решать основные исследовател ьские задачи дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления без ошибок и погрешно стей	Умение решать исследовател ьские задачи дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления без ошибок и погрешно стей	умение решать широкий круг нестандарт ных исследовател ьских задач дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управлени я

б-УМЕТЬ: осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
а-ВЛАДЕТЬ: приемами и технологиям и целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенций	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированные в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
б-ВЛАДЕТЬ: способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенций	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированные в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области математики с использованием современных методов

Планируемые результаты	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо		плохо		плохо		плохо

обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)							
<u>ЗНАТЬ:</u> основные идеи, методы, результаты и актуальные проблемы исследуемой области математики	Отсутств ие знаний теоретиче ского материал а. Невозмо жность оценить полноту знаний вследстви е отказа обучающ егося от ответа	Уровень знаний ниже минимальн ых требований . Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки в знании положений специализир ованных разделов дифференци альных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управления.	Уровень знаний в объеме, соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки . Допущено несколько несуществе нных ошибок в специализи рованных разделов дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления при решении исследоват ельских и практическ их задач	Уровень знаний в объеме, соответству ющем программе подготовки , без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышаю щем программу подготовки
<u>УМЕТЬ:</u> анализировать примеры, формулироват ь гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результаты	Отсутств ует умение решать стандартн ые задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартны х задач	Наличие умений решать исследовател ьские задачи дифференци альных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовател ьские задачи дифференци альных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управления с незначительн ыми погрешностя ми	Умение решать основные исследовател ьские задачи дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления без ошибок и погрешно стей	Умение решать исследовател ьские задачи дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимально го управления без ошибок и погрешно стей	умение решать широкий круг нестандарт ных исследовател ьских задач дифференц иальных уравнений, динамическ их систем и оптимальног о управлени я

ВЛАДЕТЬ: навыками планирования исследований, поиска и анализа научной информации	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенций	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
--	--	--	---	--	---	--	--

ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо		плохо		плохо		плохо
ЗНАТЬ: материал математических дисциплин, входящих в основные образовательные программы высшего образования, и современные методики преподавания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки

УМЕТЬ: планировать и организовывать учебный процесс, разрабатывать программы математических дисциплин (модулей)	Отсутствие умения решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
ВЛАДЕТЬ: навыками преподавания математических дисциплин	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

ПК-1 Способность получать новые научные и прикладные результаты в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо		плохо		плохо		плохо

ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании положений специализированных разделов дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в специализированных разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления при решении исследовательских и практических задач	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
УМЕТЬ: анализировать известные результаты по теме исследования, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результаты	Отсутствует умение решать стандартные задачи	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с негрубыми ошибками	Наличие умений решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Умение решать основные исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Умение решать исследовательские задачи дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	умение решать широкий круг нестандартных исследовательских задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

ВЛАДЕТЬ: специализированными методами и результатами, профессиональными пакетами программ, применяемыми при исследовании и в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях
--	---	--	---	--	---	--	--

ПК-2 Способность формулировать новые конкурентные идеи в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо		плохо		плохо		плохо
ЗНАТЬ: основные идеи и методы современных исследований в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании методов исследования дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок в знании методов исследования.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в знаниях современных методов исследования	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки

УМЕТЬ: реализовывать предложенную идею при решении исследовательских и практических задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Отсутствие умения реализовывать предложенную идею	наличие грубых ошибок при реализации предложенной идеи	Наличие умений реализации предложенной идеи с негрубыми ошибками	Наличие умений реализации предложенной идеи с незначительными погрешностями	Наличие умений реализовывать предложенные идеи без ошибок и погрешностей	Наличие умений реализовывать предложенные идеи в стандартных ситуациях	Наличие умений реализовывать предложенные идеи в стандартных и нестандартных ситуациях
ВЛАДЕТЬ: навыками генерирования идей в разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

ПК-3 Способность самостоятельно разрабатывать курсы по выбору для студентов вузов по профилю научной направленности

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо		плохо		плохо		плохо
ЗНАТЬ: современные подходы в организации учебно-воспитательного процесса применительно к математике и информатике	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок в знании современных подходов в организации учебно-воспитательного процесса применительно к математике и информатике	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок в знании современных подходов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок в знаниях современных подходов	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки

УМЕТЬ: организовывать учебный процесс в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Отсутствует умение организовывать учебный процесс в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	наличие грубых ошибок при организации и учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов с негрубыми ошибками	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления с незначительными погрешностями	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления без ошибок и погрешностей	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления в стандартных ситуациях	Наличие умений организации учебного процесса в рамках специальных курсов в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления в стандартных и нестандартных ситуациях
ВЛАДЕТЬ: навыками педагогического мастерства в области математики, и информатики	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях