**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
|  |

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

Уровень высшего образования

***Подготовка кадров высшей квалификации***

Направление подготовки

**01.06.01 – Математика и механика**

Направленность образовательной программы

**Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление (01.01.02)**

Квалификация

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

***Очная***

Нижний Новгород

2015

|  |
| --- |
| **Приближённые методы решения дифференциальных уравнений** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Приближённые методы решения дифференциальных уравнений» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 1 году обучения, в 1 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Математическое моделирование», «Численные методы».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ОПК-1 | ЗНАТЬ: основные идеи и методы решения дифференциальных уравнений.УМЕТЬ: применить основные методы для численного решения дифференциальных уравнений.ВЛАДЕТЬ: навыками решения и анализа дифференциальных уравнений. |
| ПК-1 | ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, необходимые при численном решении задач.УМЕТЬ: анализировать полученные результаты.ВЛАДЕТЬ: специализированными методами и пакетами программ, применяемыми при исследовании дифференциальных уравнений. |
| ПК-2 | ЗНАТЬ: основные идеи и методы современных исследований в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.УМЕТЬ: реализовывать предложенную идею при решении исследовательских и практических задач.ВЛАДЕТЬ: навыками генерирования идей для численного решения дифференциальных уравнений. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары, лабораторные работы)), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод Фурье. Построение базисных функций.

Методы Бубнова-Галёркина и Ритца. Численное решение уравнений с частными производными

Использование метода Фурье для приближённого решения дифференциальных уравнений с частными производными.

Сходимость метода Фурье.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Проверка выполнения индивидуальных заданий

|  |
| --- |
| **Численное решение задач математической физики** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Численное решение задач математической физики» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 1 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования: «Математическая физика», «Математическое моделирование», «Численные методы».

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| ОПК-1 | ЗНАТЬ: основные идеи и методы решения дифференциальных уравнений с частными производными.УМЕТЬ: применить основные методы для численного решения дифференциальных уравнений.ВЛАДЕТЬ: навыками решения и анализа задач математической физики. |
| ПК-1 | ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, необходимые при численном решении задач.УМЕТЬ: анализировать полученные результаты.ВЛАДЕТЬ: специализированными методами и пакетами программ, применяемыми при исследовании дифференциальных уравнений. |
| ПК-2 | ЗНАТЬ: основные идеи и методы современных исследований в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.УМЕТЬ: реализовывать предложенную идею при решении исследовательских и практических задач.ВЛАДЕТЬ: навыками генерирования идей для численного решения дифференциальных уравнений с частными производными. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, всего 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары, лабораторные работы)), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Алгоритмы приближённого решения систем алгебраических уравнений, численное интегрирование и дифференцирование.

Методы Бубнова-Галёркина и Ритца. Вариационная формулировка краевых задач.

Метод конечных элементов для эллиптических уравнений.

Применение метода конечных элементов для приближённого решения дифференциальных уравнений с частными производными.

Сходимость сеточных методов.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Проверка выполнения индивидуальных заданий

|  |
| --- |
| **Геометрическая теория быстро-медленных динамических систем** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Геометрическая теория быстро-медленных динамических систем» относится к числу специальных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Дифференциальная геометрия и топология», «Динамика гамильтоновых систем», «Математические методы нелинейной механики», спецкурсов «Дополнительные главы теории ОДУ», «Теория бифуркаций многомерных систем», сформированные на двух предшествующих уровнях образования.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-3* | ЗНАТЬОсновной курс обыкновенных дифференциальных уравнений УМЕТЬ формулировать в математической форме и приводить к виду дифференциальных уравнений законы изменения процессов, возникающих в профессиональной деятельностиВЛАДЕТЬ: навыками применения основных положений теории при решении задач в процессе профессиональной деятельности |
| *ПК-1* | ЗНАТЬ: основные методы исследования дифференциальных уравнений и системУМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые подходы и модифицировать известные ВЛАДЕТЬ: специальными методами исследования дифференциальных уравнений, локальными и глобальными, методами теории бифуркаций, в том числе в междисциплинарных областях – геометрии, топологии, анализе. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (6 часов занятия лекционного типа, 12 часа занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия), 3 часа групповые консультации, 3 часа индивидуальные консультации, 3 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 3 часа мероприятия промежуточной аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Быстро-медленные динамические системы, примеры таких систем в различных дисциплинах, основные задачи теории. Случай одной быстрой и одной медленной переменной.

Быстро-медленные системы с многомерными быстрыми и медленными переменными.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Проверка выполнения домашнего задания в форме реферата и/или научно-исследовательской работы на заданную тему.

|  |
| --- |
| **Теория КАМ (Колмогорова-Арнольда-Мозера)** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина Теория Колмогорова-Арнольда-Мозера (КАМ) относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 3 семестре.

Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Дифференциальная геометрия и топология», «Динамика гамильтоновых систем», «Теоретическая механика», «Математические методы нелинейной механики», спецкурса «Дополнительные главы теории ОДУ», сформированные на двух предшествующих уровнях образования. Основные знания и умения, приобретаемые при освоении дисциплины -- важная часть общей математической культуры аспиранта и необходима для дальнейшей научной работы и преподавания. Они необходимы как в различных разделах как самой математики при изучении модельных задач, описываемых дифференциальными уравнениями при отсутствии диссипации, так и при проведении теоретических и прикладных исследований в области физики, химии, биологии, при решении многих практических задач техники и в других областях человеческой деятельности. Эта дисциплина позволяет показать сохранение регулярного поведения интегрируемых гамильтоновых систем при возмущениях.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-3* | ЗНАТЬОсновной курс обыкновенных дифференциальных уравнений, дифференциальной геометрии и топологии, аналитической механики УМЕТЬ формулировать в математической форме и приводить к виду дифференциальных уравнений законы изменения процессов, возникающих в профессиональной деятельностиВЛАДЕТЬ навыками применения основных положений теории при решении задач в процессе профессиональной деятельности |
| *ПК-1* | ЗНАТЬ: основные методы исследования дифференциальных уравнений и системУМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые подходы и модифицировать известные ВЛАДЕТЬ: специальными методами исследования гамильтоновых систем дифференциальных уравнений, локальными и глобальными, методами теории бифуркаций, в том числе в междисциплинарных областях – геометрии, топологии, анализе. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (6 часов занятия лекционного типа, 12 часа занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия), 3 часа групповые консультации, 3 часа индивидуальные консультации, 3 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 3 часа мероприятия промежуточной аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Интегрируемые и неинтегрируемые системы, структура интегрируемых систем

Теорема КАМ, метод Ньютона и сглаживание. Итерации при доказательстве инвариантных торов. Применения теоремы КАМ в различных задачах.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Проверка выполнения домашнего задания в форме реферата и/или научно-исследовательской работы на заданную тему.

|  |
| --- |
| **Теория нелинейного резонанса** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина Теория нелинейного резонанса\_ относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной выбора и изучается на 2 году обучения, в 4 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования: математический и комплексный анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, математические методы нелинейной динамики.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *УК-1* | *З1 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, в частности, основные понятия теории нелинейного резонанса, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений.*У1 Уметь:* анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов, в частности,решать задачи исследования влияния периодических по времени возмущений на нелинейные уравнения с одной степенью свободы.*В1 Владеть:* навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, в частности,теорией нелинейного резонанса в колебательных системах и компьютерными программами визуализации таких систем. |
| *УК-3* | *З3 Знать:* особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах.*У3 Уметь:* следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач.*В3 Владеть:* навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах. |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3\_\_\_\_\_\_\_ зачетных единиц, всего \_60\_\_\_ часов, из которых \_52\_\_\_часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (\_22 часов занятия лекционного типа, 22\_\_часов занятия семинарского типа), консультации 8 часов, 8\_\_ часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Системы с монотонным вращением

Системы с немонотонным вращением

Невырожденные резонансы

Вырожденные резонансы

**Формы промежуточного контроля.**

1. Доклады на семинаре.

2. Письменные отчеты по реферату или научно-исследовательской работе по одной из тем, таких как «Быстрые алгоритмы деления», «Криптография с открытым ключом», «Факторизация натуральных чисел, ρ-алгоритм Полларда».

|  |
| --- |
| **Регуляризованная оптимизация и ее приложения** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Регуляризованная оптимизация и ее приложения» относится к числу общеобразовательных дисциплин, является дисциплиной по выбору, предназначена для изучения в 1 семестре аспирантами 1 года обучения.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-1* | ВЛАДЕТЬ: навыками планирования исследований, поиска и анализа научной информацииУМЕТЬ: анализировать примеры, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результатыЗНАТЬ: основные идеи, методы, результаты и актуальные проблемы исследуемой области математики |
| *ПК-1* | ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областяхУМЕТЬ: анализировать известные результаты по теме исследования, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результатыВЛАДЕТЬ: специализированными методами и результатами, профессиональными пакетами программ, применяемыми при исследовании в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления |
| *ПК-2* | ВЛАДЕТЬ: навыками генерирования идей в разделах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управленияУМЕТЬ: реализовывать предложенную идею при решении исследовательских и практических задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управленияЗНАТЬ: основные идеи и методы современных исследований в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления |

**Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (6 часов занятия лекционного типа, 12 часа занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия), 3 часа групповые консультации, 3 часа индивидуальные консультации, 3 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 3 часа мероприятия промежуточной аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Элементы теории гильбертовых пространств. Свойства операторов и функционалов в гильбертовых пространствах.

Элементы выпуклого и нелинейного анализа.

Выпуклое программирование в гильбертовом пространстве. Выпуклое оптимальное управление. Неустойчивость задач выпуклого программирования и оптимального управления. Регуляризация в задачах выпуклой оптимизации.

Регуляризованные принцип Лагранжа, теорема Куна-Таккера, принцип максимума Понтрягина.

Приложения регуляризованных принципа Лагранжа и теоремы Куна-Таккера, принципа максимума Понтрягина.

**Формы промежуточного контроля.**

1. Проверка выполнения домашнего задания в форме реферата и/или научно-исследовательской работы на заданную тему.

|  |
| --- |
| **Теория оптимизации распределенных систем** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина Теория оптимизации распределенных систем относится к группе специальных дисциплин отрасли науки и научной специальности (в соответствии с Федеральными государственными требованиями (ФГТ)) и изучается на 2 году обучения, в 3 семестре.

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.. Для ее успешного освоения необходимы знания и умения, формируемые за предшествующий период получения высшего профессионального образования в рамках таких дисциплин, как: математический анализ, функциональный анализ, методы оптимизации и вариационное исчисление, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-1* | ЗНАТЬ:основные идеи, методы, результаты и актуальные проблемы исследуемой области математикиУМЕТЬ: анализировать примеры, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результатыВЛАДЕТЬ: навыками планирования исследований, поиска и анализа научной информации |
| *ПК-1* | ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областяхУМЕТЬ: анализировать известные результаты по теме исследования, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результатыВЛАДЕТЬ: специализированными методами и результатами, профессиональными пакетами программ, применяемыми при исследовании в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления |
| *УК-3* | ЗНАТЬ: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективахУМЕТЬ: 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 обществомВЛАДЕТЬ: технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Управляемые системы: проблема устойчивости существования глобальных решений

Аппарат теории оптимального управления: элементы функционального анализа, функционально-операторные уравнения

Управляемые начально-краевые задачи и функционально-операторные уравнения

Дифференцирование функционалов, определенных на решениях управляемых начально-краевых задач

Принцип максимума в распределенных задачах оптимального управления

**Формы промежуточного контроля.**

1. Проверка домашних заданий

|  |
| --- |
| **Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление** |

(наименование дисциплины (модуля))

**Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.**

Дисциплина Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление относится к группе специальных дисциплин отрасли науки и научной специальности (в соответствии с Федеральными государственными требованиями (ФГТ)) и изучается на 4 году обучения, в 7 семестре.

Основные знания и умения, приобретаемые при освоении дисциплины «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», - важнейшая часть общей математической культуры исследователя. Они необходимы при проведении теоретических и прикладных исследований в области физики, механики, химии, биологии и т.д., решении многих практических задач техники, экономики и других областей человеческой деятельности. Для ее успешного освоения необходимы знания и умения, формируемые за предшествующий период получения высшего профессионального образования в рамках таких дисциплин, как: математический анализ, алгебра и аналитическая геометрия, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, методы оптимизации, физика, теоретическая механика.

**Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код формируемой компетенции** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| *ОПК-1* | ЗНАТЬ:основные идеи, методы, результаты и актуальные проблемы исследуемой области математикиУМЕТЬ: анализировать примеры, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результатыВЛАДЕТЬ: навыками планирования исследований, поиска и анализа научной информации |
| *ПК-1* | ЗНАТЬ: специализированные разделы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления, необходимые при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областяхУМЕТЬ: анализировать известные результаты по теме исследования, формулировать гипотезы, доказывать утверждения, оформлять полученные результатыВЛАДЕТЬ: специализированными методами и результатами, профессиональными пакетами программ, применяемыми при исследовании в области дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления |
| *УК-3* | ЗНАТЬ: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективахУМЕТЬ: 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 обществомВЛАДЕТЬ: технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач |

 **Краткая характеристика дисциплины (модуля).**

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часа, из которых 72 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 6 часов занятия семинарского типа (семинары и научно-практические занятия), 2 часа групповые консультации, 2 часа индивидуальные консультации, 2 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Основные разделы курса:

Ядро системы MatLab

Разработка инструментов визуализации в системе MatLab

Примеры построения математических моделей различных типов

Марковские случайные процессы и основы теории массового обслуживания

Специфика построения имитационных моделей

Построение математических моделей на основе фундаментальных законов естествознания

Метод конечных разностей

Метод конечных элементов

**Формы промежуточного контроля.**

1. Отчеты по индивидуальным заданиям
2. Вопросы, задаваемые по ходу лекции