МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гергель В.П.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  | 2017 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Прикладная теория групп**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2017г.

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Прикладная теория групп» является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 ОПОП. Дисциплина «Прикладная теория групп» читается на 3-м курсе программы бакалавриата, в 6-м семестре.

Предполагается предварительное изучение студентом дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Физика (Теоретическая механика)».

Требования к «входным знаниям»: студент должен знать и уметь применять на практике основные разделы алгебры; методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных (раздел «Групповой анализ дифференциальных уравнений»), а так же физики (теоретической механики) (раздел «Общие свойства симметричных систем.Приложения группового анализа к задачам динамики»).

Целями освоения дисциплины являются:

Познакомить студентов с теоретико-групповыми методами исследования механических систем, обладающих свойствами симметрии; с техникой группового анализа дифференциальных уравнений и приложением группового анализа к задачам динамики механических систем.

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

| **Формируемые  компетенции**  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения  по дисциплине (модулю),  характеризующие этапы  формирования компетенций** |
| --- | --- |
| ОПК-1 готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности | У1 (ОПК-1) Уметь использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики  З1 (ОПК-1) Знать фундаментальные понятия, подходы, законы, уравнения, модели и методы в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики  В1 (ОПК-1) Владеть фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики |
| ПК-2 способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики | У2 (ПК-2) Уметь самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики  З2 (ПК-2) Знать физические аспекты в классических постановках задач механики  В2 (ПК-2) Владеть общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики |

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

1. знать основные методы группового анализа дифференциальных уравнений; основы теоретико-группового подхода к исследованию механических систем, обладающих свойствами симметрии.
2. уметь сформулировать и проанализировать математическую модель механической системы, обладающей свойством симметрии, с помощью методов группового анализа.
3. владеть методами группового анализа дифференциальных уравнений.
4. **Структура и содержание дисциплины (модуля) «Прикладная теория групп»**

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.)), 112 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 45 часов – подготовка к экзамену).

Содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы)** | | | В том числе | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | | | | | | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** | | | |
| **Занятия лекционного типа** | | | | **Занятия семинарского типа** | | | **Занятия лабораторного типа** | | | **Консультации** | | | **Всего** | | |
| Очная | Очно-заочная | Заочная | | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | |
| Локальная группа Ли. Основные понятия. Инфинитезимальный оператор группы. | 8 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 4 |  | |  | |
| Алгебраические инварианты группы. Продолжение оператора. Дифференциальные инварианты группы.  (Самостоятельная работа на семинарском занятии) | 14 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Групповой анализ ОДУ. Методы интегрирования.  (Самостоятельная работа на семинарском занятии) | 14 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Многопараметрические группы. Групповойанализ дифференциальных уравнений в частных производных. | 12 |  |  | | 4 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 8 |  |  | 6 |  | |  | |
| Группы симметрий уравнений классической механики.  (Самостоятельная работа на семинарском занятии) | 6 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Связь законов сохранений со свойствами симметрии гамильтоновых систем. | 8 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| Приложение группового анализа к задачам динамики механических систем. | 10 |  |  | | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 6 |  | |  | |
| **Аттестация: экзамен** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, зачет. Из традиционных методов преподавания используется: лекция по теме. Из активных и интерактивных методов преподавания на занятиях семинарского типа используются: обсуждения различных точек зрения по некоторым темам и проблемам, дискуссии по спорным вопросам. В течение семестра студенты самостоятельно и на занятиях семинарского типа решают задачи, указанные преподавателем, и выполняют контрольные работы.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. На практических занятиях контроль осуществляется при проверке домашних заданий.

Самостоятельная работа студента включает в себя изучение литературы и решение задач по темам модуля.

В качестве задания на зачет студенту предлагается решить задачу из указанного раздела.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**)

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

Дисциплина направлена на развитие следующих компетенций:

*ОПК-1*: Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятности, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошных сред, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности.

*ПК-2*: Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики.

*ОПК-1*: Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности

| **Планируемые результаты  обучения**  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: фундаментальные понятия, подходы, законы, уравнения, модели и методы в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но не систематическое знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Успешное и систематическое знание фундаментальных понятий, подходов, законов, уравнений, моделей и методов в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики |
| УМЕТЬ: использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Отсутствие умений или частично освоенное умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но не систематически освоенное умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Сформированное умение использовать фундаментальные знания в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики |
| ВЛАДЕТЬ: фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Отсутствие или фрагментарные навыки владения фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Общие, но не структурированные навыки владения фундаментальными знаниями в областидифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения фундаментальными знаниями в областидифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, теоретической и прикладной механики | Сформированные систематические навыки владения фундаментальными знаниями в области дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных,теоретической и прикладной механики |

*ПК-2*: Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики

| **Планируемые результаты  обучения**  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| незачтено | зачтено | | |
| ЗНАТЬ: физические аспекты в классических постановках задач механики | Отсутствие знаний или фрагментарное знание физических аспектов в классических постановках задач механики | В целом успешное, но не систематическое знание физических аспектов в классических постановках задач механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание физических аспектов в классических постановках задач механики | Успешное и систематическое знание физических аспектов в классических постановках задач механики |
| УМЕТЬ: самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | Отсутствие умений или частично освоенное умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | В целом успешное, но не систематически освоенное умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики | Сформированное умение самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках задач механики |
| ВЛАДЕТЬ: общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Отсутствие или фрагментарные владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Общие, но не структурированные владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыков владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики | Сформированные систематические владения общими подходами и приёмами анализа физических аспектов в классических постановках задач механики |

Описание шкал оценивания

Контрольные работы оцениваются по пятибалльной системе. Экзамен оценивается по системе:

| **Шкала оценок в соответствии со стандартом** | **Шкала оценок, рекомендованная к использованию в ННГУ** | **Описание оценки** |
| --- | --- | --- |
| Отлично | Превосходно | Отличная подготовка. Студент самостоятельно решает задачу, отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление. |
| Отлично | Отличная подготовка. Студент отвечает полностью на вопросы билета, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на дополнительные вопросы (задания) допускаются незначительные неточности. |
| Хорошо | Очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает хороший уровень знания вопросов билета, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями. |
| Хорошо | Хорошая подготовка. Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, решает задачу с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя (в рамках билета). |
| Удовлетворительно | Удовлетворительно | Удовлетворительная подготовка. Студент показывает удовлетворительное знание вопросов билета и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя. |
| Неудовлетворительно | Неудовлетворительно | Студент показывает неудовлетворительное знание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |
| Плохо | Студент показывает полное незнание вопросов билета, основ курса и базовых понятий. |

Основные темы контрольных работ:

1. Нахождение оператора конкретной группы Ли и построение группы по оператору.
2. Применение теории групп Ли к интегрированию ОДУ.
3. Исследование динамики конкретной механической системы методами группового анализа.

Основные темы, выносимые на экзамен:

1. Локальная группа Ли. Групповая операция. Канонический параметр. Примеры.
2. Инфинитезимальный оператор группы.
3. Первая теорема Ли. Ряд Ли.
4. Инварианты группы преобразований. Инвариантное семейство.
5. Алгебра Ли. Вторая и третья теоремы Ли.
6. Продолжение оператора. Дифференциальные инварианты. Теорема Ли о дифференциальных инвариантах.
7. Интегральный инвариант группы.
8. Групповой анализ обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы интегрирования.
9. Групповой анализ дифференциальных уравнений в частных производных.
10. Механические системы, обладающие свойством симметрии.
11. Связь законов сохранений со свойствами симметрии гамильтоновых систем.
12. Группы симметрий в приложении к задачам механики.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Прикладная теория групп»**

а) основная литература:

1. Овсянников Л.В. Групповые свойства дифференциальных уравнений. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962, 240с.
2. Олвер П. Приложения групп Ли к дифференциальным уравнениям: Пер. с англ. М.: Мир, 1989, 639с.
3. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы в теории колебаний. М.: Наука, 1988, 326с. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/ZhuravlevKlimov1988ru.djvu>
4. Любарский Г.Я. Теория групп и физика. М.: Наука, 1986, 224с.

б) дополнительная литература:

1. Ибрагимов Н.Х. Азбука группового анализа // Новое в жизни, науке и технике. Математика, кибернетика. М.: Знание ,1989. № 8, 48 с. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Ibragimov1989ru.djvu>
2. Емельянова И.С. Групповой анализ дифференциальных уравнений в примерах и задачах. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2001, 74с. 30 экз.
3. Емельянова И.С. Проблема «симметрия - интегралы движения» в аналитической динамике. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1992, 172с. 16 экз.
4. Багавантам С., Венкатурайуду Т. Теория групп и её применение к физическим проблемам. М.: Ин. Лит, 1959, 302с.
5. **Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль «Математическое моделирование и вычислительная математика»).

Автор (ы): ст. пр. каф. ТЭКМ ИИТММ Буланихина Н.Ю.

Рецензент (ы): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., проф. Игумнов. Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИИТММ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.