

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 института

_____ Гергель В.П.

«____» _____ 2020

Рабочая программа дисциплины
Группы Ли и дифференциальные уравнения

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2020 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 и является дисциплиной по выбору Б1.В.ДВ.05.02.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<i>ПК-2</i>	ПК-2.1	ПК-2.1. Знает теоретические основы и методологию группового анализа дифференциальных уравнений.	Собеседование
	ПК-2.2.	ПК-2.2. Умеет самостоятельно осуществлять выбор методов и алгоритмов решения задач группового анализа дифференциальных уравнений.	Собеседование
	ПК-2.3	ПК-2.3. Имеет практический опыт решения задач группового анализа	Разноуровневые задачи и задания
<i>ПК-3</i>	ПК-3.1.	ПК-3.1. Знает классические методы понижения порядка ОДУ с помощью группового анализа.	Собеседование
	ПК-3.2.	ПК-3.2. Умеет самостоятельно проводить исследования, выбирать и применять методы группового анализа.	Собеседование
	ПК-3.3.	ПК-3.3. Имеет практический опыт применения методов группового анализа для понижения порядка обыкновенных дифференциальных уравнений	Разноуровневые задачи и задания

Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 з.е.
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	67
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	79
Промежуточная аттестация – зачет	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	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	Всего	
Тема 1. Векторные поля и потоки	17	6	6		12	7
Тема 2. Группы Ли	22	6	6		12	20
Тема 3. Расслоение джетов. Продолжение векторного поля	11	3	3		6	10
Тема 4 . Симметрии дифференциальных уравнений.	30	10	10		20	20
Тема 5. Понижение порядка обыкновенных дифференциальных уравнений.	25	7	7		14	22
Текущий контроль (КСР)	1					
Промежуточная аттестация - зачет	0					
Итого	144	32	32		64	79

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.
Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (экзамен, зачет).

3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением.
Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий.
Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Понтрягин Л.С. Непрерывные группы. М.: Наука, 1973, С. 519
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Pontryagin1973ru.djvu>
2. Зайцев В.Ф. Введение в современный групповой анализ. Часть 1: Группы преобразований на плоскости (учебное пособие к спецкурсу). СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 1996, с.39
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Zajcev_t1_1996ru.pdf
3. Зайцев В.Ф. Введение в современный групповой анализ. Часть 2: Уравнения первого порядка и допускаемые ими точечные группы (учебное пособие к спецкурсу). СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 1996, С. 40
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Zajcev_t2_1996ru.pdf
4. . Ибрагимов Н.Х. Группы преобразований в математической физике. М.: Наука, 1983, С.280
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Ibragimov1983ru.djvu>
5. Ибрагимов Н.Х. Азбука группового анализа. М.: Знание, 1989, С.48
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Ibragimov1989ru.djvu>

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *задач (практических заданий), контрольных работ* и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в объеме,	Продemonстрированы все основные умения.	Продemonстрированы базовые навыки при

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
		соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
незачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Левоинвариантные векторные поля на группе Ли и их свойства. Примеры.	ПК-2
2. Левоинвариантные дифференциальные формы на группе Ли.	ПК-3
3. Теорема Фробениуса для распределений, заданных с помощью векторных полей.	ПК-2
4. Теорема Фробениуса для распределений, заданных с помощью линейных дифференциальных форм.	ПК-3
5. Построение локальной группы Ли по структурным уравнениям,	ПК-3
6. Инфинитезимальный критерий инварианта действия группы.	ПК-2
7. Инфинитезимальный критерий инвариантности подмногообразия.	ПК-3
8. Продолжения преобразований многообразия на расслоения джетов	ПК-2
9. Продолжения векторного поля на расслоении джетов.	ПК-2
10. Общая формула продолжения векторного поля.	ПК-2
11. Инфинитезимальный критерий симметрии системы дифференциальных уравнений	ПК-2
12. Алгоритм понижения порядка ОДУ с помощью метода дифференциальных инвариантов.	ПК-3
13. Алгоритм понижения порядка ОДУ с помощью метода канонических переменных.	ПК-3
14. Интегрируемость ОДУ в квадратурах.	ПК-3

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2

5.2.2 Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Является ли вполне интегрируемым распределение на $R \setminus 0 = ((x, y, z) \in R^3 \mid (x, y, z) \neq (0, 0, 0))$, заданное векторными полями $V_1 = y\partial_x - x\partial_y$, $V_2 = z\partial_x - x\partial_z$, $V_3 = y\partial_z - z\partial_y$?
2. Является ли векторное поле $V = b\partial_x - a\partial_U$ симметрией уравнения $U'' = F(ax + bU, U')$?

Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-3

3. Проверить, что векторное поле $V = (x, nU)$ определяет симметрии уравнения $U''x^{2-n} = F(Ux^{-n}, U'x^{1-n})$ и понизить порядок этого уравнения с помощью метода дифференциальных инвариантов
4. Проверить, что векторное поле $V = (x, nU)$ определяет симметрии уравнения $U''x^{2-n} = F(Ux^{-n}, U'x^{1-n})$ и понизить порядок этого уравнения с перехода к каноническим переменным

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ибрагимов Н.Х. Группы преобразований в математической физике. М.: Наука, 1983, С.280
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Ibragimov1983ru.djvu>
2. Ибрагимов Н.Х. Азбука группового анализа. М.: Знание, 1989, С.48
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Ibragimov1989ru.djvu>

б) дополнительная литература:

1. Понтрягин Л.С. Непрерывные группы. М.: Наука, 1973, С. 519
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Pontryagin1973ru.djvu>
2. Зайцев В.Ф. Введение в современный групповой анализ. Часть 1: Группы преобразований на плоскости (учебное пособие к спецкурсу). СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 1996, с.39
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Zajcev_t1_1996ru.pdf
3. Зайцев В.Ф. Введение в современный групповой анализ. Часть 2: Уравнения первого порядка и допускаемые ими точечные группы (учебное пособие к спецкурсу). СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 1996, С. 40
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Zajcev_t2_1996ru.pdf

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://www.lib.unn.ru/>

Университетская библиотека ONLINE <http://www.biblioclub.ru>

Библиотека "Лань" <http://e.lanbook.com/>

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в

электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Автор(ы)	_____	к.ф.-м.н., доцент Баландин А.В.
----------	-------	------------------------------------

Рецензент(ы)	_____
--------------	-------

Заведующий кафедрой алгебры, геометрии и дискретной математики	_____	д.ф.-м.н., профессор Кузнецов М.И.
--	-------	---------------------------------------