

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)

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
(протокол от 16.06.2021 г. №8)

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Дифференциальная геометрия и  
ТОПОЛОГИЯ

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Направление подготовки / специальность  
01.03.01 Математика

Направленность образовательной программы  
Общий профиль

Квалификация (степень)  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Нижегород  
2018 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП. Дисциплина «Дифференциальная геометрия и топология» относится к базовой части ОПОП по направлению «Математика», является обязательной, изучается в четвертом и пятом семестрах бакалавриата (код дисциплины Б1.Б.15).

Целью освоения дисциплины (модуля) «Дифференциальная геометрия и топология» является формирование математической культуры студента, фундаментальная подготовка по основным разделам дифференциальной геометрии и топологии, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) базовая часть	Дисциплина <i>Б1.Б.15, Дифференциальная геометрия и топология</i> относится к базовой части ОПОП направления подготовки 01.03.01. Математика

2. 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
<i>ОПК-1готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности.</i>	<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> четко формулировать теоремы, решать теоретические и вычислительные задачи, обнаруживать связи со смежными темами из других разделов математики. <i>З1 (ОПК-1) Знать</i> основные понятия, проблемы, методы и результаты дифференциальной геометрии и топологии, области их применения <i>В1 (ОПК-1) Владеть</i> навыками решения задач по курсу дифференциальной геометрии и топологии, опытом их применения.

<i>Базовый уровень</i>	
<p><i>ПК-3</i> <b>Способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</b></p> <p><i>Базовый уровень</i></p>	<p><i>У1 (ПК-3) Уметь</i> доказывать теоремы, формулировать результаты решения задач, обосновывать решения, обнаружить их следствия, связи с ранее решенными задачами и возможные обобщения</p> <p><i>З1 (ПК-3) Знать</i> терминологию, аппарат и методы математических доказательств, используемые в дифференциальной геометрии и топологии</p> <p><i>В1 (ПК-3) Владеть</i> навыками строгих математических доказательств при решении теоретических задач</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Дифференциальная геометрия и топология»

Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц, всего 252 ч., из которых 131 ч. составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (64 ч. занятий лекционного типа, 64 ч. занятий семинарского типа, 3 часа промежуточной аттестации), 121 ч. составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену).

**Содержание дисциплины (модуля) (структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)**

№ п/п	Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Семестр	Часов					
			Очная	В том числе				я работа
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
				Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1.	<b>Теория гладких кривых.</b> Анализ вектор-функций одного переменного. Определение гладкой кривой. Длина дуги. Теорема о натуральной параметризации. Кривизна и кручение, формулы и базис Френе. Формулы для вычисления и геометрический смысл кривизны и кручения. Теорема существования и единственности гладкой кривой с заданными характеристиками.	4	30	8	8		16	14

<p>2. <b>Теория гладких поверхностей.</b> Вектор-функции от двух переменных. Гладкие поверхности. Теорема о неявном задании. Касательное пространство и касательная плоскость. Нормаль. Первая квадратичная форма и площадь поверхности. Вторая квадратичная форма. Теорема о кривизне кривой на поверхности. Теорема Менье. Нормальная кривизна поверхности в данном направлении. Формула Эйлера. Главные кривизны и главные направления, полная и средняя кривизны, вычислительные формулы. Классификация точек поверхности по знаку полной кривизны. Асимптотические линии и линии кривизны. Деривационные формулы Гаусса и Вейнгартена, символы Кристоффеля. Формулы Гаусса-Кодацци. Теорема Бонне. Абсолютный дифференциал векторного поля вдоль кривой. Параллельный перенос вектора вдоль кривой на поверхности его свойства. Геодезическая кривизна кривой. Геодезические линии на поверхности, их уравнения. Теорема Клеро. Механическая интерпретация геодезических линий.</p>	4	77	24	24		48	29
<p><b>В т.ч. текущий контроль</b></p>	4	2		2			
<p><b>Промежуточная аттестация: зачет</b></p>							
<p>3. <b>Общая топология.</b> Топологические пространства и подпространства. Базы, критерии базы. Метрические топологии. Классификация точек относительно подмножества. Непрерывные отображения, гомеоморфизмы. Фундаментальность открытых и конечных замкнутых покрытий. Аксиомы отделимости и счетности, сепарабельность. Связность и линейная связность. Компактность пространства и подмножества. Теорема о замкнутом подмножестве компакта. Замкнутость компакта в хаусдорфовом пространстве. Критерий компактности в арифметическом пространстве. Произведение топологических пространств. Сохранение хаусдорфовости, связности, линейной связности и аксиом счетности при умножении топологических пространств. Компактность произведения компактных пространств. Фактор-топология, фактор-пространство.</p>	5	48	12	12		24	24

4.	<b>Введение в гомотопическую топологию.</b> Гомотопии и гомотопические эквивалентности. Гомотопический тип топологического пространства. Фундаментальная группа, независимость от начальной точки, гомотопическая инвариантность. Фундаментальная группа произведения. Клеточные разбиения, клеточные отображения. Алгоритм вычисления фундаментальной группы клеточного пространства. Применения фундаментальной группы.	5	48	10	10		20	28
5.	<b>Многообразия.</b> Топологические многообразия. Многообразия с краем. Классификация одномерных многообразий. Представление поверхности правильным семейством многоугольников, триангуляция. Ориентации и ориентируемость. Канонические многоугольники и канонические поверхности. Фундаментальные группы канонических поверхностей. Классификация двумерных компактных многообразий. Некоторые трехмерные многообразия. Примеры многообразий больших размерностей.	5	46	10	10		20	26
	<b>В т.ч. текущий контроль</b>	5	2		2			
<b>Промежуточная аттестация: экзамен</b>								

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

#### **4. Образовательные технологии.**

Используются образовательные технологии в форме лекций и практических занятий.

Лекционные занятия в основном проводятся в форме лекции-информации. Они ориентированы на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению (на самой лекции, на практических занятиях и в ходе самостоятельной работы) и запоминанию.

Практические занятия предполагают разбор решений задач и самостоятельном решении задач, предлагаемых преподавателем, под контролем преподавателя, а также проверке знания теоретического материала, полученного на лекциях.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

##### **5.1. Виды самостоятельной работы студентов**

- Выполнение домашних практических заданий.
- Подготовка к выполнению письменных контрольных работ.
- Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета или экзамена.

##### **5.2. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов**

Учебники, учебные пособия, сборники задач, учебно-методические разработки:

1. Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. – М.: Изд-во МГУ. – 1980. - 439 с. (101 экз.)
2. Постников М.М. - Лекции по геометрии. Семестр 4. Дифференциальная геометрия.- М.: Наука, 1988. - 496 с. (258 экз.)
3. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Методы и приложения. - М.: Наука. – 1979, 1986. - 759 с. (86 экз.)
4. Д.А. Гудков. Начала топологии. Метод. разработка. Ч.1-8. Горький: Изд-во ГГУ.- 1981-1984. (20 экз. каждая часть)
5. Мищенко А.С., Соловьев Ю.П., Фоменко А.Т. - Сборник задач по дифференциальной геометрии и топологии. - М.: Изд-во МГУ, 1981. - 183 с. (63 экз.)
6. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ: сб. задач. Кованцов Н. И., Зражевская Г. М., Кочаровский В. Г., Михайловский В. И. - Киев: Вища школа, 1982. - 375 с. (35 экз.)

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

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

*ОПК-1готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической*

*статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности*

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u> <i>Знать</i> основные понятия, проблемы, методы и результаты дифференциальной геометрии и топологии, области их применения	полное отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительным материалом без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> <i>Уметь</i> четко формулировать теоремы, решать теоретические и вычислительные задачи, обнаруживать связи со смежными темами из других разделов математики	полное отсутствие умения	грубые ошибки при формулировке теорем и решении задач	умение формулировать теоремы и решать вычислительные задачи с рядом негрубых ошибок	умение формулировать теоремы и решать вычислительные задачи при наличии заметных погрешностей	умение формулировать теоремы и решать вычислительные и теоретические задачи при наличии несущественных погрешностей	умение четко формулировать теоремы и решать теоретические и вычислительные задачи без ошибок и погрешностей	умение четко формулировать теоремы и решать теоретические и вычислительные задачи без погрешностей, обнаруживать связи со смежными темами из других разделов математики
<u>Навыки</u> <i>Владеть</i> навыками решения задач по курсу дифференциальной геометрии и топологии, опытом их	полное отсутствие навыков	отсутствие навыков решения большинства типов задач	наличие навыков решения только части вычислительных задач	наличие навыков решения большинства вычислительных задач	наличие навыков решения большинства вычислительных и части теоретических задач	владение навыкам решения всех вычислительных и большинства теоретических задач	владение навыкам решения всех вычислительных и теоретических задач, наличие опыта их применен

применения							ия в смежных областях
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 10 %	11 – 30 %	31 – 50 %	51-70 %	71 – 85 %	86 – 99 %	100%

**ПК-3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата**

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<b>Знания</b> <i>Знать</i> терминологию, аппарат и методы математических доказательств, используемые в дифференциальной геометрии и топологии	полное отсутствие знаний	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<b>Умения</b> <i>Уметь</i> доказывать теоремы, формулировать результаты решения задач, обосновывать решения, обнаруживать их следствия, связи с ранее решенными задачами и возможные обобщения	полное отсутствие умения	грубые ошибки при формулировке результатов решения задач, полное неумение обосновывать решения	умение формулировать результаты решения задач и обосновывать их с негрубыми ошибками	умение формулировать результаты решения задач и обосновывать их с заметными погрешностями	умение формулировать результаты решения задач и обосновывать их при наличии несущественных погрешностей	умение четко формулировать результаты решения задач и обосновывать их без погрешностей, обнаруживать их следствия, связи с ранее решенными задачами	умение четко формулировать результаты решения задач и обосновывать их без погрешностей, обнаруживать их следствия, связи с ранее решенными задачами и возможные

							обобщен ия
<u>Навыки</u> Владеть навыками строгих математических доказательств при решении теоретических задач	полное отсутствие навыков	отсутствие навыков обоснования решения большинства типов задач	наличие навыков обоснования решения только части задач с негрубыми ошибками	наличие навыков обоснования решения большинства задач с существенными погрешностями	наличие навыков обоснования решения большинства задач с несущественными погрешностями	владение навыками обоснования решения всех теоретических задач с несущественными погрешностями	владение навыками обоснования решения всех теоретических задач без погрешностей
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 10 %	11 – 30 %	31 – 50 %	51-70 %	71 – 85 %	86 – 99 %	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

### Зачет в 4 семестре

Зачтено	Решены контрольные задачи на зачете
Незачтено	Не решены контрольные задачи на зачете

### Экзамен в 5 семестре

Превосходно	свободное владение основным материалом и владение дополнительным материалом с незначительными ошибками и погрешностями
Отлично	свободное владение основным материалом
Очень хорошо	достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями
Хорошо	владение основным материалом с рядом заметных погрешностей
Удовлетворительно	владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок
Неудовлетворительно	владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка
Плохо	отсутствие владения материалом

Оценки «превосходно», «отлично», «очень хорошо», «хорошо», «удовлетворительно» считаются положительными.

### Критерии оценок выполнения контрольной работы и домашнего практического задания

(каждая задача оценивается в 2 балла)

Решена полностью	2
Решена основная часть задачи, или задача решена с недочетами	1,5
Решена задача наполовину	1
Сделан первый этап в решении задачи	0,5
Нет решения	0

### Суммарная оценка выполнения контрольной работы и домашнего практического задания

Количество баллов	Оценка	Оценка
4	Отлично	Зачтено
3,5	Очень хорошо	
3	Хорошо	
2-2,5	Удовлетворительно	
0,5-1,5	Неудовлетворительно	Не зачтено
0	Плохо	

### 6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

Дисциплина формирует базовый уровень компетенций ОПК-1 и ПК-3.

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

- устные и письменные ответы на вопросы.

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

- практические контрольные задания, включающих одну или несколько задач (вопросов)

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используются: устный опрос, решение практических задач.

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

#### 6.4.1. Примеры вопросов к экзамену по дисциплине «Дифференциальная геометрия и топология»

Вопрос	Код компетенции
Длина дуги гладкой кривой, натуральная параметризация.	ОПК-1

Вывести формулы Френе.	ПК3
Аксиомы счетности и их применения.	ОПК-1
Доказать связность объединения пересекающихся связных множеств.	ПК-3

#### 6.4.2. Примеры задач к зачёту по дисциплине «Дифференциальная геометрия и топология»

Вопрос	Код компетенции
Вычислить длину кривой, заданной вектор-функцией $\dot{r}(t) = \{t, \sqrt{2} \ln t, 1/t\}$ , между точками $a = (1,0,1)$ и $b = (2, \sqrt{2} \ln 2, 1/2)$ .	ОПК-1
Доказать, что кривая $C = \{(x, y, z) \in R^3 \vee x^2 = 2z, y^2 = 2z\}$ является плоской.	ПК-3
Вычислить полную кривизну поверхности $M = \{(x, y, z) \in R^3 \vee 3xy = z\}$ в точке $a = (0,0,0)$ .	ОПК-1
При каких значениях параметров $A, B, C$ поверхность $M = \{(x, y, z) \in R^3 \vee Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 - 2z = 0\}$ не содержит асимптотических линий?	ПК-3

#### 6.4.3. Типовые задания для текущего контроля успеваемости

##### Задачи для быстрой проверки компетенции ОПК-1

Каков знак гауссовой кривизны поверхности, заданной уравнением  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ ?  
Укажите минимальную базу дискретной топологии.

##### Задачи для более глубокой оценки компетенции ОПК-1

Вычислить площадь тора, заданного вектор-функцией  $\dot{r}(u, v) = \{(4 + \cos u)\cos v, (4 + \cos u)\sin v, \sin u\}$ .

Исследовать на непрерывность отображение  $f: (R, \tau) \rightarrow (R, \tau_D)$ ,  $S = 0$ , определенное формулой  $f(x) = x \vee$ .

##### Задачи для быстрой проверки компетенции ПК-3

Покажите, что симметричная топология  $\tau_S$  на  $R$ ,  $S = 0$ , не удовлетворяет аксиоме отделимости Хаусдорфа.

Почему отрезок  $[0,1]$  и интервал  $(0,1)$ , рассматриваемые как подпространства прямой  $R$  с обычной топологией  $\tau_{об}$ , не гомеоморфны?

##### Задачи для более глубокой оценки компетенции ПК-3

Пусть  $S^0 = \{-1,1\}$  – подпространство прямой  $R$  с обычной топологией. Докажите, что топологическое пространство  $X$  несвязно тогда и только тогда, когда существует непрерывная сюръекция  $f: X \rightarrow S^0$ .

Докажите, что топология Зарисского на  $R$  не является метрической. Выяснив причину, придумайте сами другой пример пространства с неметризуемой топологией.

#### 6.4.4. Примеры заданий (оценочных средств), выносимых на экзамен

### Задачи для оценки компетенции ОПК-1

Исследовать на непрерывность отображение  $f: (C, \tau_{об}) \rightarrow (R, \tau_{ир}), f(z) = z \vee z^2$ . Пусть  $S^1 = \{(x, y) \in R^2 \vee x^2 + y^2 = 1\}$  и  $L = \{(x, y) \in R^2 \vee y = 0\}$ . Вычислить фундаментальную группу объединения  $X = S^1 \cup L$ .

### Задачи для оценки компетенции ПК-3

Доказать, что фактор-пространства  $R/$  и  $R/(1, +\infty)$  прямой  $(R, \tau_{об})$  не гомеоморфны. Доказать, что подпространства  $R^3(0,0,0)$  и  $S^2$  пространства  $(R^3, \tau_{об})$  гомотопически эквивалентны.

### 6.4.5. Примеры билетов для экзамена

---

ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Кафедра АГДМ

---

Дисциплина – Дифференциальная геометрия и топология

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Базис Френе и формулы Френе для гладкой кривой.
2. Компактность произведения компактных пространств.
3. Найти внутренность и границу множества  $A = \{(x, y) \in R^2 \vee xy > 4\}$  в пространстве  $(R^2, \tau_r)$ .

Зав. кафедрой

Экзаменатор

---

ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Кафедра АГДМ

---

Дисциплина – Дифференциальная геометрия и топология

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Полная кривизна поверхности, формула для ее вычисления.
2. Теорема о замкнутом подмножестве компакта.
3. Исследовать на непрерывность отображение  $f: (R, \tau_{ир}) \rightarrow (R, \tau_S), S = 0$ , определенное формулой  $f(x) = x + 2$ .

Зав. кафедрой

Экзаменатор

---

### 6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

[http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi\\_stroki\\_kontrolya\\_13.02.2014.pdf](http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf)

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:**

7. Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. – М.: Изд-во МГУ. – 1980. - 439 с. (101 экз.)
8. Мищенко А.С., Соловьев Ю.П., Фоменко А.Т. - Сборник задач по дифференциальной геометрии и топологии. - М.: Изд-во МГУ, 1981. - 183 с. (63 экз.)
9. Постников М.М. - Лекции по геометрии. Семестр 4. Дифференциальная геометрия. - М.: Наука, 1988. - 496 с. (258 экз.)
10. Александрян Р. А., Мирзаханян Э. А. - Общая топология. - М.: Высшая школа, 1979. - 336 с. (56 экз.)

### **б) дополнительная литература:**

1. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Методы и приложения. - М.: Наука. – 1979, 1986. - 759 с. (86 экз.)
2. Д.А. Гудков. Начала топологии. Метод. разработка. Ч.1-8. Горький: Изд-во ГГУ.- 1981-1984. (20 экз. каждая часть)
3. Введение в топологию. Борисович Ю. Г., Близняков Н. М., Израилевич Я. А., Фоменко Т. Н. - М.: Высшая школа, 1980. - 295 с. (68 экз.)
4. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ: сб. задач. Кованцов Н. И., Зражевская Г. М., Кочаровский В. Г., Михайловский В. И. - Киев: Вища школа, 1982. - 375 с. (35 экз.)

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

<http://www.unn.ru/e-library/>

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению 01.03.01 «Математика».

Автор д.ф.-м.н., проф. \_\_\_\_\_ Е.И. Яковлев

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Зав кафедрой, д.ф.м.н., проф. \_\_\_\_\_ М.И. Кузнецов

Программа одобрена на заседании методической комиссии института Информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского от \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.