

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**Физический факультет**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

и.о. декана \_\_\_\_\_ Малышев А.И.

« 07 » \_\_\_\_\_ июня 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Геометрия и топология**

(наименование дисциплины (модуля))

**Уровень высшего образования**

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

**Направление подготовки / специальность**

**03.03.02 Физика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

**Направленность образовательной программы**

**профиль "Теоретическая физика"**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

**Квалификация (степень)**

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

**Форма обучения**

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

**Год набора**

**2016**

(для обучающихся какого года набора разработана Рабочая программа)

Нижегород – 2018

## **1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Геометрия и топология» относится к вариативной части ФТД. В блока ФТД «Факультативы», является факультативной дисциплиной, преподается на третьем году обучения, в пятом семестре. Освоению дисциплины предшествует освоение дисциплин (модулей) «Механика», «Теоретическая механика», «Математика». Освоение дисциплины происходит одновременно с освоением дисциплины (модуля) «Методы математической физики».

Целями освоения дисциплины «Геометрия и топология» являются:

- овладение базовыми понятиями топологии;
- осознание фундаментального подхода к изучению геометрии – изучение преобразований, не меняющих конкретные свойства геометрических объектов;
- понимание и умение использовать групповой анализ для изучения различных геометрических конструкций;
- понимание смысла и умение использовать топологические методы в геометрических задачах;
- выработка у студентов практических навыков описания нетривиальных геометрических структур.

## **2. Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины «Геометрия и топология» составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (1 час – мероприятия промежуточной аттестации; 32 часа занятия семинарского типа, в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося в течение семестра.

Содержание дисциплины «Геометрия и топология»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
<b>1. Введение. Движения.</b> Движения, сохраняющие треугольник: отражения. Композиция двух отражений на плоскости. Движения, сохраняющие квадрат и окружность. Проективная геометрия.	9	—	4	—	4	5
<b>2. Движения прямой и окружности.</b> Движения окружности и прямой. Формулировка теоремы о классификации и доказательство леммы о гвоздях в случае прямой и окружности. Утверждение о композиции отражений. Таблица композиций движений.	9	—	4	—	4	5
<b>3. Начальная теория групп. Факторизация групп.</b> Определение группы. Циклические группы: примеры. Таблица остатков по умножению. Конечные подгруппы в группе движений прямой. Конечные подгруппы в группе движений окружности: схема доказательства.	9	—	4	—	4	5
<b>4. Взаимно-однозначные соответствия.</b> Взаимно-однозначное соответствие. Движения плоскости. Теорема о трёх гвоздях. Множества, равномощные множеству натуральных чисел. Утверждения о равномощных множествах. Сравнение отрезка и множества натуральных чисел. Доказательство теоремы Кантора.	9	—	4	—	4	5
<b>5. Движения сферы и плоскости.</b> Описание движений сферы. Теорема о трёх гвоздях. Классификация движений сферы: формулировка. Движения сферы, сохраняющие две	9	—	4	—	4	5

точки. Классификация движений сферы: доказательство. Движения плоскости.						
<b>6. Введение в топологию.</b> Комплексная проективная прямая. Расслоение Хопфа. Топология. Гомеоморфизмы. Гомотопическая эквивалентность.	9	—	4	—	4	5
<b>7. Фундаментальные группы.</b> Фундаментальная группа. Высшие гомотопические группы. Нетривиальность гомотопической группы для n-мерной сферы. Теорема Брауэра.	9	—	4	—	4	5
<b>8. Группы гомологий.</b> Понятие симплициального комплекса и его групп гомологий. Пример вычисления группы гомологий. Гомотопическая эквивалентность групп гомологий.	8	—	4	—	4	4
<b>В т.ч. текущий контроль</b>	2	2				—
Промежуточная аттестация — зачет						

### 3. Образовательные технологии

- 1) интерактивные семинары;
- 2) сопровождение семинаров написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) выполнение практического задания у доски;
- 5) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 6) работа в парах над практическим заданием;
- 7) работа в малых группах над практическим заданием;
- 8) методика «мозговой штурм».

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	(ОПК-2) <b>Знать</b> математический аппарат геометрии и топологии, границы применимости и возможности его использования. (ОПК-2) <b>Уметь</b> решать в рамках профессиональной деятельности задачи, требующие знания основных методов геометрии и топологии. (ОПК-2) <b>Владеть</b> навыками анализа свойств физических объектов на основе геометрии и топологии.
ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	(ПК-1) <b>Знать</b> основные положения геометрии и топологии в приложении к профильным задачам физики. (ПК-1) <b>Уметь</b> формулировать и решать задачи в рамках профильных физических дисциплин, учитывающие геометрические и топологические свойства изучаемых моделей. (ПК-1) <b>Владеть</b> топологическими методами в приложении к профильным физическим дисциплинам.

## 6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

### 6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Геометрия и топология» является **зачет**.

По итогам зачета выставляется оценка «Зачтено» или «Не зачтено». Оценка «Не зачтено» означает отсутствие аттестации, оценка «Зачтено» выставляется при успешном прохождении аттестации.

### 6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

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

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

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

- выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

**«Не зачтено»** – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Зачтено»** – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности.

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

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины «Геометрия и топология»:

1. Виды движения прямой. Формулировка леммы о двух гвоздях.
2. Виды движения окружности. Формулировка леммы о двух гвоздях в случае окружности.
3. Понятие циклической группы. Понятие конечной подгруппы.
4. Пример факторгруппы группы целых чисел с использованием сумм Минковского. Понятие изоморфизма групп.
5. Виды движения плоскости. Формулировка теоремы о трех гвоздях. Формулировка теорема Кантора.
6. Комплексные числа. Матричный пример для построения комплексных чисел. Комплексные числа, как числа для вращения окружности.
7. Формальное определение проективного пространства. Примеры аффинных пространств.
8. Понятие комплексной проективной прямой.
9. Понятие топологии и гомеоморфизмов.

10. Пример расслоения Хопфа при отображении трехмерной сферы на двумерную.
11. Понятие гомотопической эквивалентности.
12. Понятие фундаментальной группы и высших гомотопических групп.
13. Теорема Брауэра.
14. Понятие симплициального комплекса и его групп гомологий.
15. Пример вычисления группы гомологий. Гомотопическая эквивалентность групп гомологий.

6.3.2. Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Докажите, что два любых отображения одноточечного пространства в  $\mathbb{R}^n \setminus 0$  при  $n > 1$  гомотопны.
2. Определите все возможные движения квадрата и составьте таблицу композиции его движений.
3. Постройте пример непрерывной биекции, не являющейся гомеоморфизмом.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. *А.И. Кострикин*, Введение в алгебру. Часть 3. Основные структуры. – М.: Физматлит. – 2001. – 272 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59284>.

2. *Я.О. Виро, О.А. Иванов, Н.Ю. Нецветаев, В.М. Харламов*, Элементарная топология. – 2-е изд., исправл. – М.: МЦНМО, 2012. – 358+х с.

Свободный доступ:

[http://www.vixri.com/d3/Viro%20O.Ja,%20Necvetaev%20N.Ju%20\\_Elementarnaja%20topologija.pdf](http://www.vixri.com/d3/Viro%20O.Ja,%20Necvetaev%20N.Ju%20_Elementarnaja%20topologija.pdf).

б) дополнительная литература:

1. *Ю.Г. Игнатьев, А.А. Агафонов*, Проективная геометрия и методы изображений. Учебное пособие. – Казань: Казанский университет, 2014. – 179 с.

Свободный доступ:

[https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21727/05\\_120\\_A5kl-509.pdf](https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21727/05_120_A5kl-509.pdf).

2. В.И. Арнольд, Вещественная алгебраическая геометрия. – М.: МЦНМО, 2009. – 88 с.

Свободный доступ: <https://www.mccme.ru/dubna/books/pdf/via-vag.pdf>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ

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

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Авторы:

стажер-исследователь ФИЦ  
Институт прикладной физики РАН \_\_\_\_\_ / Мишин А.В. /

ассистент кафедры  
теоретической физики  
физического факультета,  
к. ф.-м. н. \_\_\_\_\_ / Конаков А.А. /

Рецензент:

Зав. кафедрой теоретической физики  
физического факультета,  
д. ф.-м. н., доцент \_\_\_\_\_ / Бурдов В.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ от 07 июня 2018 года, протокол № б/н.

Председатель  
Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ \_\_\_\_\_ / Перов А.А. /