**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Геометрия и топология

Geometry and Topology

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 16

Регистрационный номер рабочей программы: 020802

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Обучение студентов методам описания физических объектов и процессов средствами геометрии; освоение основных методов решения задач аналитической, дифференциальной геометрии и топологии; формирование навыков анализа специфических задач, допускающих инвариантное геометрическое описание.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Первый год обучения: первоначальное знакомство с теорией множеств и основными понятиями евклидовой геометрии. Второй год обучения: основные топологические понятия и утверждения из математического анализа (формулы Тейлора, теорема о неявной функции, обобщенные формулы Ньютона-Лейбница, условие полной интегрируемости); теоремы существования и единственности обыкновенных дифференциальных уравнений.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

В процессе изучения дисциплины «Геометрия и топология» обучаемые приобретают следующие   
знания

• знание содержания дисциплины «Геометрия и топология» и обладание достаточно полным представлением о возможностях применения её разделов в различных областях математики;  
умения

• умение делать математическую постановку задачи исследования составного объекта;  
• умение находить эффективные алгоритмы при решении конкретных геометрических задач;  
навыки

• навык выбора того или иного алгоритма решения в зависимости от специфики задачи;   
• выделения параметров задачи, изменение которых влечёт уменьшение времени её решения.  
Знать содержание дисциплины «Геометрия и топология». Уметь формализовывать поставленные задачи и выбирать алгоритмы решения поставленных задач, обеспечивающих эффективную реализацию, учитывающую специфику задачи.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

В качестве основных интерактивных форм предполагается   
• проведение лекционных занятий, на которых студенты будут изучать различные разделы геометрии, со своими специфическими объектами и методами исследования.  
• проведение практических занятий, на которых студенты будут изучать различные задачи геометрии, алгоритмы и методы их решения.  
Построение курса подразумевает освоение студентами современных методов решения задач геометрии и топологии. 

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 1 | 30 |  | 2 | 30 |  |  |  |  | 4 |  |  |  | 24 |  | 54 |  | 20 | 4 |
|  | 1-100 |  | 1-100 | 1-20 |  |  |  |  | 1-20 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 2 | 30 |  | 2 | 30 |  |  |  |  | 4 |  |  |  | 42 |  | 36 |  | 20 | 4 |
|  | 1-100 |  | 1-100 | 1-20 |  |  |  |  | 1-20 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 3 | 30 |  | 2 | 30 |  |  |  |  | 4 |  |  |  | 34 |  | 44 |  | 20 | 4 |
|  | 1-100 |  | 1-100 | 1-20 |  |  |  |  | 1-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 4 | 30 |  | 2 | 30 |  |  |  |  | 4 |  |  |  | 44 |  | 34 |  | 20 | 4 |
|  | 1-100 |  | 1-100 | 1-20 |  |  |  |  | 1-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 120 |  | 8 | 120 |  |  |  |  | 16 |  |  |  | 144 |  | 168 |  |  | 16 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | | Виды | | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | |
| Семестр 1 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма | | по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации | |  |  |
| Семестр 2 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации | | |  |  |
| Семестр 3 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации | | |  |  |
| Семестр 4 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации | | |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Семестр 1. (30 часов лекции, 30 часов практики)

Тема 1. Аксиоматика геометрии. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 2. Векторное пространство. Действия над векторами. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 3. Аффинное пространство. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 4. Евклидова геометрия. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 5. Преобразования плоскости. Классификация. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 6. Операции над векторами в трехмерном евклидовом пространстве. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 7. Кривые второго порядка. Классификация с точностью до движения. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 8. Свойства кривых второго порядка. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 9. Сопряженные направления. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 10. Поверхности второго порядка. Классификация ПВП. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Семестр 2. (30 часов лекции, 30 часов практики)

Тема 1. Метрические пространства. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 2. Топологические пространства. База топологии. Индуцированная топология. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 3. Расположение точки относительно множества в топологическом пространстве. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 4. Непрерывные отображения. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 5. Гомеоморфизмы. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 6. Связность. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 7. Линейная связность. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 8. Аксиомы отделимости и счётности. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 9. Компактность. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 10. Перемножение. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 11. Факторизация. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 12. Понятие топологического многообразия (3 часа лекции, 3 часа практики)

Семестр 3 (30 часов лекции, 30 часов практики)

Тема 1. Понятие гладкой кривой. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 2. Формулы Френе кривой. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 3. Натуральное уравнение кривой. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 4. Понятие гладкой поверхности. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 5. Первая квадратичная форма (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 6. Вторая квадратичная форма (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 7. Теоремы Эйлера, Мёнье и Родрига. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 8. Теорема Гаусса и Теорема Боннэ. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 9. Геодезические линии. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 10. Поверхности постоянной кривизны. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Семестр 4 (30 часов лекции, 30 часов практики)

Тема 1. Понятие гладкого многообразия (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 2. Вектор, ковектор, билинейная форма, линейный оператор (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 3. Касательное и кокасательное расслоения. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 4. Тензорная алгебра. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 5. Тензорное поле. (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 6. Векторное поле (2 часа лекции, 2 часа практики)

Тема 7. Коммутатор векторных полей (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 8. Производная Ли тензорного поля. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 9. Дифференциальные формы. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 10. Операторы векторного анализа. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 11. Аффинное многообразие. (3 часа лекции, 3 часа практики)

Тема 12. Риманово многообразие (3 часа лекции, 3 часа практики)

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение литературы по разделам темы.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.  
Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов по тематике курса и источников, указанных в обязательной и дополнительной литературе, указанных с данной программе.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Теоретический зачет и экзамен в конце каждого семестра.

**Методика проведения экзамена**

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 45 минут.

При подготовке к экзамену обучающийся может использовать свой личный конспект.

Использование учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена.

После ответа на вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена. В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе основные определения, примеры и логические связи, введенные в дисциплине.

**Критерии выставления оценок:**

Оценка **«отлично»** выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;

2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся в целом дан ответ по всем вопросам билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя), либо дан полный исчерпывающий ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу представлены основные определения и формулировки;

2. обучающийся отвечает более чем на 70% дополнительных вопросов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если выполняются оба условия:

1. по обоим вопросам даны все основные определения и формулировки, а по одному из вопросов приведены основные шаги рассуждений;

2. обучающийся дает правильный ответ более чем на 50% заданных дополнительных вопросов.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

**Методика проведения зачета**

На зачет выносится семь задач по теме курса. Успешное решение больше половины предложенных задач влечет получение оценки «зачтено», в ином случае «не зачтено».

При выставлении зачёта учитывается активность при обсуждении лекционного материала и рекомендованной литературы. Студент может получить оценку «зачтено» при условии, что он справился с несколькими сложными задачами, предложенными лектором в течение семестра.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Список примерных вопросов к экзамену 1 семестра.

1. Аксиоматика Евклидового пространства (в форме Шура)
2. Арифметические модели. Независимость 5 постулата.
3. Линейная независимость семейства векторов
4. Полный набор векторов. Базис.
5. Размерность. Теорема о количестве векторов в базисе.
6. Координаты вектора. Координатный изоморфизм, полнота аксиоматики.
7. Аффинное пространство. Полнота и непротиворечивость аксиоматики.
8. Прямая в аффинном пространстве.
9. Скалярное произведение. Примеры.
10. Теорема Коши-Буняковского
11. Теоремы евклидовой геометрии.
12. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта
13. Полнота аксиоматики евклидового пространства
14. Прямая на евклидовой плоскости
15. Аффинные преобразования плоскости
16. Ортогональная группа преобразований плоскости
17. Группа движений плоскости
18. Классификация движений плоскости (1 тип)
19. Классификация движений плоскости (2 тип)
20. Ориентация векторного пространства
21. Деформация базисов, связь с ориентацией
22. Векторное произведение. Свойства.
23. Смешанное произведение
24. Плоскость в евклидовом пространстве
25. Стандартные задачи аналитической геометрии
26. Формула двойного векторного произведения. Тождество Якоби.
27. Общее уравнение КВП.
28. Центральные КВП
29. Диагонализация КВП
30. Инварианты КВП
31. Классификация КВП (1 случай)
32. Классификация КВП (2 случай)
33. Построение КВП по каноническим уравнениям
34. Приведение к каноническому уравнению с помощью инвариантов
35. Фокальное свойство эллипса и гиперболы
36. Оптическое свойство эллипса, гиперболы и параболы
37. Директориальное свойство эллипса, гиперболы и параболы
38. Сопряженные диаметры.

Примерный набор задач к зачету 1 семестра

1. Известны координаты векторов a, b, c на плоскости: a (1, 1), b (−2, 1), c (3, 2). Найдите координаты вектора c в базисе a, b.

2. Оси декартовой системы координат Oxy на плоскости повернули вокруг начала координат на угол 60◦ против часовой стрелки и получили новую координатную систему Ouv. Как выражаются координаты (x, y) точки через ее координаты (u, v)?

3. Найдите угол между векторами с координатами (1, 6, −1) и (1, 0, 2).

4. Найдите площадь параллелограмма, построенного на векторах из предыдущей задачи.

5. Известно, что смешанное произведение векторов a, b, c равно 1. Найдите смешанное произведение векторов a − b, b + c, a + c.

6. Найдите объем параллелепипеда, построенного на векторах с координатами (1, 2, 1), (1, −2, 1) и (2, 1, 0). Верно ли, что эта тройка векторов ориентирована так же, как базис?

7. Напишите уравнение плоскости, проходящей через точку (1, −2, 1) и перпендикулярной вектору (4, −1, 0).

8. Найдите расстояние от точки (1, −3, 2) до плоскости x − y + 2z + 3 = 0.

9. Напишите каноническое уравнение прямой, проходящей через точки (−3, 2, 0) и (1, −2, 0).

10. Дана плоскость x − y + 2z − 1 = 0 и пара точек (1, 2, −1) и (1, 2, 2). Верно ли, что точки лежат по одну сторону от плоскости? Объясните, как вы получили ответ.

11. Найдите плоскость, проходящую через линию пересечения плоскостей 2x + y − z + 1 = 0 и x − y − z + 1 = 0 и содержащую начало координат.

12. Напишите каноническое уравнение эллипса, расстояние между фокусами которого равно 2, а сумма фокальных радиусов равна 4.

13. Эксцентриситет эллипса равен 1/2, расстояние от точки эллипса до фокуса равно 1. Найдите расстояние от точки эллипса до соответствующей директрисы.

14. Найдите эксцентриситет кривой (2x + 2y + 1)2 = (x − 1)2 + (y − 1)2.

15. Используя инварианты, определите тип кривой x2 − 2xy + 2y2 − 4x − 6y + 3 = 0.

Список примерных вопросов к экзамену 2 семестра.

1. Метрические пространства.
2. Свойства метрических шаров
3. Топологические пространства.
4. База топологии.
5. Индуцированная топология.
6. Расположение точки относительно множества в топологическом пространстве.
7. Непрерывные отображения.
8. Гомеоморфизмы.
9. Связность.
10. Линейная связность.
11. Польская окружность
12. Аксиомы отделимости
13. Аксиомы счетности.
14. Компактность.
15. Перемножение.
16. Теорема Тихонова
17. Факторизация.
18. Понятие топологического многообразия
19. Понятие пути и понятие гомотопности отображений.
20. Фундаментальная группа многообразия.
21. Вычисления фундаментальной группы.

Примерный набор задач к зачету 2 семестра

1. Доказать эквивалентность четырех определений непрерывного отображения.
2. Доказать, что линейная связность и хаусдорфовость топологических пространств переносится с сомножителей на произведение.
3. Доказать, что топологическое пространство со счетной базой сепарабельно.
4. Доказать, что в Rn с обычной топологией подмножество компактно тогда и только тогда, когда оно замкнуто и ограничено.
5. Доказать теорему Вейерштрасса о том, что любая непрерывная функция на компактном топологическом пространстве ограничена и достигает максимума и минимума.
6. Доказать, что непрерывный образ компактного топологического пространства компактен.
7. Пусть Ω – топология на прямой, базу которой образует множество всех полуинтервалов [a, b), где a < b. Выяснить, какие аксиомы отделимости и счетности выполняются в топологическом пространстве (X,Ω).
8. Доказать, что фактор-топология – сильнейшая из всех топологий, относительно которых фактор-отображение непрерывно.
9. Исследовать, являются ли попарно гомеоморфными следующие подмножества плоскости с обычной топологией: 1) прямая; 2) окружность; 3) полуинтервал [a, b), a < b, и 4) отрезок [a, b].
10. Пусть Ω – семейство кругов Dr (0) с центром в нуле радиуса r > 0 на плоскости R2. Найти замыкание, внутренность и границу множеств A и B в топологическом пространстве (R2, Ω), если A = (-4, 2] × [-3, 2] и B = (-4, 2] × [1, 2].

Список примерных вопросов к экзамену 3 семестра.

1. Понятие гладкой кривой

2. Понятие касательной. Уравнения касательной.

3. Понятие длины кривой. Пример неспрямляемой кривой

4. Натуральная параметризация.

5. Кривизна кривой

6. Формулы Френе для плоской кривой. Натуральное уравнение кривой

7. Формулы Френе в пространстве

8. Вычисление кривизны кривой для произвольной параметризации

9. Вычисление кручения

10. Вектор Дарбу

11. Поведение кривой в окрестности точки

12. Понятие гладкой поверхности

13. Понятие гладкой кривой на поверхности

14. Касательная плоскость к поверхности

15. Длина кривой на поверхности. Первая квадратичная форма

16. Угол между кривыми

17. Площадь поверхности

18. Поверхность как график функции

19. Кривизна кривой на поверхности. Вторая квадратичная форма

20. Нормальная кривизна поверхности. Теорема Мёнье

21. Соприкасающийся параболоид

22. Типы точек поверхности

23. Теорема Эйлера. Гауссова и средняя кривизны.

24. Примеры использования теорем Эйлера и Мёнье

25. Теорема Родрига

26. Вычисление главных направлений

27. Вычисление главных кривизн

28. Сферическое отображение

29. Теорема Гаусса

30. Теорема Боннэ

31. Геодезическая кривизна. Геодезические линии

32. Символы Кристоффеля

33. Уравнение геодезической

Примерный набор задач к зачету 3 семестра

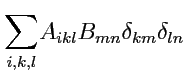
1. Запишите параметрические уравнения окружности радиуса R с центром в начале координат. Найдите длину дуги окружности, заключенной между точками M1(0, R) и M2 – точкой пересечения окружности с биссектрисой угла XOY . Перейти к естественной параметризации.
2. Запишите параметрические уравнения эллипса x2/a2+y2/b2=1. Найдите уравнение касательной в точке пересечения эллипса с бис сектрисой угла XOY .
3. Составить уравнение касательной к линии r(t) = et**i**+e−t**j**+t2**k** в точке M0(t=1).
4. Составьте уравнения касательной к кривой x = a(t − sin t), y = a(1 − cost), z = 4a sin(t/2) в точке t = π/2. Какой угол образует эта касательная с осью Oz.
5. Прямым геликоидом называется фигура, образованная прямой, перпендикулярной оси Oz, вращающейся около оси и одновременно поступательно движущейся в направлении этой оси, причем скорости этих движений пропорциональные. Составьте параметрические уравнения прямого геликоида.
6. Составьте параметрические уравнения кругового конуса.
7. Напишите уравнение касательной плоскости и нормали к поверхности, заданной в неявном виде F(x, y, z) = 0, в точке M0(x0, y0, z0).
8. Докажите, что если все нормали поверхности параллельны, то поверхность есть плоскость или область на плоскости.

Список примерных вопросов к экзамену 4 семестра.

1. Понятие гладкого многообразия.
2. Гладкое отображение многообразий
3. Касательный вектор.
4. Дифференциал гладкого отображения
5. Ковектор.
6. Сопряженное векторное пространство.
7. Двойственный базис.
8. Билинейная форма.
9. Линейный оператор.
10. Определение тензора
11. Базис тензорного пространства фиксированного типа.
12. Определение Эйнштейна тензора
13. Тензорная алгебра.
14. Тензорное поле.
15. Векторное поле.
16. Интегральные кривые.
17. Коммутатор векторных полей.
18. Алгебра Ли векторных полей
19. Производная Ли тензорного поля.
20. Дифференциальные формы.
21. Операторы векторного анализа.
22. Теорема Стокса
23. Аффинная связность
24. Геодезические аффинной связности
25. Риманово многообразие
26. Геодезические римановой метрики

Примерный набор задач к зачету 4 семестра

1. Расписать в частных производных: 
2. Проверить теорему Стокса для окружности радиуса  с центром в точке , лежащей в плоскости , и поля , где - постоянный вектор.
3. Просуммировать выражение с δ-символом:



1. Доказать, что если  — коэффициенты аффинной связности, то  — тензорное поле типа .
2. Докажите, что ковариантная производная удовлетворяет правилу Лейбница: если  и  — два тензорных поля, а  — их произведение, то .
3. Пусть  — гладкая функция,  — тензорное поле. Докажите, что

.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно–методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?
2. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

СПАСИБО!

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К проведению учебных занятий могут быть допущены лица с высшим образованием, владеющие знаниями в области геометрии.  
  
**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Специальных требований нет

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Специальных требований нет

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных требований нет

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специальных требований нет

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Специальных требований нет

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1.Александров А.Д., Н. Ю. Нецветаев. Геометрия.- СПб. : БХВ-Петербург, 2010.

2. Цубербиллер О.О. Задачи и упражнения по аналитической геометрии. - 31-е изд. – СПб: Лань, 2003-2007. – 336 с. 2.1 ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ

3. Задачи по топологии : Учебное пособие / О. Я. Виро [и др.] ; Санкт-Петербургский государственный университет. - СПб. : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2000. - 208 с.

4. Элементарная топология/ О. Я. Виро [и др.]. - М.: МЦНМО, 2010-2012. - 355 с.

5. Сборник задач по дифференциальной геометрии: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Математика" / И. В. Белько [и др.] ; ред. А. С. Феденко. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1979. - 272 с.

6. Бибиков Ю.Н. Дифференциальные уравнения на гладких многообразиях. - СПб: Изд-во СПбГУ, 1995. - 172 с.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Александров П.С. Лекции по аналитической геометрии. - М.: Наука, 1968-2008.

1.1 ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ

2. Постников М.М. Лекции по геометрии: Семестр 2. Линейная алгебра и дифференциальная геометрия. - М.: Наука, 1986-2009.

3. Мищенко А.С., Ю. П. Соловьев, А. Т. Фоменко. Сборник задач по дифференциальной геометрии и топологии. - М.: Ленанд, 2016.  
  
**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

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

**Раздел 4. Разработчики программы**

Кальницкий Вячеслав Степанович, кандидат физико-математических наук, доцент, Кафедра высшей геометрии, st006987@spbu.ru, +7 (812) 428 42 07