

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Артеменков Михаил Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 07.10.2026 11:54:31

Уникальный программный ключ:

a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e39b

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»
Кафедра прикладной математики и информатики

«Утверждаю»

Проректор по учебно-методической работе

_____ Ю.А. Устименко

«__» _____ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.01.08 Проективная и неевклидова геометрии**

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Математика. Информатика**

Форма обучения: очная

Курс – 4

Семестр – 7

Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Форма отчетности: зачет – 7 семестр

Программу разработал: доцент Усачев В.И.

Одобрена на заседании кафедры

«07» июня 2023 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой _____ С.В. Козлов

Смоленск
2023

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Проективная и неевклидова геометрии» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, программы бакалавриата по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Она изучается в седьмом семестре и является одной из основных дисциплин, т.к. завершает такие важные курсы как «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия».

При изучении данной дисциплины необходимы компетенции студентов, сформированные при изучении таких дисциплин, как: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия» и др. Курс построен так, чтобы можно было углубить и расширить тот объем знаний, что был получен при изучении вышеперечисленных дисциплин.

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, а также тесной взаимосвязи со смежными курсами.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-5. Способен использовать научные знания в предметной области (математика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: современное состояние и перспективы развития математики как учебной дисциплины, направления развития школьного математического образования, теоретические основы обучения математике, принципы построения методической системы обучения математике, основные линии школьного курса математики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования математических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса математики; Уметь: анализировать и интерпретировать содержание математических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения математике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач; Владеть: основными приемами организации деятельности школьников по изучению математики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения математике, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.
ПК-7 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики, строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	Знать: базовые принципы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики; Уметь: решать основные типы математических задач, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия; Владеть: первичными навыками применения математического аппарата к решению конкретных задач из различных областей прикладной математики и информатики.

3. Содержание дисциплины

1. **Возникновение проективной геометрии.** Центральное проектирование. Предмет проективной геометрии.

2. **Аксиоматическое определение проективного пространства.** Модели проективной прямой и проективной плоскости.

3. **Проективные координаты.** Проективные координаты на проективной прямой и проективной плоскости. Однородные и неоднородные координаты на расширенной прямой и на

расширенной плоскости.

4. Параметрические уравнения прямой. Уравнение прямой по двум точкам. Уравнение проективной прямой в координатной форме.

5. Преобразование проективных координат на проективной прямой и на проективной плоскости.

6. Принцип двойственности. Теорема Дезарга.

7. Сложное отношение. Сложное отношение четырех точек прямой и сложное отношение четырех прямых пучка.

8. Проективные преобразования плоскости и прямой. Инвариантные точки и прямые. Группа проективных преобразований.

9. Гармоническая четверка точек. Свойства полного четырехвершинника и его связь с гармонической четверкой точек.

10. Линии второго порядка. Линии второго порядка (квадрики) на проективной плоскости и их классификация. Взаимное расположение прямой и квадрики.

11. Полюсы и поляры. Основные свойства полюсов и поляр. Поляритет.

12. Теоремы Штейнера, Паскаля и Брианшона. Предельные случаи теоремы Паскаля и теоремы Брианшона.

13. Общие вопросы аксиоматики. Модель системы аксиом. Основные свойства системы аксиом. Исторический очерк основания геометрии. Гиперболическая геометрия Лобачевского. Эллиптическая геометрия Римана.

14. Основные факты геометрии Лобачевского. Аксиома параллельности Лобачевского. Определение параллельных прямых по Лобачевскому. Признак параллельности. Угол параллельности. Треугольники и четырехугольники на плоскости Лобачевского.

15. Элементы сферической геометрии. Элементарная геометрия на сфере. Двуугольники и треугольники. Расстояние между точками. Прямоугольные треугольники. Теорема Пифагора. Теорема синусов и косинусов.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	практические занятия	самостоятельная работа
1	Возникновение проективной геометрии. Центральное проектирование. Предмет проективной геометрии.	4	2	1	1
2	Аксиоматическое определение проективного пространства. Модели проективной прямой и проективной плоскости.	4	2	1	1
3	Проективные координаты на проективной прямой и проективной плоскости. Однородные и неоднородные координаты на расширенной прямой и на расширенной плоскости.	4	2	1	1
4	Параметрические уравнения прямой, уравнение прямой по двум точкам. Уравнение проективной прямой в координатной форме.	4	2	1	1
5	Преобразование проективных координат на проективной прямой и на проективной плоскости	4	2	1	1

6	Принцип двойственности. Теорема Дезарга.	5	2	1	2
7	Сложное отношение четырех точек прямой и сложное отношение четырех прямых пучка.	6	4	1	1
8	Проективные преобразования плоскости и прямой. Инвариантные точки и прямые. Группа проективных преобразований.	5	2	1	2
9	Гармоническая четверка точек. Свойства полного четырехвершинника и его связь с гармонической четверкой точек.	5	2	1	2
10	Линии второго порядка на проективной плоскости и их классификация.	5	2	1	2
11	Полюсы и поляры. Поляритет.	5	2	1	2
12	Теоремы Штейнера и Паскаля и Брианшона	5	2	1	2
13	Общие вопросы аксиоматики. Исторический очерк обоснования геометрии.	5	2	1	2
14	Основные факты геометрии Лобачевского.	6	2	2	2
15	Элементы сферической геометрии.	5	2	1	2
ИТОГО		72	32	16	24

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

1. **Возникновение проективной геометрии.** Параллельное проектирование и его простейшие свойства. Центральное проектирование и его основные свойства. Теоретико-групповой подход в геометрии.

2. **Аксиоматическое определение проективного пространства.** Проективная плоскость и ее простейшие свойства. Аксиоматическое определение проективного пространства.

3. **Проективные координаты.** Проективные системы координат на проективной прямой и на проективной плоскости. Однородные аффинные координаты.

4. **Параметрические уравнения прямой.** Условие коллинеарности трех точек. Уравнение и координаты проективной прямой. Уравнение пучка прямых.

5. **Преобразование проективных координат.** Преобразование проективных координат на проективной прямой и на проективной плоскости.

6. **Принцип двойственности.** Прямые и кривые второго порядка в однородных аффинных координатах. Принцип двойственности проективной плоскости. Теорема Дезарга.

7-8. **Сложное отношение.** Сложное отношение четырех точек проективной прямой и четырех прямых пучка и их свойства.

9. **Проективные преобразования плоскости и прямой.** Проективные преобразования плоскости и прямой.

10. **Гармоническая четверка точек.** Гармоническая четверка точек. Полный четырехвершинник и его гармонические свойства. Проективные и перспективные преобразования. Теорема Панна.

11. **Линии второго порядка.** Линии второго порядка (квадрики) на проективной плоскости и их классификация. Приведение уравнения квадрики к каноническому виду.

12. **Полюсы и поляры.** Полюсы и поляры и их основные свойства.
13. **Теоремы Штейнера, Паскаля и Брианшона.** Теорема Штейнера, Паскаля и Брианшона.
14. **Общие вопросы аксиоматики.** Общие вопросы аксиоматики. Исторический экскурс в обоснования геометрии.
15. **Основные факты геометрии Лобачевского.** Обзор основных фактов геометрии Лобачевского.
16. **Элементы сферической геометрии.** Элементы сферической геометрии.

Занятия семинарского типа

Задания к практическим занятиям содержатся в книге Певзнер С.Л., Цаленко М.М. Задачник-практикум по проективной геометрии. – М.: Просвещение, 1982.

Практическое занятие № 1.

1. Параллельное и центральное проектирования и их основные свойства.
2. Проективные прямая и плоскость и их простейшие свойства.

Практическое занятие № 2.

1. Проективные системы координат. Однородные аффинные координаты.
2. Условия коллинеарности трех точек. Уравнение и координаты проективной прямой. Уравнение пучка прямых.

Практическое занятие № 3.

1. Преобразование проективных координат.
2. Прямые и кривые второго порядка в однородных аффинных координатах. Принцип двойственности. Теорема Дезарга.

Практическое занятие № 4.

1. Сложное отношение четырех точек проективной прямой и его свойства.
2. Проективные преобразования прямой и плоскости. Коллинеации и корреляции.

Практическое занятие № 5.

1. Гармонические четверки точек.
2. Полный четырехвершинник и его гармонические свойства.

Практическое занятие № 6.

1. Линии второго порядка (квадрики) на проективной плоскости и их классификация.
2. Приведение уравнения квадрики к каноническому виду.

Практическое занятие № 7.

1. Полюс и поляры и их основные свойства.
2. Овальные квадрики и корреляции.

Практическое занятие № 8.

1. Теорема Штейнера. Теоремы Паскаля и Брианшона и их предельные случаи.
2. Элементарная геометрия на сфере. Двуугольники и треугольники.

Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитие их практических умений. Она заключается в работе с лекционными

материалами, поиске и обзоре литературы и электронных источников, информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, в изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала, составлении конспекта лекций по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- выполнении домашних заданий.

Темы для самостоятельного изучения

1. Центральное проектирование.
2. Однородные и неоднородные координаты на расширенной прямой и на расширенной плоскости.
3. Применение теоремы Дезарга.
4. Группа проективных преобразований.
5. Основные свойства полюсов и поляр.
6. Применение теоремы Паскаля.
7. Применение теоремы Брианшона.
8. Исторический очерк основания геометрии.
9. Эллиптическая геометрия Римана.
10. Определение параллельных прямых по Лобачевскому.
11. Элементарная геометрия на сфере.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Теоретические вопросы

1. Возникновение проективной геометрии.
2. Центральное проектирование. Предмет проективной геометрии.
3. Аксиоматическое определение проективного пространства.
4. Модели проективной прямой и проективной плоскости.
5. Проективные координаты. Проективные координаты на проективной прямой и проективной плоскости.
6. Однородные и неоднородные координаты на расширенной прямой и на расширенной плоскости.
7. Параметрические уравнения прямой.
8. Уравнение прямой по двум точкам.
9. Уравнение проективной прямой в координатной форме.
10. Преобразование проективных координат на проективной прямой и на проективной плоскости.
11. Принцип двойственности. Теорема Дезарга.
12. Сложное отношение. Сложное отношение четырех точек прямой и сложное отношение четырех прямых пучка.
13. Проективные преобразования плоскости и прямой.
14. Инвариантные точки и прямые.
15. Группа проективных преобразований.
16. Гармоническая четверка точек.
17. Свойства полного четырехвершинника и его связь с гармонической четверкой точек.
18. Линии второго порядка.
19. Линии второго порядка (квадрики) на проективной плоскости и их классификация.
20. Взаимное расположение прямой и квадрики.
21. Полюсы и поляры.
22. Основные свойства полюсов и поляр. Поляритет.

23. Теоремы Штейнера, Паскаля и Брианшона.
24. Предельные случаи теоремы Паскаля и теоремы Брианшона.
25. Общие вопросы аксиоматики. Модель системы аксиом.
26. Основные свойства системы аксиом.
27. Исторический очерк основания геометрии.
28. Гиперболическая геометрия Лобачевского.
29. Эллиптическая геометрия Римана.
30. Основные факты геометрии Лобачевского.
31. Аксиома параллельности Лобачевского. Определение параллельных прямых по Лобачевскому.
32. Признак параллельности прямых по Лобачевскому. Угол параллельности.
33. Треугольники и четырехугольники на плоскости Лобачевского.
34. Элементы сферической геометрии.
35. Элементарная геометрия на сфере. Двухугольники и треугольники.
36. Расстояние между точками. Прямоугольные треугольники. Теорема Пифагора. Теорема синусов и косинусов.

Критерии оценивания теоретических вопросов

1. Нормы оценивания ответов на теоретические вопросы

№ п/п	Теоретический вопрос	Количество баллов (*)
1	Дан краткий ответ на поставленный вопрос	1 балл
2	Дан развернутый ответ на вопрос с анализом результатов	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания. Оценка «зачтено» за ответы на теоретические вопросы выставляется, если набрано не менее 3 баллов при ответе на три вопроса, в противном случае выставляется «не зачтено».

Контрольная работа

ВАРИАНТ 1

1. Построить в репере $R = (E_1, E_2, E)$ точку $M(1: -3)$, в репере $R = (E_1, E_\infty, E)$ точку $N(1: 2)$.
2. Найти точку пересечения прямых $2x_1 - x_2 + 3x_3 = 0$, $x_1 + x_2 - 2x_3 = 0$ и уравнение прямой AB , где $B(1: -1: 0)$.
3. Убедиться, что точки $A(1: 2: 4)$, $B(3: 5: 1)$, $C(-1: -1: 7)$, заданные в проективной системе координат, лежат на одной прямой. Найти координаты точки D , принадлежащей этой прямой и удовлетворяющей соотношению $(AB, CD) = 3$.
4. Дана квадрика $x_1^2 + 4x_2^2 - 5x_3^2 + x_1x_2 - 6x_1x_3 - 4x_2x_3 = 0$. Найти полюс прямой $3x_1 + 8x_2 - 7x_3 = 0$ и уравнение поляры для точки $A(1: 5: -3)$.

ВАРИАНТ 2

1. Построить в репере $R = (E_1, E_2, E)$ точку $M(-1: 2)$, в репере $R = (E_\infty, E_2, E)$ точку $N(-2: 1)$.
2. Найти точку пересечения прямых $3x_1 + x_2 - 2x_3 = 0$, $x_1 - x_2 + 2x_3 = 0$ и уравнение прямой AB , где $B(1: 0: -1)$.
3. Убедиться, что точки $A(2: 1: 3)$, $B(3: -2: 1)$, $C(-4: 5: 1)$, заданные в проективной системе координат, лежат на одной прямой. Найти координаты точки D , принадлежащей этой прямой и удовлетворяющей соотношению $(AB, CD) = 2$.
4. Дана квадрика $2x_1^2 + 4x_2^2 - x_3^2 + 2x_1x_2 - 8x_1x_3 + 2x_2x_3 = 0$. Найти полюс прямой $6x_1 + 2x_2 - 9x_3 = 0$ и уравнение поляры для точки $A(1: 2: -4)$.

ВАРИАНТ 3

1. Построить в репере $R = (E_1, E_2, E)$ точку $M(-2: 3)$, в репере $R = (E_1, E_2, E_\infty)$ точку $N(2: -1)$.

2. Найти точку пересечения прямых $3x_1 + 2x_2 - x_3 = 0$, $x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 0$ и уравнение прямой АВ, где В (0: 1: -1).

3. Убедиться, что точки А (1: -2: 5), В (4: 3: -7), С(6: -1: 3), заданные в проективной системе координат, лежат на одной прямой. Найти координаты точки D, принадлежащей этой прямой и удовлетворяющей соотношению $(AB, CD) = 3/2$.

4. Определить взаимное расположение прямой $x_1 = 3\lambda - \mu$, $x_2 = -4\mu$, $x_3 = 2\lambda + \mu$ и линии второго порядка $3x_1^2 + 2x_2^2 - x_3^2 + 5x_1x_3 - x_2x_3 = 0$. Найти уравнение касательной к квадрике в точке А(0: 1: 1).

Критерии оценивания контрольной работы

1. Нормы оценивания работы

№ п/п	Структурная часть контрольной работы	Количество баллов (*)
1	Правильно реализован каждый метод решения	1 балл
2	Анализ результатов	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Смоленский государственный университет».

Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях;
- уметь решать задачи, предложенные на лабораторных занятиях;
- уметь решать задачи, предложенные на контрольной работе;
- уметь решать задачи, предложенные на зачетной контрольной работе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Богомолов Н. В. Математика : учебник для вузов / Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 401 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07001-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/488864> (дата обращения: 23.05.2022).

2. Бугров Я. С. Высшая математика в 3 т. Т. 2. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии: учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. – 7-е изд., стер. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 281 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03009-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/488877> (дата обращения: 23.05.2022).

3. Бурмистрова Е. Б. Линейная алгебра: учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. Б. Бурмистрова, С. Г. Лобанов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 421 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-3588-2. – Текст: электронный //

Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/508147> (дата обращения: 23.05.2022).

4. Журавлев Ю. И. Дискретный анализ. Основы высшей алгебры: учебное пособие для вузов / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, М. Н. Вялый. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 223 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-06277-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491080> (дата обращения: 23.05.2022).

5. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учебник и практикум для вузов / Е. Г. Плотникова, А. П. Иванов, В. В. Логинова, А. В. Морозова ; под редакцией Е. Г. Плотниковой. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 340 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01179-1. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489170> (дата обращения: 23.05.2022).

6. Лубягина Е. Н. Линейная алгебра : учебное пособие для вузов / Е. Н. Лубягина, Е. М. Вечтомов. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 150 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-10594-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/495162> (дата обращения: 23.05.2022).

7. Пахомова Е. Г. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Сборник заданий: учебное пособие для вузов / Е. Г. Пахомова, С. В. Рожкова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 110 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08428-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490366> (дата обращения: 23.05.2022).

8. Перельман Я. И. Занимательная геометрия / Я. И. Перельман. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 264 с. – (Открытая наука). – ISBN 978-5-534-12883-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492353> (дата обращения: 23.05.2022).

9. Попов В. Л. Аналитическая геометрия: учебник и практикум для вузов / В. Л. Попов, Г. В. Сухоцкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 232 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03003-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490156> (дата обращения: 23.05.2022).

10. Потапов А. П. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебник и практикум для вузов / А. П. Потапов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 309 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01232-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489949> (дата обращения: 23.05.2022).

11. Привалов И. И. Аналитическая геометрия: учебник для вузов / И. И. Привалов. – 40-е изд., стер. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 233 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01262-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490111> (дата обращения: 23.05.2022).

12. Резниченко С. В. Аналитическая геометрия в примерах и задачах в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / С. В. Резниченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 302 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02936-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491081> (дата обращения: 23.05.2022).

13. Резниченко С. В. Аналитическая геометрия в примерах и задачах в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / С. В. Резниченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 288 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02938-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/497744> (дата обращения: 23.05.2022).

14. Сабитов И. Х. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебное пособие для вузов / И. Х. Сабитов, А. А. Михалев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 258 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08941-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/493221> (дата обращения: 23.05.2022).

15. Сандракова Е. В. Дифференциальные формы на гладких многообразиях: учебное пособие для вузов / Е. В. Сандракова, Е. В. Сумин. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 138 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-10988-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/495023> (дата обращения: 23.05.2022).

16. Сборник задач по высшей математике в 4 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / А. С. Поспелов [и др.]; под редакцией А. С. Поспелова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 355 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02075-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490873> (дата обращения: 23.05.2022).

17. Стеклов В. А. Основы теории интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие для вузов / В. А. Стеклов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 427 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02124-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/497752> (дата обращения: 23.05.2022).

7.2. Дополнительная литература

1. Александров А.Д., Нецветаев Н.Ю. Геометрия. – М.: Наука, 1990.
2. Атанасян Л.С., Базылев В.Т. Геометрия. Ч. II. – М.: Просвещение, 1987.
3. Атанасян Л.С., Базылев В.Т. и др. Сборник задач по геометрии. – М.: Просвещение, 1980.
4. Атанасян Л.С., Гуревич Г. Б. Геометрия Ч.2. – М.: Просвещение, 1985.
5. Атанасян, С.Л. Геометрия 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / С.Л. Атанасян, В.Г. Покровский ; под ред. С.Л. Атанасяна. – Эл. изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 334 с.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.–Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-9963-2371-5
6. Бакельман И.Я. Высшая геометрия. – М.: Просвещение, 1967.
7. Вернер А. Л., Кантор Б.Е., Франгулов С.А. Геометрия. – Ч.2 СПб.: Спецлит, 1997.
8. Геометрия 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / С.Л. Атанасян, В.Г. Покровский, А.В. Ушаков ; под ред. С.Л. Атанасяна.–М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 547 с.– ISBN 978-5-9963-2876-5/
9. Геометрия 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / С.Л. Атанасян, В.Г. Покровский, А.В. Ушаков ; под ред. С.Л. Атанасяна.–М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 547 с.– ISBN 978-5-9963-2876-5 Высшая геометрия / Н.В. Ефимов, - 7-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 584 с. ISBN 5-9221-0267-2
10. Геометрия: Учебник / А.П. Киселев; Под ред. Н.А. Глаголева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 328 с.: 60х90 1/16. - (Библиотека физико-математической литературы для школьников и учителей). (переплет) ISBN 978-5-9221-0367-1, 1500 экз.
11. Геометрия: учебник: Учебник / Александров А.Д., Нецветаев Н.Ю. – СПб: БХВ-Петербург, 2010. – 612 с. ISBN 978-5-9775-0419-5
12. Гильберт Д. Основания геометрии. – М.: Наука, 1964.
13. Гусева Н.И. Сборник задач по геометрии: в 2 ч. – Ч. II: учебное пособие / Н.И. Гусева. Н.С. Денисова. О.Ю. Тесля. – Москва: КНОРУС, 2021. – 528 с. ISBN 978-5-406-05200-6
14. Ефимов Н.В. Высшая геометрия. – М.: Наука, 1993.
15. Жафяров А.Ж. Геометрия Ч 2. – Новосибирск. Сибирское университетское издательство. – 2003.
16. Клайн М Математика. Поиск истины. – М.: Мир, 1988.
17. Комацу М. Многообразие геометрии.
18. Певзнер С.Л, Проективная геометрия. – М.: Просвещение, 1980.
19. Певзнер С.Л., Цаленко М.М. Задачник-практикум по проективной геометрии. – М.: Просвещение, 1982.
20. Петрова В.Т. Лекции по алгебре и геометрии. – Ч 2.М.: Владос, –1999.
21. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия. – М: Просвещение, 1969.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека <https://www.biblio-online.ru>.
2. Каталог образовательных Internet-ресурсов <http://window.edu.ru>.
3. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com>.
4. Математическое бюро: решение задач по высшей математике <http://www.matburo.ru>.
5. Сайт материалов по математическим пакетам <http://www.exponenta.ru/>.

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная следующим оборудованием: стандартная учебная мебель (28 учебных посадочных мест), стол и стул для преподавателя – по 1 шт., кафедра для лектора – 1 шт., доска настенная трехэлементная – 1 шт., напольный мобильный проекционный экран DA-LITE – 1 шт., мультимедиапроектор BenQ – 1 шт., ноутбук Lenovo – 1 шт., колонки Genius – 1 шт., персональные компьютеры, объединенные в сеть с выходом в Интернет, – 16 шт.

Помещение для самостоятельной работы аудитория №224 с выходом в Интернет оснащена следующим оборудованием: стандартная учебная мебель (15 учебных посадочных мест), стол и стул для преподавателя – по 1 шт., доска настенная – 1 шт., мультимедиапроектор BenQ – 1 шт., колонки Genius – 1 шт., персональные компьютеры, объединенные в сеть с выходом в Интернет – 15 шт.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

PTC Mathcad 15.0 (Лицензия 449732)

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.