

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Проективная геометрия

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)  
Профиль подготовки: Физика и математика  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Сушков С.В. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Sergey.Sushkov@kpfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать основы теории проективных пространств, аксиоматическое определение проективного пространства, модели проективной прямой и проективной плоскости (расширенная прямая и плоскость, модель пучка прямых), определение проективного репера и проективных координат точек, определение проективной прямой на проективной плоскости и ее уравнение в заданном репере, формулировку прямой и обратной теоремы Дезарга, понятия простого отношения трех точек и сложного отношения четырех точек проективной прямой, определение гармонической четверки точек, формулировку теоремы о полном четырехвершиннике, проективные преобразования проективной плоскости, коллинеации, преобразования подобия, гомологии, основы методов изображения, параллельное и центральное проектирование, изображение основных плоских и объемных фигур в плоской проекции (многоугольников, кривых второго порядка, многогранников), формулировку теоремы Польке-Шварца.

Должен уметь:

Уметь строить собственные и несобственные точки и прямых в моделях проективной плоскости в различных реперах (с собственными и несобственными вершинами), строить дезарговы конфигурации, полные четырехвершинники, строить изображения плоских и объемных фигур и их элементов, и сечений многогранников.

Должен владеть:

Владеть навыками доказательства основных фактов проективной геометрии на основе принципа двойственности.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. проводить стандартные исследования геометрических свойств и вычислять различные геометрические характеристики.

делать геометрические построения чертежи используя методы изображений, базирующихся на теории проективной геометрии

2. знания координатного метода и применения его для решения стандартных задач аналитической, проективной геометрии.

владение методами геометрических построений.

3. должен демонстрировать способность и готовность:

объяснить основные элементы теории проективной геометрии. базовые идеи и методы этого раздела математики.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.08.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Физика и математика)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 41 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 26 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 7 семестре.

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

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Понятие проективного пространства. Модели проективного пространства. Проективные координаты.	7	2	0	4	0	0	0	6
2.	Тема 2. Условие принадлежности трех точек прямой. Прямая на проективной плоскости. Параметрические уравнения прямой. Общее уравнение прямой.	7	4	0	6	0	0	0	6
3.	Тема 3. Принцип двойственности. Теорема Дезарга. Двойное отношение четырех точек, его свойства (теоремы). Построение сечений многогранников. Изображение трехмерных фигур на плоскости.	7	4	0	8	0	0	0	12
4.	Тема 4. Проективные отображения и проективные преобразования.	7	4	0	8	0	0	0	7
	Итого		14	0	26	0	0	0	31

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Понятие проективного пространства. Модели проективного пространства. Проективные координаты.**

1. Понятие проективного пространства. Модели проективного пространства. Проективные координаты. Согласование базиса.
2. Перспективное отображение прямой в пучок прямых. Расширенная прямая. Проективные координаты на прямой, однородные координаты на проективной прямой.
3. Перспективное отображение плоскости в связку прямых. Расширенная плоскость. Проективный репер на плоскости. Теорема о проективном репере. Однородные координаты на проективной плоскости.

**Тема 2. Условие принадлежности трех точек прямой. Прямая на проективной плоскости. Параметрические уравнения прямой. Общее уравнение прямой.**

1. Условие принадлежности трех точек прямой. Прямая на проективной плоскости. Параметрические уравнения прямой. Общее уравнение прямой. Особенности уравнения прямой по отношению к расположению относительно проективного репера.
2. Преобразования проективных координат. Простейшие свойства проективной плоскости и проективного пространства.

**Тема 3. Принцип двойственности. Теорема Дезарга. Двойное отношение четырех точек, его свойства (теоремы). Построение сечений многогранников. Изображение трехмерных фигур на плоскости.**

1. Принцип двойственности. Теорема Дезарга.
2. Двойное отношение четырех точек, его свойства (теоремы). Сложное отношение четырех прямых пучка. Гармонические четверки. Полный четырехвершинник.
3. Построение сечений многогранников с помощью теоремы Дезарга. Изображение простейших пространственных фигур.

**Тема 4. Проективные отображения и проективные преобразования.**

1. Проективные отображения и проективные преобразования. Перспективные отображения. Теоремы о проективных отображениях. Проективные преобразования прямой и инвариантные точки. Проективные преобразования плоскости, их классификация. Теоретико-групповой принцип построения геометрии.

2. Центральное и параллельное проектирование, их инварианты. Изображение простейших плоских фигур с помощью параллельного проектирования.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Л.С. Горшкова и др. Проективная геометрия. -

[https://dep\\_geometry.pnzgu.ru/files/dep\\_geometry.pnzgu.ru/gorshkovals\\_panzhenskiyvi\\_marinaev\\_proektivnaya\\_geometriya\\_pgpu\\_2003.pdf](https://dep_geometry.pnzgu.ru/files/dep_geometry.pnzgu.ru/gorshkovals_panzhenskiyvi_marinaev_proektivnaya_geometriya_pgpu_2003.pdf)

Ю.Г. Игнатъев, А.А. Агафонов. Проективная геометрия и методы изображений. -

[https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F2130562125/ПРОЕКТИВ.pdf?p\\_random=643592](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F2130562125/ПРОЕКТИВ.pdf?p_random=643592)

Ю.Г. Игнатъев, А.А. Агафонов. Проективная геометрия и методы изображений. -

<http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/ПРОЕКТИВ.pdf>

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Моденов П.С., Пархоменко А.С. Сборник задач по аналитической геометрии - [http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/yashina/files/tema6\\_project\\_fulltext.pdf](http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/yashina/files/tema6_project_fulltext.pdf)

Проективная геометрия - <http://alexandr4784.narod.ru/geoproekt.html>

Скопенков М. Наглядная геометрия и топология - [http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/yashina/files/tema6\\_project\\_fulltext.pdf](http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/yashina/files/tema6_project_fulltext.pdf)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Определение проективного пространства. Пусть <math>V</math> - вещественное векторное пространство, и <math>VO\{V\}</math> - дополнение нуля - вектора до векторного пространства <math>V</math>. Наряду с векторным пространством <math>V</math> рассмотрим непустое множество <math>PR \neq O</math>, элементы которого, <math>A, B, C, \dots</math> будем называть точками.</p> <p>Непустое множество <math>PR</math> называется проективным пространством над полем вещественных чисел <math>\mathcal{R}</math> (или, просто - проективным пространством), если задано отображение <math>\Phi: VO\{V\} \rightarrow PR</math>, удовлетворяющее двум условиям (аксиомам проективного пространства)</p> <p>A1. Отображение <math>\Phi</math> - сюръективно {Т.е. любой элемент из <math>PR</math> имеет хотя бы один прообраз.};  A2. Образы коллинеарных векторов, и только их, в отображении равны:  <math>\Phi(\vec{x}) = \Phi(\vec{y}) \iff \vec{y} = \lambda \vec{x}, \lambda \in \mathcal{R} \setminus \{0\}</math>.</p> <p>Подчеркнем, что отображение <math>\Phi</math> не является взаимно однозначным: множество <math>\{ \vec{x} \}</math> коллинеарных между собой векторов <math>\{ A \}</math> таких векторов бесконечно много.} векторного пространства <math>V</math> отображается в одну и ту же точку:  <math>\Phi(\vec{x}) = X \iff \Phi(\lambda \vec{x}) = X</math>  Таким образом, каждой точке в проективном пространстве <math>PR</math> соответствует множество всех коллинеарных между собой векторов в векторном пространстве <math>V</math>. Если <math>\Phi(\vec{x}) = X</math>, будем говорить, что <math>\vec{x}</math> порождает точку <math>X</math>. Таким образом, все коллинеарные между собой векторы порождают одну и ту же точку.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Рассмотрим пример построения точки по ее проективным координатам относительно заданного репера на прямой. Пусть на прямой <math>d</math> задан репер <math>Re\{A_0, A_1, E\}</math> и заданы координаты точки <math>M</math> относительно этого репера <math>M(x^0, x^1)</math>. Требуется построить точку <math>M</math>. Построение проводится по следующей схеме:</p> <p>0. Построим произвольную прямую <math>d</math> и на ней отложим произвольные различные точки <math>A_0, A_1, E</math>. Тем самым мы осуществим нулевой пункт задачи - зададим прямую и проективный репер.</p> <p>а). Построим произвольную точку <math>O</math> вне прямой <math>d</math>.</p> <p>б). На прямой <math>(OE)</math> отложим произвольную точку <math>E'</math> и построим вектор <math>\vec{e} = \vec{O}\{M\}</math>.</p> <p>в). На прямых <math>(OA_0)</math> и <math>(OA_1)</math> отложим векторы <math>\vec{a}\{0\}</math> и <math>\vec{a}\{1\}</math> так, чтобы: <math>\vec{e} = \vec{a}\{0\} + \vec{a}\{1\}</math>.</p> <p>г). Построим вектор <math>\vec{m}</math> по его заданным координатам <math>(x^0, x^1)</math> в векторном базисе <math>\{\vec{a}\{0\}, \vec{a}\{1\}\}</math>.</p> <p>д). Построим точку <math>M' \vec{O}\{M\} = \vec{m}</math> и проведем прямую <math>(OM')</math>. Пересечение этой прямой с прямой <math>d</math> и будет давать искомую точку <math>M</math>: <math>M = (OM) \cap d</math>.</p>
самостоятельная работа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На расширенной прямой постройте единичную точку <math>E</math>, если даны точки <math>A_1, A_2</math> и точка <math>M(1;-2)</math>.</li> <li>2. На расширенной плоскости в заданном репере <math>R\{A_1, A_2, A_3, E\}</math> постройте точки <math>M(1;-2;3)</math> и <math>N(2;0;-1)</math>.</li> <li>3. Даны прямые <math>l_1(-1;2;3), l_2(3;1;1), m_1(0;1;2), m_2(1;2;3)</math>. Найдите уравнение прямой <math>PQ</math>, где <math>P</math> – пересечение прямых <math>l_1, l_2</math>, <math>Q</math> – пересечение прямых <math>m_1, m_2</math>.</li> <li>4. С помощью одной линейки через данную точку провести прямую, параллельную двум заданным прямым.</li> <li>5. Найдите сложное отношение четырех точек <math>(AB, CD)</math>, предварительно убедившись в их коллинеарности. <math>A(1;2;4), B(5;0;4), C(3;1;4), D(2;-1;0)</math>.</li> <li>6. Задачи на построение точки (прямой), гармонической по отношению к трем заданным точкам (прямым).</li> <li>7. Найдите формулы коллинеации, заданные двумя четверками точек: <math>A(0;0;1), A'(0;0;1), B(2;0;1), B'(2;0;1), C(1;1;1), C'(1;1;0), D(1;-1;1), D'(1;-1;0)</math>.</li> <li>8. Найдите сложное отношение четырех точек <math>(AB, CD)</math>, предварительно убедившись в их коллинеарности. <math>A(1;2;4), B(5;0;4), C(3;1;4), D(2;-1;0)</math>.</li> <li>9. Построить изображение правильного пятиугольника.</li> <li>10. Построение точки встречи прямой с плоскостью.</li> <li>11. Построить сечение многогранника методом следа.</li> <li>12. Построить сечение многогранника методом соответствующих точек.</li> <li>13. Решение позиционных задач (изображение перпендикуляра).</li> </ol>
зачет с оценкой	<p>У каждого студента на руках должен быть полный список вопросов. Их можно тщательно изучить и разбить на несколько групп по уровню ваших знаний. Необходимо иметь конспекты всех лекций и практических занятий. На зачете будут предложены задачи аналогичные разбираемым на практических занятиях.</p> <p>Не стоит избегать посещения консультации - на ней можно уточнить у преподавателя все, что осталось непонятным.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:



Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки "Физика и математика".



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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

Профиль подготовки: Физика и математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Проективная геометрия и методы изображений [Текст: электронный ресурс] : III семестр : [учебное пособие] : курс лекций для студентов математического факультета : (специальности: математика и информатика, математика - Электронные данные (1 файл: 2,73 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .- Загл. с экрана .- Для семестров с 1-го по 9-й . - Режим доступа: открытый - [https://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_120\\_A5kl-509.pdf](https://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_A5kl-509.pdf)
2. Прасолов, В.В. Наглядная топология [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Прасолов. - Электрон. дан. - Москва: МЦНМО, 2014. - 112 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56410>
3. Кузовлев, В.П. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Кузовлев, Н.Г. Подаева. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2012. - 208 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59618>

#### Дополнительная литература:

1. Ефимов, Н.В. Линейная алгебра и многомерная геометрия [Электронный ресурс]: учебник / Н.В. Ефимов, Э.Р. Розендорн. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2005. - 464 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2144>
2. Александров, П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.С. Александров. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 368 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/530>
3. Понарин, Я.П. Аффинная и проективная геометрия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я.П. Понарин. ? Электрон. дан. - Москва: МЦНМО, 2009. - 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9388>
4. Аналитическая геометрия и линейная алгебра с применением СКМ Maple: для естественно-научных направлений: [учебное пособие для студентов естественнонаучных факультетов с инструкциями для преподавателей] / Ю. Г. Игнатъев, А. Р. Самигуллина; Казан. федер. ун-т, Ин-т математики им. Н. И. Лобачевского. - Казань: [Казанский университет: Издательство АН РТ], 2016. - 121 с. : ил. (Избранные материалы Международного научного семинара 'Нелинейные модели в механике, статистике, теории поля и космологии' Казань, 5-7 ноября 2016 г.)

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

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

Профиль подготовки: Физика и математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.