МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Геометрия Лобачевского Б1.В.ДВ.02.01

Направление подготовки: 01.04.01 - Математика
Профиль подготовки: Анализ на многообразиях
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018
**Автор(ы):** Сосов Е.Н.
**Рецензент(ы):** Попов А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**
Заведующий(ая) кафедрой: Попов А. А.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

**Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

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

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

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Сосов Е.Н. (Кафедра геометрии, отделение математики), Evgenii.Sosov@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-1 | Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики |
| ПК-2 | Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках |
| ПК-5 | Способен находить и извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов и т.п. |
| ПК-6 | Способен составлять научные обзоры, рефераты и отчеты по тематике проводимых исследований, а также подготовить научную публикацию |
| ПК-7 | Обладать навыками преподавания математики и информатики в средней школе, специальных учебных заведениях, высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования |

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

1) Знать: основные понятия, и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений.

2) Понимать: роль геометрии Лобачевского в современной математике и физике.

3) Уметь: решать задачи в геометрии Лобачевского.

4) Владеть: математическим аппаратом в геометрии Лобачевского.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.01 "Математика (Анализ на многообразиях)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 1 курсе в 1 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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 | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Пространство Лобачевского. | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 |
| 2. | Тема 2. Движения пространства Лобачевского. Элементарная геометрия в плоскости Лобачевского. | 1 | 1 | 2 | 0 | 8 |
| 3. | Тема 3. Теоремы синусов и косинусов. | 1 | 1 | 2 | 0 | 8 |
| 4. | Тема 4. Модели Пуанкаре пространства Лобачевского. | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 |
| 5. | Тема 5. Римановы метрики в пространстве Лобачевского. | 1 | 2 | 4 | 0 | 10 |
| 6. | Тема 6. Длина дуги. Элемент площади. Гиперплоскость в пространстве Лобачевского. | 1 | 1 | 2 | 0 | 8 |
| 7. | Тема 7. Сфера, орисфера и эквидистантная поверхность. | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 |
| 8. | Тема 8. Пространство Минковского. Геометрия пространства скоростей релятивистских частиц. | 1 | 2 | 4 | 0 | 10 |
| 9. | Тема 9. Законы сохранения энергии и импульса в релятивистской механике и геометрия Лобачевского. Эффект Доплера. | 1 | 2 | 4 | 0 | 10 |
| | Итого | | 12 | 24 | 0 | 72 |

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Пространство Лобачевского.**

Определения отрезка, прямой, луча пространства Лобачевского.

Метрика пространства Лобачевского и ее свойства.

Определение модели Бельтрами-Клейна пространства Лобачевского.

Метрика модели Бельтрами-Клейна пространства Лобачевского, ее свойства и различные представления. Изменение радиуса шара модели Бельтрами-Клейна.

**Тема 2. Движения пространства Лобачевского. Элементарная геометрия в плоскости Лобачевского.**

Движения пространства Лобачевского и их свойства. Параллельный перенос вдоль направленного отрезка в модели Бельтрами-Клейна.

Элементарная геометрия в модели Бельтрами-Клейна плоскости Лобачевского. Параллельные и расходящиеся прямые. Величина угла. Угол параллельности. Вывод формулы Лобачевского для угла параллельности.

**Тема 3. Теоремы синусов и косинусов.**

Дефект и избыток треугольника, многоугольника. Аналог теоремы Пифагора и теорема о биссектрисе треугольника. Теоремы синусов, косинусов и двойственная теорема косинусов. Длины средней линии и медианы, точка пересечения медиан в треугольнике. Четырехугольник Ламберта. Деление отрезка в данном отношении.

**Тема 4. Модели Пуанкаре пространства Лобачевского.**

Модель Пуанкаре пространства Лобачевского на сфере псевдоевклидова пространства индекса 1 и метрика в этой модели.

Модель Пуанкаре пространства Лобачевского в открытом шаре евклидова пространства. Модель Пуанкаре пространства Лобачевского в открытом полупространстве евклидова пространства. Связи между метриками в различных моделях.

**Тема 5. Римановы метрики в пространстве Лобачевского.**

Римановы метрики пространства Лобачевского моделей Бельтрами-Клейна в шаре и Пуанкаре на сфере псевдоевклидова пространства индекса 1.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Римановы метрики модели Пуанкаре в открытом шаре евклидова пространства и в открытом полупространстве евклидова пространства.

Связи между римановыми метриками в различных моделях.

**Тема 6. Длина дуги. Элемент площади. Гиперплоскость в пространстве Лобачевского.**

Координаты Лобачевского, Бельтрами, Вейерштрасса и полярные координаты в плоскости Лобачевского.

Длины дуги и окружности. Элемент площади в координатах Бельтрами и полярных координатах. Площади круга и треугольника. Гиперплоскость в пространстве Лобачевского. Расстояние от точки до гиперплоскости в пространстве Лобачевского.

**Тема 7. Сфера, орисфера и эквидистантная поверхность.**

Ортогональная проекция точки на гиперплоскость. Величина угла между ориентированными гиперплоскостями. Критерий ортогональности гиперплоскостей.

Сфера, орисфера и эквидистантная поверхность. Евклидова геометрия на орисфере и геометрия Лобачевского на эквидистантной поверхности.

Эллиптический, гиперболический и параболический пучки прямых.

**Тема 8. Пространство Минковского. Геометрия пространства скоростей релятивистских частиц.**

Псевдоскалярное произведение векторов и пространство Минковского. Световой конус и интервал. Преобразования Лоренца. Закон преобразования координат скорости частицы при замене системы координат.

Геометрия пространства скоростей частиц в специальной теории относительности является геометрией Лобачевского.

**Тема 9. Законы сохранения энергии и импульса в релятивистской механике и геометрия Лобачевского. Эффект Доплера.**

Аберрация света звезд и угол параллельности. 4-векторы скорости. импульса и ускорения релятивистской частицы. Действие и лагранжиан. Энергия частицы и энергия покоя частицы. Законы сохранения энергии и импульса в релятивистской механике и геометрия Лобачевского.

Эффект Доплера и его применение для вычисления скорстей объектов.

## 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Титов К. В. Компьютерная математика: Учебное пособие/К.В.Титов - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 261 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-369-01470-7 - http://znanium.com/bookread2.php?book=523231

Математические основы современной теории гравитации: Монография / О.В. Бабурова, Б.Н. Фролов. - М.: МПГУ, 2012. - 128 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-7042-2362-7, 500 экз. - http://znanium.com/bookread2.php?book=435876

Сосов Е.Н. Геометрия Лобачевского и ее применение в специальной теории относительности: Учебно-методическое пособие. - Казань: Казан. ун-т, 2016. - 84 с. - http://kpfu.ru//staff_files/F1069273397/SosovGeomLob.pdf

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

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|---|---|---|---|
| **Семестр 1** | | | |
| | ***Текущий контроль*** | | |
| 1 | Контрольная работа | ПК-1 , ПК-2 , ПК-5 , ПК-6 , ПК-7 | 2. Движения пространства Лобачевского. Элементарная геометрия в плоскости Лобачевского.<br>3. Теоремы синусов и косинусов.<br>6. Длина дуги. Элемент площади. Гиперплоскость в пространстве Лобачевского. |
| 2 | Письменное домашнее задание | ПК-1 , ПК-2 , ПК-5 , ПК-6 , ПК-7 | 1. Пространство Лобачевского.<br>2. Движения пространства Лобачевского. Элементарная геометрия в плоскости Лобачевского.<br>3. Теоремы синусов и косинусов.<br>4. Модели Пуанкаре пространства Лобачевского.<br>5. Римановы метрики в пространстве Лобачевского.<br>6. Длина дуги. Элемент площади. Гиперплоскость в пространстве Лобачевского.<br>7. Сфера, орисфера и эквидистантная поверхность. |
| 3 | Устный опрос | ПК-1 , ПК-2 , ПК-5 , ПК-6 , ПК-7 | 8. Пространство Минковского. Геометрия пространства скоростей релятивистских частиц.<br>9. Законы сохранения энергии и импульса в релятивистской механике и геометрия Лобачевского. Эффект Доплера. |
| | ***Зачет*** | ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7 | |

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| **Семестр 1** | | | | | |
| **Текущий контроль** | | | | | |
| Контрольная работа | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 1 |

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| Письменное домашнее задание | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 2 |
| Устный опрос | В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | 3 |
| | **Зачтено** | | **Не зачтено** | | |
| **Зачет** | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины. | | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. | | |

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Темы 2, 3, 6

1. Построение в планиметрии Лобачевского середины отрезка.
2. Построение в планиметрии Лобачевского биссектрисы угла.
3. Вычисление расстояния от точки до гиперплоскости.
4. Построение ортогональной проекция точки на гиперплоскость.
5. Вычисление величины угла между ориентированными гиперплоскостями.
6. Нахождение образа точки при параллельном переносе.
7. Нахождение образа точки при повороте.
8. Нахождение образа точки при симметрии относительно прямой.
9. Нахождение образа точки при симметрии относительно плоскости.
10. Нахождение длины средней линии в треугольнике.

**2. Письменное домашнее задание**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

1. Построение в модели Пуанкаре середины отрезка.
2. Построение в модели Бельтрами--Клейна биссектрисы угла.

3. Вычисление расстояния от точки до прямой.
4. Построение ортогональной проекция точки на прямую.
5. Вычисление величины угла между ориентированными прямыми.
6. Нахождение образа точки композиции параллельного переноса и симметрии.
7. Нахождение образа точки при повороте вокруг точки.
8. Нахождение эквидистантной поверхности прямой.
9. Нахождение расстояния от точки до плоскости.
10. Нахождение расстояния от точки до прямой.

**3. Устный опрос**

Темы 8, 9
1. Определить псевдоскалярное произведение векторов.
2. Определить пространство Минковского.
3. Определить световой конус
4. Определить интервал.
5. Написать преобразования Лоренца.
6. Написать закон преобразования координат скорости частицы при замене системы координат.
7. Написать риманову метрику пространства скоростей частиц в специальной теории относительности.
8.Определить 4-вектор скорости.
9. Определить импульс и ускорение релятивистской частицы.
10. Определить энергию частицы и энергия покоя частицы.

**Зачет**

Вопросы к зачету:
Билет для зачета.

1. Длины дуги и окружности. Элемент площади в координатах Бельтрами. Площадь круга и треугольника.

2. Орисфера и ее свойства.

3. Преобразования Лоренца.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ
1.
Определение пространства Лобачевского.
2.
Метрика пространства Лобачевского в модели
Бельтрами-Клейна.
3.
Движения пространства Лобачевского.
4.
Параллельные и расходящиеся прямые. Величина угла. Угол параллельности.
5.
Дефект и избыток треугольника. Теорема Пифагора.
6.Формула Лобачевского.
7.
Теоремы синусов и косинусов.
8.
Двойственная теорема косинусов.
9.
Длины средней линии и медианы в треугольнике.
10.
Точка пересечения медиан в треугольнике.
11.
Модель Пуанкаре пространства Лобачевского на сфере псевдоевклидова пространства индекса 1.
12.
Модель Пуанкаре пространства Лобачевского в открытом шаре евклидова пространства.
13.
Модель Пуанкаре пространства Лобачевского в открытом полупространстве евклидова пространства.
14.
Риманова метрика пространства Лобачевского в модели
Бельтрами-Клейна.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

15.
Риманова метрика пространства Лобачевского в модели Пуанкаре на сфере псевдоевклидова пространства индекса 1.
16.
Риманова метрика пространства Лобачевского в модели Пуанкаре в открытом шаре евклидова пространства.
17.
Риманова метрика пространства Лобачевского в модели Пуанкаре в открытом полупространстве евклидова пространства.
18.
Координаты Лобачевского, Бельтрами, Вейерштрасса и полярные координаты в плоскости Лобачевского.
19.
Длины дуги и окружности в плоскости Лобачевского.
20.
Элемент площади в координатах Бельтрами. Площадь круга и треугольника.
21.
Критерий ортогональности гиперплоскостей.
22.
Гиперплоскость в пространстве Лобачевского. Расстояние от точки до гиперплоскости.
23.
Ортогональная проекция точки на гиперплоскость.
24.
Величина угла между ориентированными гиперплокостями.
25.
Сфера и орисфера.
26.
Эквидистантная поверхность.
27.
Эллиптический, гиперболический и параболический пучки прямых.
28.
Пространство Минковского.
29.
Преобразования Лоренца.
30.
Геометрия пространства скоростей частиц в специальной теории относительности является геометрией Лобачевского.
31.
Аберрация света звезд и угол параллельности.
32.
4-векторы импульса и ускорения релятивистской частицы.
33.
Законы сохранения энергии и импульса в релятивистской механике и геометрия Лобачевского.
34.
Эффект Доплера.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|---|---|---|---|
| **Семестр 1** | | | |
| **Текущий контроль** | | | |
| Контрольная работа | Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. | 1 | 20 |
| Письменное домашнее задание | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. | 2 | 20 |
| Устный опрос | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы. | 3 | 10 |
| **Зачет** | Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. | | 50 |

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1.Сосов, Евгений Николаевич. Геометрия Лобачевского и ее применение в специальной теории относительности: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс]: [учебное пособие] / Е. Н. Сосов. - Казань: Казанский федеральный университет, 2016. - 84 с. Режим доступа:

http://kpfu.ru//staff_files/F1069273397/SosovGeomLob.pdf

2.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

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Геометрия: Учебник / А.П. Киселев; Под ред. Н.А. Глаголева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 328 с. ISBN 978-5-9221-0367-1 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/439017

2. Бабурова О. В. Математические основы современной теории гравитации: Монография / О.В. Бабурова, Б.Н. Фролов. - М.: МПГУ, 2012. - 128 с.- Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=435876

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

Александров, А. Д. Геометрия: учебник / А. Д. Александров, Н. Ю. Нецветаев. ? 2-е изд., исправленное. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2010. ? 612 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0419-5. - http://znanium.com/bookread2.php?book=350711

Блочно-матричный метод математического моделирования поверхностей: Учебное пособие / Нартя В.И. - М.:МПГУ, 2016. - 236 с.: ISBN 978-5-9729-0119-7 - http://znanium.com/bookread2.php?book=759903

Математические основы современной теории гравитации: Монография / О.В. Бабурова, Б.Н. Фролов. - М.: МПГУ, 2012. - 128 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-7042-2362-7, 500 экз. - http://znanium.com/bookread2.php?book=435876

Сосов Е. Н. Геометрия Лобачевского и ее применение в специальной теории относительности: учеб.-метод. пособие / Е.Н. Сосов - Казань: Казан. ун-т, 2016. - 84 с. - http://kpfu.ru//staff_files/F1069273397/SosovGeomLob.pdf

Титов К. В. Компьютерная математика: Учебное пособие/К.В.Титов - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 261 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-369-01470-7 - http://znanium.com/bookread2.php?book=523231

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

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| лекции | В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. |
| практические занятия | В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений и оптимальных способов решения различных типов задач. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. |
| самостоя-тельная работа | Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ. |
| контрольная работа | В ходе подготовки к контрольной работе необходимо повторить решение всех типов задач, разобранных на практике и решенных дома. Задать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений и оптимальных способов решения различных типов задач. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. |
| письменное домашнее задание | При работе с программой Maxima необходимо открыть в отдельном окне справку программы. С помощью строки поиска находить все необходимые операторы, формулы и копировать их в рабочее окно. В самом справочном окне можно запускать тестовые примеры. Это значительно упрощает и ускоряет выполнение всех заданий. |
| устный опрос | В ходе подготовки к устному опросу необходимо внимательно прочитать лекции, основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. Выучить все определия основных понятий, формулы и формулировки теорем, лемм, свойств. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. |
| зачет | Освоить теоретический материал по всем темам. Для этого выучить все определения основных понятий и все основные формулы, формулировки теорем, затем понять идеи доказательств теорем и выучить эти доказательства.<br>Повторить идеи и методы решения всех стандартных задач по всем темам.<br>Выбрать сложные задачи и решить их. |

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

Освоение дисциплины "Геометрия Лобачевского" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

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.

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

Освоение дисциплины "Геометрия Лобачевского" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

## 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 01.04.01 "Математика" и магистерской программе "Анализ на многообразиях".