

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Факультет математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

ДО КФУ)

» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Дифференциальная геометрия и топология Б1.Б.14

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Костин А.В., Костина Н.Н.

**Рецензент(ы):**

Анисимова Т.И.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Анисимова Т. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 1016720119

Казань  
2019

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Костин А.В. Кафедра математики и прикладной информатики Факультет математики и естественных наук , AVKostin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Костина Н.Н. Кафедра математики и прикладной информатики Факультет математики и естественных наук , NaNKostina@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются :

формирование систематических знаний в области топологии и дифференциальной геометрии;

овладение основными топологическими методами и методами локальной дифференциальной геометрии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.14 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Для освоения дисциплины 'Дифференциальная геометрия и топология' требуется знание аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления. Освоение дисциплины как предшествующее необходимо для изучения специальных курсов.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия геометрии, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений, в том числе в компьютерном моделировании геометрических объектов и явлений

2. должен уметь:

решать задачи вычислительного и теоретического характера в области геометрии трехмерного евклидова (аффинного) пространства и проективной плоскости, доказывать утверждения

3. должен владеть:

математическим аппаратом геометрии, дифференциально-топологическими методами исследования геометрических объектов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Свойства топологических пространств. Отображения топологических пространств.	3		10	10	0	
2.	Тема 2. Многообразия. Топологические свойства поверхностей.	3		6	6	0	
3.	Тема 3. Дифференциальная геометрия кривых	3		6	6	0	
4.	Тема 4. Дифференциальная геометрия поверхностей	3		14	14	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	36	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Свойства топологических пространств. Отображения топологических пространств.

###### **лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Аксиомы топологического пространства. Примеры топологий. Метрическое пространство. Топологическое отображение (гомеоморфизм). Связность. Аксиомы отделимости. Определение компактности, свойства компактных пространств.

###### **практическое занятие (10 часа(ов)):**

Аксиомы топологического пространства. Примеры топологий. Метрическое пространство. Топологическое отображение (гомеоморфизм). Связность. Аксиомы отделимости. Определение компактности, свойства компактных пространств.

##### Тема 2. Многообразия. Топологические свойства поверхностей.

###### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Многообразие. Эйлерова характеристика. связная сумма многообразий. Ориентируемость. Накрытия. Понятие о классификации двумерных многообразий.

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Многообразие. Эйлерова характеристика. связная сумма многообразий. Ориентируемость. Накрытия. Понятие о классификации двумерных многообразий.

##### Тема 3. Дифференциальная геометрия кривых

### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Определение кривой, примеры. Параметризация на простой дуге, параметрическое уравнение кривой. Способы задания кривых на плоскости и в пространстве. Касательная прямая кривой. Уравнение касательной параметризованной кривой. Составление уравнений плоских и пространственных кривых. Неявное задание плоской кривой. Классификация особых точки кривой, заданной неявно. Поверхность и ее касательная плоскость (предварительные сведения). Неявное задание пространственной кривой. Касательная прямая пространственной кривой, заданной неявно. Определение длины дуги кривой, формулы для вычисления (при различных способах задания кривой). Соприкасающаяся плоскость кривой, ее геометрический смысл. Трёхгранник Серре-Френе. Формулы Френе. Геометрический смысл кривизны и кручения кривой. Формулы для вычисления кривизны и кручения. Огибающая однопараметрического семейства плоских кривых. Дискриминантная кривая. Эволюта плоской кривой (определение, параметрические уравнения, геометрический смысл). Эвольвента плоской кривой. Взаимное расположение кривой и трёхгранника Френе в её заданной точке. Смысл знака кручения. Натуральные уравнения кривой. Задача о восстановлении параметрических уравнений кривой по её натуральным уравнениям.

### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Определение кривой, примеры. Параметризация на простой дуге, параметрическое уравнение кривой. Способы задания кривых на плоскости и в пространстве. Касательная прямая кривой. Уравнение касательной параметризованной кривой. Составление уравнений плоских и пространственных кривых. Неявное задание плоской кривой. Классификация особых точки кривой, заданной неявно. Поверхность и ее касательная плоскость (предварительные сведения). Неявное задание пространственной кривой. Касательная прямая пространственной кривой, заданной неявно. Определение длины дуги кривой, формулы для вычисления (при различных способах задания кривой). Соприкасающаяся плоскость кривой, ее геометрический смысл. Трёхгранник Серре-Френе. Формулы Френе. Геометрический смысл кривизны и кручения кривой. Формулы для вычисления кривизны и кручения. Огибающая однопараметрического семейства плоских кривых. Дискриминантная кривая. Эволюта плоской кривой (определение, параметрические уравнения, геометрический смысл). Эвольвента плоской кривой. Взаимное расположение кривой и трёхгранника Френе в её заданной точке. Смысл знака кручения. Натуральные уравнения кривой. Задача о восстановлении параметрических уравнений кривой по её натуральным уравнениям.

## **Тема 4. Дифференциальная геометрия поверхностей**

### **лекционное занятие (14 часа(ов)):**

Определение поверхности. Примеры поверхностей. Криволинейные координаты и параметрическое уравнение поверхности. Касательная прямая и касательная плоскость параметризованной поверхности. Нормаль поверхности. Составление уравнений поверхностей. Проекции поверхностей на координатные плоскости. Параметрические уравнения поверхностей вращения, цилиндрических, конических, развёртывающихся, винтовых поверхностей. Линейный элемент поверхности. Длина дуги кривой на поверхности. Первая квадратичная форма, её свойства. Билинейная форма, соответствующая первой квадратичной форме. Угол между двумя линиями на поверхности. Площадь области на поверхности. Нормальная кривизна кривой, принадлежащей поверхности. Вторая квадратичная форма поверхности, её коэффициенты. Зависимость кривизны кривой на поверхности от нормальной кривизны и угла между ее соприкасающейся плоскостью и нормалью к поверхности. Плоские сечения, нормальное сечение. Теорема Менье. Индикатриса Дюпена, её уравнение. Главные кривизны на поверхности в данной точке. Формула Эйлера. Характеристическое уравнение поверхности. Полная и средняя кривизны. Понятие минимальной поверхности. Классификация точек поверхности. Вид поверхности вблизи данной точки. Омбилические точки. Сферическое отображение области поверхности. Теорема Гаусса (геометрический смысл гауссовой кривизны). Асимптотические направления и асимптотические линии (определение, свойства, уравнение). Сопряженные направления, сопряженная сеть. Главные направления на поверхности. Линии кривизны (определение, свойства, уравнение). Изгибание и наложимость. Критерий наложимости. Предмет внутренней геометрии поверхности.

### **практическое занятие (14 часа(ов)):**



Определение поверхности. Примеры поверхностей. Криволинейные координаты и параметрическое уравнение поверхности. Касательная прямая и касательная плоскость параметризованной поверхности. Нормаль поверхности. Составление уравнений поверхностей. Проекция поверхностей на координатные плоскости. Параметрические уравнения поверхностей вращения, цилиндрических, конических, развёртывающихся, винтовых поверхностей. Линейный элемент поверхности. Длина дуги кривой на поверхности. Первая квадратичная форма, её свойства. Билинейная форма, соответствующая первой квадратичной форме. Угол между двумя линиями на поверхности. Площадь области на поверхности. Нормальная кривизна кривой, принадлежащей поверхности. Вторая квадратичная форма поверхности, её коэффициенты. Зависимость кривизны кривой на поверхности от нормальной кривизны и угла между её соприкасающейся плоскостью и нормалью к поверхности. Плоские сечения, нормальное сечение. Теорема Менье. Индикатриса Дюпена, её уравнение. Главные кривизны на поверхности в данной точке. Формула Эйлера. Характеристическое уравнение поверхности. Полная и средняя кривизны. Понятие минимальной поверхности. Классификация точек поверхности. Вид поверхности вблизи данной точки. Омбилические точки. Сферическое отображение области поверхности. Теорема Гаусса (геометрический смысл гауссовой кривизны). Асимптотические направления и асимптотические линии (определение, свойства, уравнение). Сопряженные направления, сопряженная сеть. Главные направления на поверхности. Линии кривизны (определение, свойства, уравнение). Изгибание и наложимость. Критерий наложимости. Предмет внутренней геометрии поверхности.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Свойства топологических пространств. Отображения топологических пространств.	3		Изучение материалов лекций и дополнительной литературы	14	Устный опрос
2.	Тема 2. Многообразия. Топологические свойства поверхностей.	3		Изучение материалов лекций, основной и дополнительной литературы	16	Реферат
3.	Тема 3. Дифференциальная геометрия кривых	3		Изучение материалов лекций, основной и дополнительной литературы	22	Устный опрос
4.	Тема 4. Дифференциальная геометрия поверхностей	3		Изучение материалов лекций, основной и дополнительной литературы	20	Реферат
	Итого				72	

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Свойства топологических пространств. Отображения топологических пространств.**

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Открытые и замкнутые множества. 2. Внутренние, внешние, граничные точки. Замыкание. 3. Топологическое пространство. Метрическое пространство. 4. Подпространства. 5. Непрерывные отображения. Гомеоморфизм. 6. Отделимость, компактность, связность. 7. Бесконечно малые векторы. Предел переменного вектора. 8. Векторная функция скалярного аргумента. Непрерывность векторной функции. 9. Производная векторной функции. 10. Три леммы о вектор-функциях. Векторные круговые функции.

### **Тема 2. Многообразия. Топологические свойства поверхностей.**

Реферат, примерные вопросы:

1. Дифференцируемые многообразия. 2. Вторая аксиома счётности. 3. Касательные векторы и дифференциалы. 4. Подмногообразия. 5. Диффеоморфизмы и теорема об обратной функции. 6. Теорема о неявной функции. 7. Векторные поля. 8. Распределения и теорема Фробениуса. 9. Двумерные многообразия. Связная сумма. 10. Накрытия. Эйлерова характеристика.

### **Тема 3. Дифференциальная геометрия кривых**

Устный опрос, примерные вопросы:

1. Понятие кривой. Параметрическое уравнение кривой. Касательная прямая кривой. 2. Неявное задание плоской кривой. Особые точки кривой, заданной неявно. 3. Поверхность и её касательная плоскость. Неявное задание пространственной кривой. 4. Длина дуги. 5. Длина дуги как параметр. Соприкасающаяся плоскость кривой. 6. Сопровождающий трёхгранник кривой (трёхгранник Френе). Формулы Френе. 7. Лемма о единичном векторе. Кривизна и кручение кривой. 8. Формулы для вычисления кривизны и кручения. 9. Огибающая однопараметрического семейства кривых. Эволюта и эвольвента плоской кривой. 10. Взаимное расположение кривой и плоскости. Вид кривой вблизи данной точки. 11. Натуральные уравнения кривой.

### **Тема 4. Дифференциальная геометрия поверхностей**

Реферат, примерные вопросы:

1. Классификация точек поверхности. 2. Сферическое отображение. 3. Теорема Гаусса. 4. Асимптотические направления и асимптотические линии. 5. Сопряжённые направления, сопряжённая сеть. 6. Главные направления на поверхности. Линии кривизны. 7. Изгибание и наложимость. Критерий наложимости. 8. Предмет внутренней геометрии поверхности. 9. Дериационные формулы Гаусса. Теорема Гаусса (egregium). 10. Геодезическая кривизна. Геодезические линии.

### **Итоговая форма контроля**



## экзамен (в 3 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

1. Топологическое пространство. Метрическое пространство. Непрерывные отображения. Гомеоморфизм.
2. Отделимость, компактность, связность.
3. Бесконечно малые векторы. Предел переменного вектора.
4. Векторная функция скалярного аргумента. Непрерывность векторной функции. Производная векторной функции.
5. Формула Тейлора для вектор-функции. Интеграл от вектор-функции.
6. Три леммы о вектор-функциях. Векторные круговые функции.
7. Понятие кривой. Параметрическое уравнение кривой. Касательная прямая кривой.
8. Неявное задание плоской кривой. Особые точки кривой, заданной неявно.
9. Поверхность и её касательная плоскость. Неявное задание пространственной кривой.
10. Длина дуги.
11. Длина дуги как параметр. Соприкасающаяся плоскость кривой.
12. Сопровождающий трёхгранник кривой (трёхгранник Френе). Формулы Френе.
13. Лемма о единичном векторе. Кривизна и кручение кривой.
14. Формулы для вычисления кривизны и кручения.
15. Огибающая однопараметрического семейства кривых. Эволюта и эвольвента плоской кривой.
16. Взаимное расположение кривой и плоскости. Вид кривой вблизи данной точки.
17. Натуральные уравнения кривой.
18. Понятие поверхности. Криволинейные координаты и параметрическое уравнение поверхности.
19. Касательная прямая и касательная плоскость параметризованной поверхности. Нормаль поверхности.
20. Длина дуги кривой на поверхности. Первая квадратичная форма.
21. Угол между двумя линиями на поверхности.
22. Площадь области на поверхности.
23. Нормальная кривизна. Вторая квадратичная форма поверхности.
24. Кривизна кривой и её соприкасающаяся плоскость. Нормальное сечение.
25. Теорема Менье.
26. Индикатриса Дюпена.
27. Формула Эйлера.
28. Характеристическое уравнение поверхности. Полная и средняя кривизны.
29. Классификация точек поверхности.
30. Сферическое отображение. Теорема Гаусса.
31. Асимптотические направления и асимптотические линии. Сопряжённые на? правления, сопряжённая сеть.
32. Главные направления на поверхности. Линии кривизны.
33. Изгибание и наложимость. Критерий наложимости. Предмет внутренней геометрии поверхности.
34. Деривационные формулы Гаусса. Теорема Гаусса (egregium).
35. Геодезическая кривизна. Геодезические линии.

### 7.1. Основная литература:

1. Александров, А. Д. Геометрия: учебник / А. Д. Александров, Н. Ю. Нецветаев - 2-е изд., исправленное. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 612 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=350711>
2. Кузовлев В.П. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Кузовлев, Н.Г. Подаева. - М.: Физматлит, 2012. - 207 с. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/59618/#1>
3. Сборник задач по геометрии : учебное пособие / Под ред.В.Т.Базылева. - 2-е изд.,стер. - СПб.: Лань, 2008. - 256с. - (101 экз.).

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Атанасян Л.С. Геометрия / Л.С. Атанасян, В.Т. Базылев. В 2-х ч. Ч.2 :Учеб. пособие . - 2-е изд-е,стер. - М.: КНОРУС, 2011. - 424 с. (10 экз.).
2. Беклемишева, Л.А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Беклемишева Л.А., Петрович А.Ю., Чубаров И.А. Под ред. Д.В. Беклемишева. - 2-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - URL <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100106.html>
3. Цубербиллер, О.Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2009. - 337 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/430/#1>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Бесплатный ресурс для студентов - <http://math24.ru/calculus-list.html>  
Образовательный математический сайт - <http://www.exponenta.ru/>  
Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru>  
Общероссийский математический портал - Math-Net.Ru  
Электронные публикации - [www.math.msu.su/publications](http://www.math.msu.su/publications)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дифференциальная геометрия и топология" 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Интерактивная трибуна, экран, проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование .

Автор(ы):

Костин А.В. \_\_\_\_\_

Костина Н.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Анисимова Т.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.