МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геометрия и основы топологии

Кафедра: *дифференциальных уравнений и функционального анализа*
Факультет: *математики и компьютерных наук*

Образовательная программа
44.03.01 – Педагогическое образование

Направленность (профиль) программы
«Математика»

Программа подготовки:
академический бакалавриат

Форма обучения:
заочная

Статус дисциплины: *входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений: модуль фундаментальная математика; дисциплина по выбору*

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Геометрия и основы топологии» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата) от 22.02.2018 №121 с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г. № 1456 и 8 февраля 2021 г. № 83

Разработчик: кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа,

Рагимханов В.Р., к. ф.-м.н., доцент: _____

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ДУ и ФА от «15» марта 2022 г., протокол № 8

Зав. Кафедрой _____ Сиражудинов М.М.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «23» марта 2022 г., протокол № 7

Председатель _____ Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Геометрия и основы топологии» входит в формируемую участниками образовательных отношений часть ОПОП (общематематический модуль) по направлению **44.03.01 Педагогическое образование**.

Дисциплина реализуется на *факультете математики и компьютерных наук кафедрой дифференциальные уравнения и функциональный анализ.*

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ геометрии и основ топологии осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
универсальная компетенция (УК): УК-1;
профессиональная компетенция (ПК): ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия и самостоятельная работа*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *контрольной работа и коллоквиума, промежуточный контроль в форме экзамена*.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Курс	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе промежуточная аттестация	
		Всего	из них					
			Лекции	Практические занятия	КСР	консультации		
5	108	32	16	16			67+9	Экзамен
Итого	108	32	16	16			76	

1. Цели освоения дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Геометрия и основы топологии» является формирование готовности студентов к профессиональной деятельности, к преподаванию школьного курса математики, в частности, его геометрической составляющей, развитие у студентов компетенций, определенных федеральным образовательным стандартом высшего образования для бакалавров по направлению подготовки 44.03.01 – Педагогическое образование.

Данная дисциплина призвана обеспечить будущих учителей математики глубокими знаниями по основным разделам геометрии как науки, представляющим собой развитие и углубление основных тематических направлений школьного курса геометрии.

Задачи освоения данной дисциплины:

- обеспечение знаниями в области геометрии в тех её разделах и в тех объёмах, которых будет достаточно для решения будущим учителем математики педагогических и научно-методических задач по преподаванию курса геометрии, как в базовой, так и в профильной школе;
- обеспечение знаниями в области истории развития геометрии и формирования её основных методов, включая основной метод всей математической науки – аксиоматический метод;
- формирование способности развивать у своих будущих учеников пространственного представления, логики мышления, интереса к изучению математических наук, формированию у них начальных представлений о разделах высшей математики, о сферах её применения в самых разнообразных областях науки и практики;
- систематизация и углубление знаний элементарной геометрии, освоение и систематизация основных методов решения геометрических задач;
- знакомство с основными направлениями современной геометрии.

2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

«Геометрия и основы топологии» является дисциплиной по выбору и входит в формируемую участниками образовательных отношений часть ОПОП (модуль «фундаментальная математика») по направлению *44.03.01 – Педагогическое образование.*

Классическая ветвь математики – геометрия – и более современная математическая дисциплина – топология – являются теми, связанными между собой разделами современной математики, без знания которых невозможно представить квалифицированного бакалавра-математика.

Современные геометрия и топология используются как для решения теоретических вопросов математики, так и для решения прикладных математических задач.

Топология как наука, изучающая понятие непрерывности, является одной из фундаментальных наук, лежащих в основе математики, по крайне мере, в основе тех её разделов, которые связаны с непрерывностью. Сюда входят математический и функциональный анализ, геометрия, частично алгебра и многие другие разделы математики. Постоянный интерес к топологии вызван потребностью математиков в свободном владении наиболее общими фундаментальными идеями математики, обеспечивающими её единство. Современная геометрия и топология используются как для решения теоретических вопросов математики, так и для решения прикладных математических задач.

Всё это показывает важность и актуальность изучения геометрии для подготовки квалифицированных бакалавров по направлению **44.03.01–Педагогическое образование.**

Для освоения дисциплины геометрия и основы топологии студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения математики, геометрии в общеобразовательной школе, а также предполагает знания, умения и навыки, приобретенные при освоении дисциплин аналитическая геометрия, алгебра и математический анализ.

Тем не менее, изложение некоторых вопросов геометрии и топологии должно предшествовать независимое и замкнутое изложение соответствующих связей из других дисциплин.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	**Код и наименование индикатора достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения**	**Процедура освоения**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, демонстрируя знание особенностей системного, критического и логического мышления; применяет логические формы и процедуры; выделяет этапы ее решения.	**Знает:** основные принципы и методы критического анализа. **Умеет:** получать новые знания на основе анализа, синтеза; применять логические формы и процедуры; реконструировать и анализировать план построения собственной или чужой мысли; выделять его состав и структуру; **Владеет:** способностью исследовать проблемы, связанные с профессиональной деятельностью, с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; сознательно планировать, регулировать и контролировать свое мышление; способностью оценивать логическую правильность мыслей; готовностью применять системный подход при принятии решений в профессиональной деятельности.	Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в практических занятиях. Самостоятельная работа.

	УК-1.2. Находит и критически анализирует источники информации; сопоставляет разные источники с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений; выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	**Знает:** методы поиска источников информации и анализа проблемной ситуации. **Умеет:** собирать информацию по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск решений проблемы; сравнивать преимущества разных вариантов решения проблемы и оценивать их риски. **Владеет:** способностью выявлять научные проблемы и выбирать адекватные методов для их решения; способностью исследовать проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности.	
	УК-1.3. Рассматривает разные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и риски.		
	УК-1.4. Аргументированно формирует собственное суждение и принимает обоснованное решение, определяет практические последствия предложенного решения задачи.	**Знает:** принципы и методы оценки источников информации и современных научных достижений. **Умеет:** демонстрировать оценочные суждения в решении проблемных профессиональных ситуаций. **Владеет:** методами оценки надежности источников информации, методами работы с противоречивой информацией из разных источников.	
ПК-2 Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса	ПК-2.1. Способен определять содержание математического образования школьников, адекватное ожидаемым	**Знает:** требования к организации образовательного процесса по математике; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного предмета	Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в практических

	результатам, уровню развития современной математики и возрастным особенностям обучающихся	«Математика» **Умеет:** формулировать дидактические цели и задачи обучения математике и реализовывать их в образовательном процессе; планировать и реализовывать различные организационные средства и формы в процессе обучения математики (урок, экскурсию, домашнюю, внеклассную и внеурочную работу); обосновывать выбор методов обучения математике и образовательных технологий, исходя из особенностей содержания учебного материала, возраста и образовательных потребностей обучаемых. **Владеет:** предметным содержанием математики; умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения математике; умениями по планированию и проектированию образовательного процесса; способностью применять различные методы обучения и современные образовательные технологии в образовательном процессе в области математики	занятиях. Самостоятельная работа.
	ПК-2.2. Проектирует элементы образовательной программы, рабочую программу учителя по математике		
	ПК-2.3. Способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и применения современных образовательных технологий		

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет зачетных единиц 3, академических часов 108.

4.2. Структура дисциплины.

Названия разделов и тем дисциплины	Курс	Всего	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			всего	лекции	практ. занятия	Контр. сам. раб.		
Модуль 1. Многомерная геометрия								
Всего по модулю 1	***5***	***36***	***16***	***8***	***8***		***20***	коллоквиум
1. Многомерные пространства	*5*	18	8	4	4		10	
2. Линейные и полилинейные формы	*5*	18	8	4	4		10	
Модуль 2. Общая топология								
Всего по модулю 2	***5***	***36***	***36***	***4***	***4***		***28***	контрольная работа
1. Топологические пространства и непрерывные отображения	*5*	18	4	2	2		14	
2. Компактные и связные топологические пространства	*5*	18	4	2	2		14	
Всего по модулю 3	***5***	***36***	***8***	***4***	***4***		***19+9***	контрольная работа
1. Понятие n-мерного топологического многообразия	*5*	14	4	2	2		10	
2. Классификация одномерных и двумерных многообразий	*5*	13	4	2	2		9	
3. Подготовка к сдаче экзамена	*5*	9					9	экзамен
ИТОГО			**108**	**16**	**16**		**67+9**	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Многомерная геометрия

Тема 1. Многомерные пространства
Векторные, аффинные и евклидовы n-мерные пространства. Системы координат. Формулы преобразования координат некоторых геометрических объектов. Группы линейных, аффинных и изометрических преобразований.
Тема 2. Линейные и полилинейные формы
Линейные формы на векторном пространстве. Базис пространства линейных форм,

координаты. Формулы преобразования координат. Билинейные формы. Симметрические и кососимметрические формы. Полилинейные формы. Примеры. Внешние формы. Тензоры.

Модуль 2. Общая топология

Тема 1. Топологические пространства и непрерывные отображения
Топологическая структура. Открытые и замкнутые множества. Подпространства. Хаусдорфовы пространства. Примеры. Операция предельного перехода.
Непрерывные отображения и гомеоморфизмы. Непрерывные отображения. Критерий непрерывности. Примеры. Гомеоморфизмы. Примеры топологически эквивалентных пространств. Предмет топологии. Вложения и погружения. Примеры
Тема 2. Компактные и связные топологические пространства
Связные и несвязные топологические пространства. Примеры. Компактные топологические пространства. Примеры.

Модуль 3. Топологические многообразия

Тема 1. Понятие n-мерного топологического многообразия
Определение топологического многообразия. Примеры. Понятие карт, атласа. Многообразие с краем. Операция склейки. Примеры. Компактные многообразия, построенные с помощью операции склейки
Тема 2. Классификация одномерных и двумерных многообразий
Классификация одномерных многообразий. Классификация двумерных многообразий. Эйлерова характеристика и род двумерных многообразий.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Многомерная геометрия

Тема 1. Многомерные пространства
Векторные, аффинные и евклидовы n-мерные пространства. Системы координат. Формулы преобразования координат некоторых геометрических объектов. Группы линейных, аффинных и изометрических преобразований.
Тема 2. Линейные и полилинейные формы
Линейные формы на векторном пространстве. Базис пространства линейных форм, координаты. Формулы преобразования координат. Билинейные формы. Симметрические и кососимметрические формы. Полилинейные формы. Примеры. Внешние формы. Тензоры.

Модуль 2. Общая топология

Тема 1. Топологические пространства и непрерывные отображения
Топологическая структура. Открытые и замкнутые множества. Подпространства. Хаусдорфовы пространства. Примеры. Операция предельного перехода.
Непрерывные отображения и гомеоморфизмы. Непрерывные отображения. Критерий непрерывности. Примеры. Гомеоморфизмы. Примеры топологически эквивалентных пространств. Предмет топологии. Вложения и погружения. Примеры
Тема 2. Компактные и связные топологические пространства
Связные и несвязные топологические пространства. Примеры. Компактные топологические пространства. Примеры.

Модуль 3. Топологические многообразия

Тема 1. Понятие n-мерного топологического многообразия
Определение топологического многообразия. Примеры. Понятие карт, атласа. Многообразие с краем. Операция склейки. Примеры. Компактные многообразия, построенные с помощью операции склейки
Тема 2. Классификация одномерных и двумерных многообразий
Классификация одномерных многообразий. Классификация двумерных многообразий. Эйлерова характеристика и род двумерных многообразий.

5. Образовательные технологии

В основе преподавания дисциплины «Геометрия и основы топологии» лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Важную роль при освоении дисциплины играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- Работа с конспектами лекций;
- Проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям в соответствии с вопросами, предложенными преподавателем;
- Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекции, но обязательных согласно учебной программе модуля;
- Самостоятельное решение сформулированных задач по основным разделам курса;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Изучение литературы;
- Подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний;
- Выполнение контрольных работ;

Учебно-методические пособия для самостоятельной работы

1) Атанасян Л.С., Базылев В.Т. Геометрия (в 2-х частях). Ч. 2. [Электронный ресурс] / Атанасян Л.С., Базылев В.Т. - Москва: КноРус, 2017. -1424 с. -ISBN 978-5-406-05977-7 Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу http://www.Ьook.ru/Ьook/927669 Книга находится в ЭБС «BOOK.ru»
2) Дубровин, Борис Анатольевич. Современная геометрия: Методы и приложения. Т. 1: Геометрия поверхностей, групп преобразований и полей / Дубровин, Борис Анатольевич; С.П.Новиков, А.Т.Фоменко. - 5-е изд., испр. - М.: Эдиториал УРСС: Добросвет, 2001. - 334 с. - ISBN 5-8360-0160-X

Вопросы для самостоятельной работы

1. Группа аффинных преобразований.
2. Аффинная эквивалентность фигур.
3. Групповой подход к геометрии.
4. Эрлангенская программа Ф.Клейна.
5. Приложение преобразований плоскости к решению задач на построение (общая логическая схема).
6. Аффинные преобразования пространства.
7. Движения пространства и их свойства, определяемость парой ортонормированных реперов.
8. Движения 1-го рода и движения 2-го рода.
9. Примеры движений пространства: параллельный перенос, симметрия (отражение) относительно плоскости, скользящая симметрия, поворот вокруг прямой, винтовое

10. движение, поворотное отражение.
11. Описание (классификация) всех движений пространства.
12. Понятие n-мерного векторного (линейного) пространства и его свойства.
13. Базис и размерность векторного пространства.
14. Понятие n-мерного евклидова векторного (линейного) пространства и его свойства.
15. Ортонормированный базис евклидова векторного пространства.
16. Понятие об n-мерном аффинном точечном пространстве A^n и n-мерном евклидовом точечном пространстве E^n.
17. Вычисление расстояний и углов в E^n.
18. k-мерные плоскости и гиперплоскости в E^n.
19. Аффинные преобразования пространства A^n и движения пространства E^n
20. Способы задания топологии.
21. Сходимость в ТП.
22. Локально-конечная система множеств.
23. Фактор-пространство и фактор-топология.
24. Произведение бесконечного семейства ТП.
25. Произведение топологических пространств.
26. Аксиомы отделимости.
27. Метрические пространства.
28. Компактные топологические пространства.
29. Монеоморфизмы, эпиоморфизмы и гомеоморфизмы.
30. Размерность топологического пространства.
31. Структура открытых множеств на прямой.
32. Первая и вторая аксиомы счетности.
33. Различные подходы к определению гладкого многообразия.
34. Определение и примеры групп Ли.
35. Леммы Урысона (доказательства).
36. Метризуемость ТП.
37. Компактификации.
38. Разбиение единицы.
39. Паракомпактные пространства.
40. Различные виды несвязности.
41. Классические поверхности.
42. Внутренняя и внешняя геометрия поверхности.
43. Ориентируемые и неориентируемые поверхности.
44. Классические кривые.
45. Теорема Гаусса.
46. Эволюта и эвольвента.
47. Огибающая семейства кривых.
48. Примеры гладких многообразий.
49. Касательное и кокасательное расслоения.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

7.1.1. Примерные контрольные вопросы к коллоквиуму

1. Тензоры: примеры, определение тензора, корректность определения тензора, равенство тензоров.
2. Алгебраические операции над тензорами: определение алгебраических операций над тензорами, правило суммирования, теорема об алгебраических операциях над тензорами, операции над кососимметричными тензорами, внешние формы.
3. Метрический тензор: метрическая структура линейного пространства, опускание и поднятие индексов.
4. Аффинное (точечное) пространство.
5. Тензоры в точечных пространствах: точечное пространство, аффинные координаты, тензоры в точечном пространстве.
6. Тензорное поле.
7. Криволинейные координаты: криволинейные координаты в точечном пространстве, тензоры в криволинейных координатах, о способе задания тензорного поля.
8. Определение счетного множества. Доказать счетность объединения счетного семейства счетных множеств.
9. Определение счетного множества. Доказать счетность декартова произведения двух счетных множеств.
10. Определение и примеры топологических пространств. Сравнение топологий.
11. Свойства открытых и замкнутых множеств в топологическом пространстве.
12. Внутренняя точка, граничная точка, точка прикосновения и предельная точка множества в топологическом пространстве.
13. Подпространство топологического пространства. Доказать, что сужение всякого непрерывного отображения на подпространство является непрерывным отображением.
14. Композиция непрерывных отображений есть непрерывное отображение. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
15. Для того чтобы отображение, действующее между топологическими пространствами было непрерывным необходимо и достаточно, чтобы оно было непрерывно в каждой точке. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
16. Критерии непрерывности отображения.
17. Всякое пространство, удовлетворяющее второй аксиоме счетности сепарабельно. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
18. Гомеоморфные топологические пространства: определения, свойства и примеры. Топологические инварианты.

19. Множество открыто в топологическом пространстве тогда и только тогда, когда оно совпадает со своей внутренностью. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать это утверждение.
20. Компактные топологические пространства.
21. Всякое компактное подмножество хаусдорфова топологического пространства является замкнутым множеством. Дать определения всех входящих в данное утверждение понятий и доказать это утверждение.
22. Образ компактного пространства при непрерывном отображении является компактным множеством. Дать определения всех входящих в данное утверждение понятий и доказать это утверждение.
23. Непрерывное отображение компактного пространства в хаусдорфово пространство является замкнутым отображением. Дать определения всех входящих в данное утверждение понятий и доказать это утверждение.
24. Биективное непрерывное отображение компактного пространства на хаусдорфово пространство является гомеоморфизмом. Дать определения всех входящих в данное утверждение понятий и доказать это утверждение.
25. Пусть $f : X$ ® **R** непрерывное отображение. Если X – компактное пространство, то f достигает своего минимального и максимального значения на X. Дать определения всех входящих в данное утверждение понятий и доказать это утверждение.
26. Первая и вторая аксиома счетности. Доказать или опровергнуть, что всякое метрическое пространство удовлетворяет первой аксиоме счетности.
27. Определение связного подмножества топологического пространства. Критерий связности подмножества в топологическом пространстве.
28. Связные топологические пространства. Критерии связности топологического пространства.
29. Связные топологические пространства. Доказать связность отрезка $[a,b]$.
30. Непрерывный образ связного топологического пространства является связным множеством. Дать определения всех входящих в данное утверждение понятий и доказать это утверждение.
31. Аксиомы отделимости T_0, T_1 и T_2. Определение, взаимосвязь и примеры, показывающие, что T_0 Ю T_1 и T_1 Ю T_2.
32. Сформулировать Малую и Большую леммы Урысона. Дать определения всех входящих в эту формулировку понятий и терминов.

7.1.2. Примерные тестовые задания для проведения текущего контроля

1. Чему равно множество $\bigcup_{n=1}^{\infty}\left[\frac{1}{n};n\right]$
   1) $(-\infty;+\infty)$
   2) $(0;+\infty)$
   3) $[0;+\infty)$
   4) $[1;+\infty)$

5) $[0;1]$

2. Какое из следующих множеств счетно
   1) $\{(x, y) \in R^2 \mid y = \sqrt{2}x, x \in Q\}$
   2) $\{(x, y) \in R^2 \mid y = x^3\}$
   3) $(0;1)$
   4) множество бесконечных цепных дробей $[a_0; a_1, a_2, a_3, ...]$
   5) $R \setminus Q$

3. Пусть отображение $f : (-2;2) \to R$ задано равенством $f : (x) = x^2 - 4$ и пусть $B = [-3;0]$ подмножество R. Найти $f^{-1}(B)$
   1) $(-2;2)$
   2) $(-\infty;+\infty)$
   3) $[1;2)$
   4) $\varnothing$
   5) $(-2;-1] \cup [1;2)$

4. Какая из следующих функций ρ не является метрикой на M
   1) $M = C[0,1]; \rho(x, y) = \max\{|x(0) - y(0)|, |x(1) - y(1)|\}$
   2) $M = R; \rho(x, y) = \dfrac{|x - y|}{1 + |x - y|}$
   3) $M = R^2; \rho(x, y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2|$
   4) $M = Z; \rho(x, y) = 2|x - y|$

5. В каком из следующих подпространств метрического пространства R существуют шары, состоящие из одной точки
   1) $(-\infty, 0)$
   2) $(-1,1)$
   3) $(0, \infty)$
   4) Q
   5) $\left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \ldots\right\}$

6. Всякое метрическое пространство
   1) является сепарабельным
   2) удовлетворяет второй аксиоме счетности
   3) удовлетворяет первой аксиоме счетности
   4) является связным

7. Пусть X - топологическое пространство и E - его подмножество. Точка x из X является внешней точкой множества E, если $\underset{\dots}{A}$ окрестность этой точки $\underset{\dots}{B}$.

Вставить недостающие слова

1) A - существует; B - которая не пересекается с E
2) A - существует; B - которая пересекается с E
3) A - любая; B - пересекается в E
4) A - любая; B - не пересекается с E
5) A - существует; B - которая содержится в E

8. Пусть X - топологическое пространство и E - его подмножество. Точка x из X является его внутренней точкой, если $\underset{\dots}{A}$ окрестность этой точки $\underset{\dots}{B}$. Вставить недостающие слова

1) A - любая; B - содержится в E
2) A - существует; B - которая содержится в E
3) A - любая; B - пересекается с E
4) A - существует; B - которая пересекается с E
5) A - существует; B - которая не пересекается с E

9. Пусть X - топологическое пространство, A - подмножество и a - точка из X. Какое из следующих утверждений заведомо неверно

1) a - внешняя изолированная точка множества A
2) a - предельная точка прикосновения множества A
3) a - внешняя точка множества $X \setminus A$
4) a - точка прикосновения как для множества A, так и для множества $X \setminus A$

10. Выберите неверное утверждение. Пусть X, Y - топологические пространства. Отображение $f : X \to Y$ является непрерывным, если

1) $f^{-1}(F)$ замкнуто для любого замкнутого F из Y
2) f непрерывно в каждой точке $x \in X$
3) $f(\overline{A}) \subset \overline{f(A)}$ для любого подмножества A из X
4) $f(F)$ замкнуто для любого замкнутого F из X
5) $f^{-1}(U)$ открыто для любого открытого U из Y

11. Выберите неверное утверждение. Пусть $f : X \to Y$ - гомеоморфизм метрических пространств X и Y. Тогда

1) X сепарабельно тогда и только тогда, когда Y сепарабельно
2) X связно тогда и только тогда, когда Y связно
3) X ограничено тогда и только тогда, когда Y ограничено
4) X компактно тогда и только тогда, когда Y компактно

12. Пусть множество X наделено двумя топологиями T_1 и T_2. Тогда тождественное отображение $1x$ топологического пространства (X,T_1) в топологическое пространство (X,T_2) является гомеоморфизмом, если

1) $T_1 \subset T_2$
2) $T_2 \subset T_1$
3) (X,T_1) - компактное топологическое пространство, а (X,T_2) - хаусдорфово топологическое пространство
4) (X,T_1) - хаусдорфово топологическое пространство, а (X,T_2) - компактное топологическое пространство

13. Выберите пример топологического пространства (X,T), не являющегося T_0-пространством

1) $X=\{a,b\}, T=\{\phi,\{a\},\{a,b\}\}$
2) $X=R, T=\{A\subseteq R \mid R\setminus A$ - конечное множество $\}\cup\{\phi\}$
3) $X=R^2, T=\{(x,y)\in R^2 \mid x^2+y^2<r, r\in R\}$
4) $X=\{a,b\}, T=\{\phi,\{a\},\{b\},\{a,b\}\}$

14. Какое из следующих подмножеств топологического пространства R^2 является компактным множеством?

1) $\{(x,y)\in R^2 \mid 2\le x\le 5, 0\le y\le 6\}$
2) $\{(x,y)\in R^2 \mid 2< x< 5, 0< y< 6\}$
3) $\{(x,y)\in R^2 \mid y=x^2\}$
4) $\{(x,y)\in R^2 \mid 2x+5y=1\}$
5) $\{(x,y)\in R^2 \mid x^2+y^2<4\}$

15. Какое из следующих подмножеств топологического пространства R является компактным множеством

1) Z
2) $\left\{\frac{9}{n}\in R \mid n\in N\right\}$
3) $\{y\in R \mid y=\cos x; x\in[0,1]\}$
4) $\left\{y\in R \mid y=tgx; x\in\left(0,\frac{\pi}{2}\right)\right\}$

16.Какое из следующих подмножеств топологического пространства R^2 является компактным множеством?

1) $\left\{(0,0),(0,1),\left(0,\frac{1}{2}\right),\left(0,\frac{1}{3}\right),\left(0,\frac{1}{4}\right),\ldots\right\}$
2) $\{(x,y)\in R^2 \mid 2x+3y=1\}$
3) $\{(x,y)\in R^2 \mid x^2+y^2>9\}$
4) $\{(x,y)\in R^2 \mid |x-y|\le 1\}$

17. Пусть $f : X \to Y$ - непрерывное отображение компактного топологического пространства X в топологическое пространство Y. Тогда Y является компактным, если …

1) f - инъективное отображение
2) f - сюръективное отображение
3) f - открытое отображение
4) f - замкнутое отображение

18. Пусть X - компактное топологическое пространство, Y - хаусдорфово топологическое пространство и $f : X \to Y$ - непрерывное отображение. Тогда…

1) f - является гомеоморфизмом
2) f - является открытым отображением
3) f - является замкнутым отображением
4) f - биективным отображением

19. Пусть X - хаусдорфово топологическое пространство и A - его компактное подпространство. Тогда …

1) A - замкнуто в X
2) A - открыто в X
3) A - всюду плотно в X
4) A - нигде не плотно в X

20. Пусть X - множество, наделенное дискретной топологией. Тогда X является компактным топологическим пространством тогда и только тогда, когда …

1) X - счетно
2) X - несчетно
3) X - конечно
4) X - пустое множество

21. Пусть X - компактное метрическое пространство и A - его подмножество. Тогда A - компактно, если….

1) A замкнуто в X
2) A открыто в X
3) A всюду плотно в X
4) A ограничено в X

22. Дискретное подпространство компактного топологического пространства является …

1) счетным множеством
2) конечным множеством
3) всюду плотным множеством
4) несчетным множеством

23. Компактное подпространство A топологического пространства X является замкнутым подмножеством X, если …

1) X является T_0-пространством
2) X является T_2-пространством
3) X удовлетворяет первой аксиоме счетности
4) X удовлетворяет второй аксиоме счетности

24. Пусть $X = \{a,b,c,d\}$. В какой из следующих топологий пространство (X,T) является несвязным?

1) $T = \{\phi, \{a\}, \{a,b\}, \{a,b,c\}, \{a,b,c,d\}\}$
2) $T = \{\phi, \{a\}, \{a,b\}, \{c\}, \{c,d\}, \{a,c\}, \{a,c,d\}, \{a,b,c\}, \{a,b,c,d\}\}$
3) $T = \{\phi, \{a,b,c,d\}\}$
4) $T = \{\phi, \{b\}, \{a,b\}, \{a,b,c\}, \{a,b,c,d\}\}$
5) $T = \{\phi, \{c\}, \{a,b\}, \{a,b,c\}, \{a,b,c,d\}\}$

25. Подмножество A топологического пространства X связно тогда и только тогда, когда

1) A открыто-замкнуто в X
2) для любой пары открытых в X подмножеств U и V таких, что $A \subset U \bigcup V$, из $A \bigcap U \neq \phi$ и $A \bigcap V \neq \phi$ следует, что $A \bigcap U \bigcap V \neq \phi$
3) для любой пары открытых в X подмножеств U и V таких, что $A \subset U \bigcup V$, из $A \bigcap U \neq \phi$ и $A \bigcap V \neq \phi$ следует, что $A \bigcap U \bigcap V = \phi$
4) для любой пары открытых в X подмножеств U и V таких, что $A \subset U \bigcup V$, из $A \bigcap U \neq \phi$ и $A \bigcap V \neq \phi$ следует, что $A \bigcap U \bigcap V$

26. Какое из следующих подпространств A топологического пространства R^2 является несвязным

1) $A = \{(x,y) \in R^2 \mid y = x^3, x \in Q\}$
2) $A = \{(x,y) \in R^2 \mid y = \sin x\} \bigcup \{(x,y) \in R^2 \mid y = \cos x\}$
3) $A = \{(x,y) \in R^2 \mid y = x\} \bigcup \{(x,y) \in R^2 \mid y = -x\}$
4) $A = \{(x,y) \in R^2 \mid x \in R, y \in Z\} \bigcup \{(x,y) \in R^2 \mid x \in Z, y \in R\}$

27. Какое из множеств A не открыто и не замкнуто на числовой прямой $\mathbf{R}$ со стандартной топологией.

1) $A = \left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \ldots\right\}$
2) $A = \left\{0, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \ldots\right\}$
3) $A = \mathbf{N}$

28. На числовой прямой $\mathbf{R}$ рассматривается естественная топология; $\mathbf{Z}$ – его подмножество рациональных чисел. Тогда

1) $\mathbf{Z}$ – несвязное множество

2) $\bar{\mathbf{Z}}$ – несвязное множество
3) $Int\,\mathbf{Z}$ – связное множество
4) $\mathbf{Z}$ – связное множество
5) $\bar{\mathbf{Z}}$ – связное множество

29.На числовой прямой $\mathbf{R}$ рассматривается естественная топология; $A = \mathbf{Q} \cap (0;1)$ – его подмножество рациональных чисел. Тогда
1) $Fr\,A = [0;1]$
2) $Fr\,A = \{0,1\}$
3) $Fr\,A = \mathbf{Q}$
4) $Fr\,A = A$

30.В хаусдорфовом пространстве любое конечное множество
1) не имеет предельных точек
2) имеет хотя бы одну предельную точку
3) все точки предельные

31.Компактное подмножество хаусдорфова пространства
1) замкнуто
2) открыто
3) открыто-замкнуто

32.Любое антидискретное пространство
1) связно
2) несвязно

33.Любое антидискретное пространство
1) компактое ТП
2) не компактное ТП

34.Любое дискретное пространство, в котором более одной точки является
1) несвязным ТП
2) связным ТП

35.Любое бесконечное дискретное пространство является
1) не компактным ТП
2) компактным ТП

36.В T_1- пространстве любое конечное множество
1) замкнуто
2) открыто

37.Множество A из X называется , в топологическом пространстве $(X, \mathbf{T})$, если $(X, A) \in \mathbf{T}$
1) замкнутым
2) открытым
3) нигде не плотным

7.1.3. Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов

1. Тензоры:
   a) примеры,
   b) определение тензора,
   c) корректность определения тензора,
   d) равенство тензоров.
2. Алгебраические операции над тензорами:
   a) определение алгебраических операций над тензорами,
   b) правило суммирования,
   c) теорема об алгебраических операциях над тензорами,
   d) операции над кососимметричными тензорами,
   e) внешние формы.
3. Метрический тензор:
   a) метрическая структура линейного пространства,
   b) опускание и поднятие индексов.
4. Аффинное (точечное) пространство.
5. Тензоры в точечных пространствах:
   a) точечное пространство,
   b) аффинные координаты,
   c) тензоры в точечном пространстве.
6. Тензорное поле.
7. Криволинейные координаты:
   a) криволинейные координаты в точечном пространстве,
   b) тензоры в криволинейных координатах,
   c) о способе задания тензорного поля.
8. Множество. Мощность множества:
   а) семейства множеств; операции над семействами множеств;
   б) формулы Де Моргана;
   в) мощность множества;
   г) теорема Кантора;
   д) теорема Кантора – Бернштейна;
   е) счетные множества: примеры и свойства счетных множеств;
   ж) несчетность множества вещественных чисел.
9. Топологические пространства:
   а) определение и примеры топологических пространств;
   б) свойства открытых и замкнутых множеств в ТП;
   в) база и предбаза ТП; база в точке;
   г) первая и вторая аксиомы счетности;
   д) всюду плотные и нигде не плотные множества;
   е) сепарабельные пространства;
   ж) подпространства и произведение топологических пространств
10. Непрерывные отображения:
   а) непрерывные отображения: определение и простейшие свойства;
   б) непрерывность в точке;
   в) критерии непрерывности отображения;
   г) открытые и замкнутые отображения;

д) монеоморфизмы и эпиоморфизмы;
е) гомеоморфизмы: определение и свойства;
ж) гомеоморфные топологические пространства.

7.1.4. Примерные варианты контрольных работ по дисциплине

Вариант № 1

1. Объединение и пересечение семейства множеств. Формулы Де Моргана (доказать).
2. Нигде не плотные множества: определение, примеры и критерий нигде не плотности множества (критерий доказать).
3. Задача № 1.

Вариант № 2

1. Мощность множества. Теорема Кантора (доказать).
2. Нигде не плотные множества: определение, примеры и критерий нигде не плотности множества (критерий доказать).
3. Задача № 2

Вариант № 3

1. Определение счетного множества. Доказать счетность объединения счетного семейства счетных множеств.
2. Композиция непрерывных отображений есть непрерывное отображение. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
3. Задача № 3.

Вариант № 4

1. Определение счетного множества. Доказать счетность декартова произведения двух счетных множеств.
2. Для того чтобы отображение, действующее между топологическими пространствами было непрерывным необходимо и достаточно, чтобы оно было непрерывно в каждой точке. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
3. Задача № 4.

Вариант № 5

1. Определение счетного множества. Доказать счетность множества рациональных чисел.
2. Критерии непрерывности отображения (доказать).
3. Задача № 5.

Вариант № 6

1. Доказать несчетность отрезка $[0,1]$.
2. Открытые и замкнутые отображения. Гомеоморфизмы.
3. Задача № 6.

Вариант № 7

1. Метрические пространства: определение и примеры.

2. Всякое пространство, удовлетворяющее второй аксиоме счетности сепарабельно. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
3. Задача № 7.

Вариант № 8

1. Подпространство метрического пространства. Индуцированная метрика. Примеры.
2. Всякое сепарабельное пространство, удовлетворяющее первой аксиоме счетности удовлетворяет и второй аксиоме счетности. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
3. Задача № 8.

Вариант № 9

1. Определение открытых множеств в метрическом пространстве и их свойства (свойства доказать).
2. Всякое пространство, удовлетворяющее второй аксиоме счетности сепарабельно. Дать определение всех входящих в данное утверждение терминов и доказать или опровергнуть это утверждение.
3. Задача № 9.

Вариант № 10

1. Определение замкнутых множеств в метрическом пространстве и их свойства (свойства доказать).
2. Гомеоморфизмы: определения, свойства и примеры. Свойства доказать.
3. Задача № 10.

7.1.5. Примерные вопросы к экзамену по дисциплине

1. Тензоры: примеры, определение тензора, корректность определения тензора, равенство тензоров.
2. Алгебраические операции над тензорами: определение алгебраических операций над тензорами, правило суммирования, теорема об алгебраических операциях над тензорами, операции над кососимметричными тензорами, внешние формы.
3. Метрический тензор: метрическая структура линейного пространства, опускание и поднятие индексов.
4. Аффинное (точечное) пространство.
5. Тензоры в точечных пространствах: точечное пространство, аффинные координаты, тензоры в точечном пространстве.
6. Тензорное поле.
7. Криволинейные координаты: криволинейные координаты в точечном пространстве, тензоры в криволинейных координатах, о способе задания тензорного поля.
8. Топологические пространства. Примеры.
9. Непрерывные отображения и гомеоморфизмы.
10. Компактные топологические пространства.
11. Связные топологические пространства.

12. Гладкие многообразия. Примеры.
13. Касательное пространство гладкого многообразия.
14. Римановы многообразия. Примеры.
15. Тензоры на римановом многообразии и операции над ними.
16. Кососимметрические тензоры.
17. Геодезические связности на римановом многообразии.
18. Параллельный перенос векторных полей.
19. Тензор кривизны.
20. Дифференциальные формы.
21. Внешнее произведение и внешнее дифференцирование форм.
22. Интеграл дифференциальной формы.
23. Общая формула Стокса и её частные случаи (формулы Грина, Стокса, Остроградского-Гаусса).
24. Степень отображения.
25. Степень векторного поля на поверхности. Теорема Гаусса–Бонне.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля – 50 %.
Текущий контроль по дисциплине включает:
- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях -30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 30баллов.
Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос -50 баллов,
- письменная контрольная работа -50 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная

1) Атанасян Л.С., Базылев В.Т. Геометрия (в 2-х частях). Ч. 2. [Электронный ресурс] / Атанасян Л.С., Базылев В.Т. - Москва: КноРус, 2017. -1424 с. -ISBN 978-5-406-05977-7 Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу http://www.Ьook.ru/Ьook/927669 Книга находится в ЭБС «BOOK.ru»
2) Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Беклемишев. - 16-е ИЗД., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 448 с. - Перейти к внешнему ресурсу https://e.lanbook.com/book/98235 Книга находится в ЭБС "ЛАНЬ".
3) Беклемишева Л.А. Сборник задач по аналитической геометрии и ли-нейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Беклемишева, Д.В.

Беклемишев, А.Ю. Петрович, И.А. Чубаров. - 6-е ИЗД., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 496 с. - Перейти к внешнему ресурсу https://e.lanbook.comlbook/97281 Книга находится в ЭБС "ЛАНЬ".

4) Гусева Н.И., Денисова Н.С., Тесля О.Ю. Сборник задач по геометрии в 2-х частях. Часть 1 [Электронный ресурс] / Гусева Н.И., Денисова Н.С., Тесля О.Ю. - Москва: КноРус, 2018. - 527 с. - ISBN 978-5-406-00908-6 : Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу http://www.book.rulbook/927670 Книга находится в ЭБС "BOOK.ru"
5) Матвеев, С. Н. Геометрия : учебно-методическое пособие по аналитической и конструктивной геометрии для самостоятельной работы обучающихся очной, заочной и дистанционной форм обучения по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование / С. Н. Матвеев, Р. Г. Шакиров, Г. Р. Антропова. — Набережные Челны : Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2019. — 59 с. — ISBN 978-5-98452-190-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/97122.html (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/97122

Дополнительная

1) Дубровин, Борис Анатольевич. Современная геометрия : Методы и приложения. Т. 1 : Геометрия поверхностей, групп преобразований и полей / Дубровин, Борис Анатольевич ; С.П.Новиков, А.Т.Фоменко. - 5-е изд., испр. - М. : Эдиториал УРСС: Добросвет, 2001. - 334 с. - ISBN 5-8360-0160-X : 0-0.
2) Александров, А.Д., Нецветаев Н.Ю. Геометрия. Учебное пособие./А.Д. Александров, Н.Ю. Нецветаев — М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит, 1990. — 672 с.: ил. — ISBN 5-02-014336-7.
3) Гильберт Д. Основания геометрии /Д. Гильберт – М.: Физматгиз, 1948. – 491 с.
4) Игнаточкина Л.А. Топология для бакалавров математики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнаточкина Л.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2016.— 88 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58207.html.— ЭБС «IPRbooks» (25.05.2018)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

№	Название	Электронный адрес	Содержание
1.	Math.ru	www.math.ru	Сайт посвящён математике (и математикам. Этот сайт — для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой. Тех, кого интересует зона роста современной науки математика.
2.	Exponenta.ru	www.exponenta.ru	**Студентам:** - запустить установленный у Вас математический пакет, выбрать в списке примеров, решенных в среде этого пакета, подходящий и решить свою задачу по аналогии; **Преподавателям:**

			- использовать математические пакеты для поддержки курса лекций. **Всем заинтересованным пользователям:** **1.** – можно ознакомиться с примерами применения математических пакетов в образовательном процессе. **2.** – найти демо-версии популярных математических пакетов, электронные книги и свободно распространяемые программы.
3.	Математика	www.mathematics.ru	учебный материал по различным разделам математики – алгебра, планиметрия, стереометрия, функции, графики и другие.
4.	Российское образование.	www.edu.ru	федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ.
5.	Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ	http://elib.dgu.ru, http://edu.icc.dgu.ru	
6.	Общероссийский математический портал (Math-Net.**Ru**)	www.mathnet.ru	Портал, предоставляет различные возможности в поиске информации о математической жизни в России Портал содержит разделы: журналы, видеотека, библиотека, персоналии, организации, конференции.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Учебная программа по Геометрия и основы топологии распределена по темам и по часам на лекции, практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к защите курсовых работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов и экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

Специфика дисциплины «Геометрия и основы топологии» состоит в том, что рассмотрение теоретических вопросов здесь тесно связано с решением практических задач.

На лекциях особенно большое значение имеет реализация следующих задач:
1) глубокое осмысливание ряда понятий и положений, введенных в теоретическом курсе;
2) раскрытие прикладного значения теоретических сведений;
3) развитие творческого подхода к решению практических и некоторых теоретических вопросов;
4) закрепление полученных знаний путем многократного практического использования;
5) приобретение прочных навыков типовых расчетов;
6) расширение кругозора, приобретение полезных сведений, касающихся технических данных реальных объектов и конкретных условий их эксплуатации.
Наряду с перечисленными выше образовательными целями, занятия преследуют и важные цели воспитательного характера, а именно:
а) воспитание настойчивости в достижении конечной цели;
б) воспитание дисциплины ума, аккуратности, добросовестного отношения к работе;
в) воспитание критического отношения к своей деятельности, умения анализировать свою работу, искать оптимальный путь решения, находить свои ошибки и устранять их.

Методические рекомендации

Для подготовки к практическим занятиям нужно изучить следующие литературные источники:

1) Атанасян Л.С., Базылев В.Т. Геометрия (в 2-х частях). Ч. 2. [Электронный ресурс] / Атанасян Л.С., Базылев В.Т. - Москва: КноРус, 2017. -1424 с. -ISBN 978-5-406-05977-7 Б. ц. Перейти к внешнему ресурсу http://www.Ьook.ru/Ьook/927669 Книга находится в ЭБС «BOOK.ru»
2) Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Беклемишев. - 16-е ИЗД., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 448 с. - Перейти к внешнему ресурсу https://e.lanbook.com/book/98235 Книга находится в ЭБС "ЛАНЬ".

Решать задачи и упражнения из задачников

1. Гусева Н.И., Денисова Н.С., Тесля О.Ю. Сборник задач по геометрии в 2-х частях.

Для проверки остаточных знаний использовать вопросы для самопроверки

Для подготовки к экзамену: повторить лекционный материал, проанализировать список рекомендованной литературы, решить самостоятельно задачи и примеры из учебного пособия Гусева Н.И., Денисова Н.С., Тесля О.Ю. Сборник задач по геометрии в 2-х частях.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по геометрии рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.
При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины геометрии и основ топологии. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.
В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.