

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Векторный и тензорный анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Системы подвижной цифровой защищенной связи

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», формируемой участниками образовательных отношений.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин «Математический анализ», «Алгебра и аналитическая геометрия».

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области теории множеств и математической логики, студенты владеют основами теории алгоритмов.

Целями освоения дисциплины являются:

- знать основные теоремы и алгоритмы решения задач векторного анализа, интегральные формулы Грина, Гаусса-Остроградского, Стокса; свойства и физический смысл операций градиента, дивергенции, ротора; основные свойства потенциальных и соленоидальных полей; основные свойства аффинных ортогональных тензоров второго ранга;
- уметь вычислять криволинейные и поверхностные интегралы; применять интегральные теоремы векторного анализа;
- освоить технику расчета градиента скалярных полей, дивергенции и ротора векторных полей с помощью оператора Гамильтона – вектора «набла»;
- иметь представление о роли векторного и тензорного анализа в теоретических и прикладных расчетах.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	

	(код, содержание индикатора)		
ПК-1. Способен исследовать методы построения и разрабатывать алгоритмы реализации систем безопасности телекоммуникационных каналов в подвижной цифровой защищенной связи	ПК-1.1. Знает: - национальные, межгосударственные и международные стандарты, систем подвижной цифровой защищенной связи - основные средства и способы обеспечения информационной безопасности, принципы построения средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи	Знать: - современный математический аппарат, методы его совершенствования - национальные, межгосударственные и международные стандарты, систем подвижной цифровой защищенной связи - основные средства и способы обеспечения информационной безопасности, принципы построения средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование на экзамене, контрольные работы, экзаменационные задачи
	ПК-1.2. Умеет: - организовывать сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности беспроводных каналов связи - составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований	Уметь: - применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач - организовывать сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности беспроводных каналов связи - составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований	Собеседование на экзамене, контрольные работы, экзаменационные задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	___ ЗЕТ	___ ЗЕТ
Часов по учебному плану	144		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):			

- занятия лекционного типа	32		
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32		
самостоятельная работа	42		
КСР	2		
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	экзамен 36		

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Векторные функции	6	2			2	4
Тема 2. Криволинейные интегралы	17	6	6		12	5
Тема 3. Поверхностные интегралы	21	6	8		14	7
Тема 4. Теория поля	31	8	12		20	11
Тема 5. Градиент, дивергенция, ротор и лапласиан в ортонормированных криволинейных координатах	15	4	4		8	7
Тема 6. Тензоры	8	2	2		4	4
Тема 7. Элементы дифференциальной геометрии	8	4			4	4
Аттестация	36					
КСР	2				2	
Итого:	144	32	32		66	42

На лекциях раскрываются следующие основные темы изучаемого курса, которые входят в рабочую программу: непрерывность векторных функций, годограф непрерывной векторной функции, дифференцируемость скалярных и векторных функций одной и многих переменных, частные производные, многомерная формула Тейлора, остаточный член формулы Тейлора, пространственные кривые, длина гладкой кривой, криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода, их вычисление с помощью определенных интегралов, ориентации областей и их границ на плоскости, формула Грина для плоской замкнутой ограниченной области, независимость от пути интегрирования для односвязной области, способы задания поверхностей в пространстве, нормаль и касательная плоскость гладкой поверхности, ориентируемые и неориентируемые поверхности, двусторонние и односторонние поверхности, площадь гладкой поверхности, поверхностные интегралы 1-го и 2-го рода, сведение поверхностных интегралов к двойным интегралам, физические приложения поверхностных интегралов. простые цилиндрические области, формула Гаусса-Остроградского и её физический смысл, формула Стокса её физический смысл, скалярные поля и поверхности уровня скалярного поля, векторные поля и их векторные линии, дифференциальные уравнения векторных линий, функции множеств и их производные, инвариантное определение градиента, его вычисление в ортогональных координатах и его свойства, производная по направлению, сфера производных по направлению, оператор Гамильтона, поток векторного поля через ориентированную поверхность, инвариантное определение дивергенции, ее вычисление в ортогональных координатах и ее свойства, инвариантная форма формулы Гаусса-Остроградского, вращение векторного поля вдоль ориентированной поверхности, инвариантное определение ротора, его вычисление в ортогональных координатах и его свойства, дифференциальные операторы первого и второго порядка, оператор Лапласа, потенциальные поля, критерий потенциальности, циркуляция векторного поля вдоль кривой, инвариантная форма формулы Стокса, соленоидальные поля, критерий соленоидальности, инвариантность потока ротора соленоидального поля через поверхности, натянутые на фиксированный контур, векторная трубка и её физический смысл, инвариантность потока соленоидального поля через сечения векторной трубки, лапласовы поля, основная теорема векторного анализа, основной и взаимный базисы, определение криволинейных координат, локальный базис криволинейной системы координат, координатные линии и координатные поверхности, ортогональные криволинейные координаты, коэффициенты Ламэ, вычисление градиента, дивергенции, ротора и лапласиана в ортонормированных криволинейных координатах, сферические и цилиндрические координаты, преобразование векторов, линейных и билинейных форм при переходе к новому базису, определение тензора типа $\langle p, q \rangle$ и ранга $p+q$, линейное пространство тензоров одного типа, тензорное произведение, свертка тензора, перестановка индексов, симметричные и антисимметричные тензоры по двум и по совокупности индексов, тензоры в евклидовом пространстве, ко- и контравариантные метрические тензоры, ко- и контравариантные координаты вектора, подъём и опускание индексов, равносильные тензорные уравнения, тензорные поля, дивергенция тензорного поля, пространственные кривые, натуральный параметр, три формулы Френе-Серре, кривизна и кручение и их вычисление, трехгранник Френе-Серре и локальные уравнения проекций кривой на нормальную, спрямляющую и соприкасающуюся плоскости, первая квадратичная форма поверхности, вычисление длины кривой и площади на поверхности и вычисление угла между двумя кривыми на поверхности, вторая квадратичная форма поверхности, кривизна кривой на поверхности, теорема Менье, главные кривизны поверхности в точке, гауссова и средняя кривизна поверхности.

На практических занятиях более подробно изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения следующих тем:

1. Криволинейные интегралы 1-го типа.
2. Криволинейные интегралы 2-го типа.
3. Формула Грина.

4. Поверхностные интегралы 1-го рода.
5. Приложения поверхностного интеграла 1-го рода.
6. Поверхностные интегралы 2-го рода.
7. Вычисление объемов тел с помощью поверхностного интеграла 2-го рода.
8. Контрольная работа по теме «Криволинейные и поверхностные интегралы».
9. Основные понятия теории поля.
10. Действия с вектором «набла».
11. Применение «набла» для сложных операций второго порядка.
12. Формула Гаусса-Остроградского.
13. Формула Стокса.
14. Задачи теории поля.
15. Контрольная работа по теме «Задачи теории поля».
16. Действия с тензорами.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на выполнение домашних заданий по темам практических занятий, подготовку к контрольным работам по темам «Криволинейные и поверхностные интегралы» и «Задачи теории поля», а также подготовку к экзамену по указанной дисциплине. При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми дисциплинами «Математический анализ», «Алгебра и аналитическая геометрия». Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

На семинарских занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать. Для достижения этой цели необходимо:

1. ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
2. осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
3. изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
4. тщательно изучить лекционный материал.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Определение векторной функции одного и многих переменных.	ПК-1
2. Определение предела векторной функции по Коши и по Гейне. Свойства пределов векторных функций.	ПК-1
3. Непрерывность векторной функции. Действие с непрерывными функциями.	ПК-1
4. Дифференцируемые функции (4 случая).	ПК-1
5. Дифференцирование векторной функции одной переменной (определение и две теоремы). Геометрический смысл производной от векторной функции.	ПК-1
6. Определение частной производной векторной функции многих переменных. Теорема о существовании частных производных у дифференцируемой функции.	ПК-1
7. Определение производной по направлению. Теоремы о вычислении производных по направлению.	ПК-1

8. Интегрирование векторных функций.	ПК-1
9. Основной трехгранник кривой.	ПК-1
10. Система координат связанная с основным трехгранником. Координатные линии и координатные плоскости. Уравнение касательной, нормами, бинормали, нормальной плоскости, спрямляемой плоскости и соприкасающейся плоскости.	ПК-1
11. Формулы Френе. Понятие кривизны и кручения кривой.	ПК-1
12. Вычисление величины кривизны и кручения.	ПК-1
13. Вид кривой вблизи произвольной ее точки.	ПК-1
14. Определение поверхности. Способы задания поверхности. Простая поверхность, гладкая поверхность.	ПК-1
15. Нахождение нормали и касательной плоскости к поверхности.	ПК-1
16. Вычисление направляющих косинусов нормали к поверхности.	ПК-1
17. Длина кривой на поверхности. Первая квадратичная форма поверхности.	ПК-1
18. Определение площади гладкой поверхности. Теорема о вычислении площади гладкой поверхности. Следствия.	ПК-1
19. Нормальные сечения поверхности и их кривизна. Вторая квадратичная форма.	ПК-1
20. Определение поверхностного интеграла 1-го типа. Теорема о вычислении.	ПК-1
21. Вывод формулы Остроградского.	ПК-1
22. Вывод формулы Стокса.	ПК-1
23. Односторонние и двусторонние поверхности. Сторона поверхности.	ПК-1
24. Определение поверхностного интеграла 2-го типа. Теорема о вычислении.	ПК-1
25. Определения: скалярное поле, поверхность уровня (ее свойства), предел функции от области, производная по объему (ее физический смысл).	ПК-1
26. Определение градиента скалярного поля. Теорема о вычислении. Следствие.	ПК-1
27. Свойства градиента.	ПК-1
28. Определение векторного поля. Векторная линия. Задача о нахождении векторной линии. Векторная трубка. Поток векторного поля. Векторный поток.	ПК-1
29. Дивергенция векторного поля. Теорема о вычислении. Инвариантный вид формулы Остроградского. Физический смысл дивергенции и формулы Остроградского.	ПК-1
30. Определение ротора векторного поля. Теорема о вычислении. Следствие.	ПК-1
31. Физический смысл ротора.	ПК-1
32. Оператор Гамильтона. Действия с вектором "набла". Дифференциальные операторы, порожденные вектором "набла".	ПК-1
33. Общая теорема Гаусса-Остроградского.	ПК-1
34. Потенциальное поле. Теорема о вычислении потенциала. Критерий потенциальности поля.	ПК-1

35. Циркуляция векторного поля. Инвариантный вид формулы Стокса.	ПК-1
36. Соленоидальное поле. Критерий соленоидальности поля. Свойства соленоидального поля.	ПК-1
37. Лапласово поле. Основная теорема векторного анализа (без доказательства). Дифференциальные операции второго порядка.	ПК-1
38. Основной и взаимный базисы. Ковариантные и контравариантные координаты вектора.	ПК-1
39. Определение криволинейных координат в пространстве. Координатные линии и координатные поверхности. Теорема о нахождении локальных базисов (основного и взаимного).	ПК-1
40. Определение ортогональных криволинейных координат. Критерий ортогональности. Элемент длины. Коэффициенты Ламе.	ПК-1
41. Вывести формулы в ортогональных криволинейных координатах для градиента и оператора Лапласа.	ПК-1
42. Дивергенция в ортогональных криволинейных координатах.	ПК-1
43. Ротор в ортогональных криволинейных координатах.	ПК-1
44. Дифференциальные операции теории поля в сферических координатах	ПК-1
45. Дифференциальные операции теории поля в цилиндрических координатах.	ПК-1
46. Преобразования ортонормированных базисов.	ПК-1
47. Определение аффинного ортогонального тензора. Примеры: вектор, поверхность.	ПК-1
48. Линейный оператор в векторном пространстве как аффинный ортогональный тензор.	ПК-1
49. Тензорная символика.	ПК-1
50. Преобразование косоугольных базисов.	ПК-1
51. Общее определение тензора. Примеры.	ПК-1
52. Метрический тензор.	ПК-1
53. Тензорная алгебра. Сложение. Умножение. Свертка. Перестановка индексов. Симметрирование. Альтернация. Подъем и опускание индексов.	ПК-1

5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Вычислить криволинейный интеграл 2-го типа $\int_L (x^2 + y^2)dx + (x^2 - y^2)dy$,
где L – кривая, заданная уравнением: $y = 1 - |1 - x|$ ($0 \leq x \leq 2$).

2. Не прибегая к формуле Остроградского, вычислить поверхностный интеграл 2-го типа $\iint_S xdydz + ydzdx + zdxdy$, где S – внешняя сторона сферы $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$.
3. С помощью формулы Остроградского вычислить поверхностный интеграл $\iint_S x^2 dydz + y^2 dzdx + z^2 dxdy$, где S – внешняя сторона границы куба $0 \leq x \leq a, \quad 0 \leq y \leq a, \quad 0 \leq z \leq a$.
4. Вычислить массу M сферы, если поверхностная плотность в каждой ее точке равна квадрату расстояния этой точки до некоторой большой окружности сферы.
5. Вычислить поверхностный интеграл 1-го типа $\iint_S \frac{ds}{r^n}$, где S – сфера $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$, а r – расстояние от точки сферы до фиксированной точки P , отстоящей от центра сферы на расстояние l ($l > R$).
6. Найти производную поля $u = \ln(x^2 + y^2)$ в точке $M(x_0, y_0)$ по направлению, перпендикулярному к линии уровня поля u , проходящей через данную точку $M(x_0, y_0)$.

7. Показать, что напряженность поля $F(M)$ поля сил тяготения в точке $M(x, y, z)$, создаваемой массой m , сосредоточенной в точке $O(0, 0, 0)$, является градиентом скалярного поля.
8. В установившемся потоке несжимаемой идеальной жидкости скорость каждой частицы направлена к началу координат и по величине равна $1/r^2$ (r – радиус-вектор частицы). Вычислить количество жидкости, вытекающей из области V за единицу времени.
9. Доказать, что $\Delta(uv) = u\Delta v + v\Delta u + 2(\nabla u \cdot \nabla v)$.
10. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{a} = -y^2\vec{i} + x^2\vec{j} + (x + y)\vec{k}$ вдоль окружности C , полученной пересечением цилиндра $x^2 + y^2 = x + y$ плоскостью $z = 1$.
11. Найти векторные линии поля $A = xi + yj - zk$.
12. Показать, что центральное векторное поле $\vec{A} = \frac{f(r)}{r}\vec{r}$ является потенциальным и найти его потенциал.
13. Привлекая формулу Стокса, вычислить поток ротора поля $A = yi + zj + xk$ через часть поверхности $z^2 = 4(1 - x^2 - y^2)^4$, “накрывающей” начало координат плоскости xOy .
14. Доказать, что $[\vec{\nabla} \times [\vec{\nabla} \times \vec{A}]] = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$. Во что трансформируется данное соотношение в случае, если поле A – соленоидальное, потенциальное?
15. Найти поток векторного поля $\vec{A} = x^2 y \vec{i} - xy \vec{j} + z(x^2 + y^2) \vec{k}$ из области V , ограниченной поверхностями $x^2 + y^2 = 2z$, $z = 2$.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Будак Б.М., Фомин С.В. Кратные интегралы и ряды. – М.: Наука, 1965, 1967; Физматлит, 2002.
2. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. – М.: Наука, 1965.
3. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. – М.: Наука, 1972.

б) дополнительная литература:

1. Арфкен Г. Математические методы в физике. – М.: Атомиздат, 1970.
2. Гольдфайн И.А. Векторный анализ и теория поля. – М.: Наука, 1968.
3. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. – М.: Наука, 1967.
4. Джеффрис Г., Свирлс Б. Методы математической физики. Вып.1. – М.: Мир, 1969.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. <http://www.lib.unn.ru/php/showsel.php?ViewType=2&DB=1>
2. <http://www.lib.unn.ru/php/searchext.php?Type=2&Action=1>
3. http://www.unn.ru/books/met_files/OVTA.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор (ы) _____ А.А. Дубков

Заведующий кафедрой «Математические методы в радиофизике» _____ А.А. Дубков

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.