

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### **Программа дисциплины**

Математические методы обработки экспериментальных данных Б1.Б.5

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Масленникова Ю.С.

**Рецензент(ы):** Таюрская Г.В.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Масленникова Ю.С. (Кафедра радиофизики, Отделение радиофизики и информационных систем), yuliams1@gmail.com

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способность описывать новые методики инженерно-технологической деятельности
ПК-3	Способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем подготовки)
ОПК-3	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-9	Способность к ведению документации по НИР (смет, заявок на материалы, оборудование и т.п.) с учетом существующих требований и форм отчетности
ОПК-4	Способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
ПК-1	Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики
ПК-7	Способность к подготовке и проведению лабораторных и семинарских занятий (включая участие в разработке учебно-методических пособий), к руководству научной работой обучающихся младших курсов образовательных организаций высшего образования и общеобразовательных организаций в области физики и радиофизики

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные понятия и принципы планирования и организации эксперимента;  
основы корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа;  
методы оптимизации многофакторных объектов

Должен уметь:

проводить оптимизацию объекта исследования;  
грамотно формулировать цель и задачи, решаемые в процессе проведения эксперимента;  
применять различные критерии согласия для проверки гипотез;  
уметь правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения;

Должен владеть:

методиками обработки и анализа экспериментальных данных с помощью компьютерных программ

Должен демонстрировать способность и готовность:

сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей (ПК-48);  
ставить и решать прикладные исследовательские задачи (ПК-51);  
способность и готовность проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований (ПК-52);  
способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-55).

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Физика магнитных явлений)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, в 1 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Контактная работа - 39 часа(ов), в том числе лекции - 13 часа(ов), практические занятия - 26 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 69 часа (ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

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

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Спектральный анализ сигналов	1	2	5	0	13
2.	Тема 2. Квазиспектральный анализ. Метод Прони	1	2	5	0	13
3.	Тема 3. Корреляционный анализ	1	3	5	0	14
4.	Тема 4. Линейная и нелинейная регрессия	1	3	5	0	14
5.	Тема 5. Факторный и кластерный анализ	1	3	6	0	15
	Итого		13	26	0	69

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Спектральный анализ сигналов

Применение окон при спектральном оценивании. Оценка спектра случайных процессов по методам Бартлетта и Даньелла. Ограничения на разрешающую способность. Математические библиотеки и функции, используемые для спектрального анализа.

###### Тема 2. Квазиспектральный анализ. Метод Прони

Оценивание частот составляющих сигнала по методу Прони. Разрешающая способность метода. Выбор оптимального порядка авторегрессионной модели в методе Прони. Математические библиотеки и функции, используемые для квазиспектрального анализа.

###### Тема 3. Корреляционный анализ

Типы случайных величин, шкалирование. Основные положения корреляционного анализа. Ковариация и коэффициент корреляции. Ранговая корреляция.

###### Тема 4. Линейная и нелинейная регрессия

Основные положения регрессионного анализа. Классификация методов регрессии. Метод наименьших квадратов. Интервальная оценка и проверка значимости уравнения регрессии. Нелинейная регрессия. Оценка параметров нелинейной регрессии.

###### Тема 5. Факторный и кластерный анализ

Типология задач кластеризации (Типы входных данных, Цели кластеризации, Методы кластеризации). Формальная постановка задачи кластеризации. Задачи и возможности факторного анализа. Условия применения факторного анализа

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

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

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

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

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

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Компьютерная программа	ПК-1	1. Спектральный анализ сигналов
2	Компьютерная программа	ПК-1	2. Квазиспектральный анализ. Метод Прони
3	Коллоквиум	ПК-3, ПК-1, ОПК-4, ОПК-3	3. Корреляционный анализ 4. Линейная и нелинейная регрессия 5. Факторный и кластерный анализ
	<b>Зачет</b>	ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7, ПК-9	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	1 2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Коллоквиум	Высокий уровень владения материалом по теме. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала.	Средний уровень владения материалом по теме. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован средний уровень понимания материала.	Низкий уровень владения материалом по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат освоен частично. Продемонстрирован удовлетворительный уровень понимания материала.	Неудовлетворительный уровень владения материалом по теме. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат не освоен. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания материала.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

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

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Компьютерная программа**

Тема 1

1. Сгенерировать реализацию сигнала с заданными преподавателем значениями частот и амплитуд. К детерминированному сигналу, заданному выражением, добавить шум, используя генератор случайных чисел.
2. Рассчитать спектр сигнала как непосредственно по исходной реализации, так и с использованием заданного окна. Полученные амплитудные спектры представляются на одном графике (следует использовать логарифмический по вертикальной оси масштаб). На отдельном рисунке следует представить также более крупно вид спектра вблизи некоторого максимума.
3. Последовательно уменьшая амплитуду одной из составляющих, зафиксировать значения, при которых данная составляющая перестает быть различимой в спектре, вычисленном без применения и с применением оконной функции. Аналогично пункту 2 подготовить графики спектров, соответствующих данным значениям амплитуды.

**2. Компьютерная программа**

Тема 2

1. Сгенерировать реализацию сигнала с заданными преподавателем значениями частот и амплитуд. К детерминированному сигналу, заданному выражением, добавить шум, используя генератор случайных чисел.
2. В соответствии с методом Прони оценить коэффициенты линейного предсказания, затем найти корни характеристического уравнения.
3. Оценить частоты составляющих.
4. Повторить вычисления в соответствии с пунктами 1-3 при различном уровне шума. Для каждого значения уровня шума выполнить по несколько экспериментов, определить характерное значение ошибки оцененного по методу Прони значения частоты.

**3. Коллоквиум**

Темы 3, 4, 5

- 1) Решение задачи на поиск параметров линейной регрессии между двумя наборами данных. Расчет коэффициента детерминации и коэффициента корреляции.
- 2) Решение задачи на оценку коэффициента корреляции между двумя наборами данных. Проверка значимости коэффициента корреляции
- 3) Теоретический вопрос на тему базовых основ факторного и кластерного анализа

**Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Цифровой спектральный анализ
2. Применение окон при спектральном оценивании
3. Спектральный анализ длинных выборок
4. Квазиспектральный анализ. Метод Прони
5. Метод наименьших квадратов (преимущества и ограничения)
6. Проверка статистических гипотез (статистика, выборочное пространство, правило и критерии принятия решений, ошибки 1-ого и 2-ого рода, мощность критерия, рабочая характеристика, отношение функции правдоподобия)
7. Критерий Стьюдента
8. Непараметрические критерии при проверке гипотез. Критерий Вилкоксона.
9. Критерий Неймана-Пирсона. Критерий Байеса. Примеры приложений.
10. Линейная регрессия. Связь с коэффициентом детерминации и коэффициентом корреляции
11. Нелинейная регрессия
12. Корреляционный анализ

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определённом языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдаётся преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата.	1 2	20 20
Коллоквиум	На занятии обучающиеся выступают с ответами, отвечают на вопросы преподавателя, обсуждают вопросы по изученному материалу. Оцениваются уровень подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
		Всего:	50
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

##### 7.1 Основная литература:

- 1) Методы математической обработки экспериментальных данных: Учебно-методическое пособие / Гребенникова И.В., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 124 с. [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. (Высшее образование: Бакалавриат). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=947245>
- 2) Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / Флах П. - М. : ДМК Пресс, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html>



3) Методы и алгоритмы обработки данных : учеб. пособие / А.А. Григорьев. М. : ИНФРА-М, 2018. 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. (Высшее образование: Бакалавриат). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=922736>

## **7.2. Дополнительная литература:**

- 1) Python и анализ данных [Электронный ресурс] / Уэс Маккинли - М. : ДМК Пресс, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603154.html>
- 2) Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс] - Учебное пособие для вузов / Боровиков В.П. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203265.html>
- 3) Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт - М. : ДМК Пресс, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603307.html>

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

Computer Science Center - <https://compscicenter.ru/videos/>  
Coursera - <https://www.coursera.org/>  
ЛЕКТОРИУМ ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ - <https://www.lektorium.tv/>

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

Целью самостоятельных работ является практическое освоение методов обработки сигналов, обсуждаемых в лекционном курсе. В лекция приводятся минимальные теоретические сведения, необходимые для выполнения практических заданий, в силу своей краткости материалы лекционного курса не могут заменить собой знакомства с дополнительной литературой по данным вопросам.

Предполагается, что практические задания будут выполняться в системе Matlab, которая является на данный момент наиболее мощным и признанным инструментом для решения задач обработки данных и сигналов, либо в одной из совместимых с Matlab свободно распространяемых систем (Octave, FreeMat, RLab и др). В каждом описании приводятся функции системы Matlab, позволяющие решить поставленные задачи.

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

Освоение дисциплины "Математические методы обработки экспериментальных данных" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian  
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian  
Браузер Google Chrome  
Adobe Reader XI

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

Освоение дисциплины "Математические методы обработки экспериментальных данных" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений .