

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт солнечно-земной физики  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИСЗФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_ А.В. Медведев

«11» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.ДВ.1.2 Математические методы обработки экспериментальных  
данных**

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский,  
педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2023

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

|   |              |
|---|--------------|
| РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал<br>кандидат физико-математических наук | В. П. Грозов |
|---|--------------|

## 1. Место и роль дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули) по выбору» основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки Физика солнечно-земных связей направления подготовки 03.04.02 Физика.

## 2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Основная цель курса – дать студентам представления о математических методах анализа и обработки экспериментальных данных.

Задачами дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» является формирование знаний о методах математической статистики, численных методах решения практических задач, навыков обработки экспериментальных данных с помощью ЭВМ.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки 03.04.02 Физика:

| Компетенции  | Индикаторы достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|--|
| ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки; | ИД 1. Сбор и систематизация научно-исследовательской информации о рассматриваемом объекте или явлении с использованием информационных технологий в рамках задач предметной области                   | <b>Знать</b> математический анализ, элементы теории вероятностей принципы построения методов статистической обработки экспериментальных данных;<br><b>Уметь</b> математически формулировать условия физических задач   |
|  | ИД 2. Критическая оценка достоверности полученной научно-исследовательской информации о рассматриваемом объекте или явлении;   | <b>Знать</b> ограничения и условия применимости различных групп методов обработки данных;<br><b>Уметь</b> выделять главное содержание исследуемого физического явления и выбирать средства анализа и обработки, наиболее эффективные для конкретных экспериментальных данных |
|  | ИД 4. Применение на практике методов и алгоритмов разработки программного обеспечения для решения проблем в рамках научно-исследовательских задач в том числе задач обработки наблюдательных данных. | <b>Знать</b> принципы построения методов статистической обработки экспериментальных данных;<br><b>Владеть</b> навыками работы в программных средствах, предназначенных для анализа данных эксперимента;<br><b>Владеть</b> навыками самостоятельного проведения исследований  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики | ИД-1. Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей  | <b>Знать</b> терминологию математической статистики и теории обработки сигналов;   |
|  | ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.      | <b>Владеть</b> навыками поиска, отбора информации по теме «Математические методы обработки экспериментальных данных»;  |
|  | ИД 3. Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей | <b>Знать</b> математические методы обработки экспериментальных данных<br><b>Владеть</b> навыками сбора и хранения экспериментальных данных для конкретного исследования; |
|  | ИД 4. Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.  | <b>Уметь</b> правильно понимать и эффективно интерпретировать полученные результаты исследования.  |

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

| Вид учебной работы                                | Всего часов / зачетных единиц |
|---|-------------------------------|
| <b>Аудиторные занятия</b> (всего)                 | <b>72/2</b>                   |
| В том числе:                                      |                               |
| Лекции  | 36/1                          |
| Лабораторные работы                               |                               |
| Практические занятия                              | 36/1                          |
| <b>Самостоятельная работа</b> (всего)             | <b>36/1</b>                   |
| Вид промежуточной аттестации (зачет)              |                               |
| <b>Контактная работа</b> (всего)                  | <b>72/2</b>                   |
| <b>Общая трудоёмкость</b> (часы/зачетные единицы) | <b>108/3</b>                  |

**5. Содержание учебной дисциплины.**  
**5.1. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий**

| № п/п               | Раздел  | Всего часов | Аудиторные занятия |              |                      | СРС       |
|---------------------|---|-------------|--------------------|--------------|----------------------|-----------|
|                     |   |             | Лекции             | Лаб. занятия | Практические занятия |           |
| 1.                  | Основные модельные распределения  | 8           | 2                  |              | 2                    | 4         |
| 2.                  | Проверка гипотез  | 10          | 2                  |              | 4                    | 4         |
| 3.                  | Критерий отношения правдоподобия  | 12          | 4                  |              | 4                    | 4         |
| 4.                  | Непараметрические критерии  | 12          | 4                  |              | 4                    | 4         |
| 5.                  | Спектрально-корреляционный анализ случайных сигналов.   | 20          | 8                  |              | 6                    | 6         |
| 6.                  | Дискретно-временной ряд Фурье и дискретно-временное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. | 24          | 8                  |              | 8                    | 8         |
| 7.                  | Анализ временных рядов  | 22          | 8                  |              | 8                    | 6         |
| <b>Итого (часы)</b> |   | <b>108</b>  | <b>36</b>          |              | <b>36</b>            | <b>36</b> |
| <b>Итого (з.е.)</b> |   | <b>3</b>    | <b>1</b>           |              | <b>1</b>             | <b>1</b>  |

**5.2. Содержание разделов дисциплины**

**1. Основные модельные распределения**

Случайные величины. Дискретные и непрерывные распределения. Параметры распределений: среднее значение, дисперсия, моменты. Ковариационная матрица, коэффициент корреляции. Основные распределения и их параметры: нормальное, биномиальное, Пуассона, Стюдента, Фишера, равномерное, нормальное,  $\chi^2$ . Центральная предельная теорема.

**2. Проверка гипотез**

Оценка параметров распределений по ограниченной выборке. Точечные и интервальные оценки. Параметрические и непараметрические задачи. Выборочное пространство, уровень значимости, мощность критерия. Простые и сложные гипотезы. Свойства оценок: состоятельность, смещение, эффективность, робастность (устойчивость). Понятие информации Фишера и неравенство Рао-Крамера. Способы построения оценок, метод моментов. Способы построения несмещенной оценки, робастной оценки. Критерий согласия и способы его построения. Критерий  $\chi^2$ . Оценка качества аппроксимации в методе максимального правдоподобия. Другие критерии согласия: проверка последовательностей, критерий Колмогорова-Смирнова.

**3. Критерий отношения правдоподобия**

Метод максимального правдоподобия. Односторонние и двусторонние гипотезы. Отсев грубых измерений при малых выборках. Отсев грубых измерений при больших выборках. Оценка погрешностей и построение доверительных интервалов в методе максимального правдоподобия. Примеры использования метода максимального правдоподобия для аппроксимации гистограммы, определения времени жизни, оценки дисперсии.

**4. Непараметрические критерии.**

Проверка однородности двух выборок. Критерий Вилкоксона. Оценка статистической связи. Коэффициенты корреляции Спирмена, Кендалла.

### 5. Спектрально-корреляционный анализ случайных сигналов.

Дискретные случайные процессы и их основные характеристики. Стационарные и эргодические процессы. Спектр мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Периодограмма случайного процесса. Дисперсия периодограммы. Дисперсия спектра мощности. Понятие о временном окне. Стратегия выбора временного окна. Обзор характеристик спектров для базовых временных окон. Функция когерентности и ее свойства. Взаимный амплитудный и фазовый спектр.

### 6. Дискретно-временной ряд Фурье и дискретно-временное преобразование Фурье.

ДВРФ и ДВПФ и их свойства. Разрешающая способность спектра. Энергетические характеристики ДВРФ и ДВПФ. Быстрое преобразование Фурье.

### 7. Анализ временных рядов.

Методы анализа временных рядов. Корреляционный анализ. Корреляционные функции различных сигналов. Методы анализа временных рядов. Корреляционный анализ: метод наименьших квадратов и его применение для обработки экспериментальных данных. Корреляционные функции различных сигналов. Фильтрация и сжатие одномерных и многомерных сигналов

### 5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик | № № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин |
|-------|---|---|
| 1.    | Производственная практика (НИР)                               | Разделы 1-8   |

### 5.4. Перечень лекционных занятий

| № п/п | № раздела и темы дисциплины (модуля) | Наименование используемых технологий | Трудоемкость (часы) | Оценочные средства |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 1.    | 1                                    | Лекция                               | 2                   | Ответы на вопросы  |
| 2.    | 2                                    | Лекция                               | 2                   | Ответы на вопросы  |
| 3.    | 3                                    | Лекция                               | 4                   | Ответы на вопросы  |
| 4.    | 4                                    | Лекция                               | 4                   | Ответы на вопросы  |
| 5.    | 5                                    | Лекция                               | 8                   | Ответы на вопросы  |
| 6.    | 6                                    | Лекция                               | 8                   | Ответы на вопросы  |
| 7.    | 7                                    | Лекция                               | 8                   | Ответы на вопросы  |

### 5.5. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

| № п/п | № раздела и темы дисциплины | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ | Трудоемкость (часы) | Оценочные средства           |
|-------|-----------------------------|---|---------------------|------------------------------|
| 1.    | 1                           | Основные распределения и их параметры                     | 2                   | Собеседование, решение задач |

|    |   |   |   |                              |
|----|---|---|---|------------------------------|
| 2. | 2 | Критерий согласия и способы его построения. Критерий $\chi^2$   | 4 | Собеседование, решение задач |
| 3. | 3 | Оценка погрешностей и построение доверительных интервалов в методе максимального правдоподобия.           | 4 | Собеседование, решение задач |
| 4. | 4 | Проверка однородности двух выборок. Критерий Вилкоксона   | 4 | Собеседование, решение задач |
| 5. | 5 | Дискретные случайные процессы и их основные характеристики  | 6 | Собеседование, решение задач |
| 6. | 6 | Быстрое преобразование Фурье  | 8 | Собеседование, решение задач |
| 7. | 7 | Корреляционный анализ: метод наименьших квадратов и его применение для обработки экспериментальных данных | 8 | Собеседование, решение задач |

### 5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

| Раздел | Тема | Вид самостоятельной работы    | Задание  | Рекомендуемая литература  | Кол-во часов |
|--------|------|-------------------------------|--|---|--------------|
| 1.     | 1    | Самостоятельное решение задач | Задача на определение параметров распределения   | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт 6) | 4            |
| 2.     | 2    | Самостоятельное решение задач | Задача на вычисление критерия $\chi^2$   | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт 6) | 4            |
| 3.     | 3    | Самостоятельное решение задач | Задача на оценку погрешностей и построение доверительных интервалов в методе максимального правдоподобия | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт 6) | 4            |
| 4.     | 4    | Самостоятельное решение задач | Задача на проверку критерия Вилкоксона   | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт 6) | 4            |
| 5.     | 5    | Самостоятельное решение задач | Задача на построение спектра мощности случайного процесса  | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения                      | 4            |

|    |   |                               |   |   |   |
|----|---|-------------------------------|---|---|---|
|    |   |                               |   | дисциплины (пункт 6)  |   |
| 6. | 6 | Самостоятельное решение задач | Задача на вычисление спектров функций с помощью быстрого преобразования Фурье | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт 6) | 6 |
| 7. | 7 | Самостоятельное решение задач | Задача на проведение корреляционного анализа методом наименьших квадратов     | Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт 6) | 4 |

### 5.7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

#### Варианты самостоятельных заданий:

1. В результате эксперимента получена выборка объема  $n = 60$ :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 2 | 0 | 6 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 5 | 3 | 5 | 1 | 0 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 7 | 4 | 3 | 6 | 2 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 |

Построить статистический ряд, полигон относительных частот и гистограмму.

2. Имеется выборка, содержащая 15 числовых значений некоторого признака случайной величины  $X$ .

#### Построить:

- 1) статистическое распределение выборки;
- 2) полигон частот;
- 3) эмпирическую функцию распределения;
- 4) интервальный ряд;
- 5) гистограмму частот;

#### Вычислить:

- 6) выборочную среднюю;
- 7) выборочную дисперсию;
- 8) выборочное средне-квадратическое отклонение;
- 9) моду;
- 10) медиану.

|          |    |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |
|----------|----|----|----|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|
| <b>X</b> | 17 | 10 | 26 | 20 | 4 | 17 | 20 | 26 | 20 | 4 | 10 | 29 | 20 | 17 | 10 |
|----------|----|----|----|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|

3. Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,05 проверить, согласуется ли гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности  $X$  с эмпирическим распределением выборки:

|       |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| $x_i$ | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| $n_i$ | 6  | 8  | 12 | 24 | 22 | 17 | 11 |

4. Найти зависимость коэффициент корреляции и оценить тесноту линейной связи, используя уравнение  $Y = b_0 + b_1x$ :

| № п/п | $x_i$ | $y_i$ |
|-------|-------|-------|
| 1     | -134  | -1329 |
| 2     | -239  | -2516 |
| 3     | -184  | -1613 |
| 4     | -258  | -2040 |
| 5     | -422  | -4618 |
| 6     | -418  | -4476 |
| 7     | -394  | -4196 |
| 8     | -364  | -3328 |
| 9     | -130  | -1516 |
| 10    | -171  | -1503 |

5. Используя критерий Колмогорова, проверить на уровне значимости 10% гипотезу о том, что выборка 0,90; 0,56; 0,05; 0,21; 0,97; 0,80; 0,04; 0,12; 0,73; 0,49 является выборкой наблюдений равномерно распределённой случайной величины  $X \sim R(0, 1)$ .

6. Определить с надёжностью  $\gamma = 0,9$  ( $\alpha = 0,1$ ) доверительный интервал для математического ожидания случайной величины с точечными оценками  $m_x = 55$  и  $S^2 = 658,6$ . Объем выборки  $n = 6$

7. Найти методом наибольшего правдоподобия оценку параметра  $p$  биномиального распределения  $P_n(k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$ , если в  $n_1$  независимых испытаниях событие  $A$  появилось  $m_1$  раз и в  $n_2$  независимых испытаниях событие  $A$  появилось  $m_2$  раз.

8. Даны две выборки. Первая содержит  $m = 12$  элементов 17; 22; 3; 5; 15; 2; 0; 7; 13; 97; 66; 14. Вторая содержит  $n = 14$  элементов 47; 30; 2; 15; 1; 21; 25; 7; 44; 29; 33; 11; 6; 15. Провести проверку однородности функций распределения двух выборок с помощью критерия Вилкоксона.

9. Показать, что стационарный в широком смысле процесс имеет комплексносопряжённую четную автокорреляцию, т. е.  $r_{xx}(\tau) = r_{xx}^*(-\tau)$ .

10. Пусть  $x(t)$  и  $y(t)$  - действительные процессы. Доказать, что  $P_{xx}(z) = P_{xx}(1/z)$ ,  $P_{xy}(z) = P_{xy}^*(1/z^*)$ .

11. Найти прямое и обратное преобразование Фурье следующих функций:

$$f(x) = e^{-x^2/2} \text{Cos}(ax), a \in \mathbf{R}$$

$$f(x) = e^{-x^2/2} \text{Sin}(ax), a \in \mathbf{R}$$

$$f(x) = \begin{cases} x^2, & \text{если } |x| \leq 1 \\ 0, & \text{если } |x| > 1 \end{cases}$$

12. Были проранжированы 11 факторов, влияющих на ход технологического процесса двумя независимыми экспертами. В итоге были получены две последовательности рангов:

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|
| i |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 | 1 |
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |

|   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |
|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|---|
| i |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  | 0 |
|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|---|

Определить, согласуются ли мнения независимых экспертов, используя коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла.

13. В результате эксперимента получена табличная зависимость  $y(x)$ . Подобрать аналитические зависимости  $f(x) = b_1 + b_2x + b_3x^2 + b_4x^4 + b_5x^5$ ,  $g(x) = a_1 + a_2x + a_3x^2 + a_4x^4 + a_5x^5$  и  $\varphi(x) = \tilde{n}_1 + \tilde{n}_2x + \tilde{n}_3x^2 + \tilde{n}_4x^4 + \tilde{n}_5x^5$  методом наименьших квадратов. Пользуясь значением индекса корреляции выбрать наилучшую из них. Построить графики экспериментальных точек, подобранных зависимостей.

|    |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|    |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 6  |
| 2  | 1,3 | 0,6 | ,1 | ,8 | ,5 | ,2 | ,9 | ,6 | ,3 |    | ,7 | ,4 |
|    |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |
| 10 | 5   |     | ,7 | ,8 |    |    |    | 0  | 0  | 00 | 38 |    |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Основная литература

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы   | Количество экземпляров |
|-------|--|------------------------|
| 1.    | Измерение и анализ случайных процессов [Текст] : пер. с англ. / Дж. Бендат, А. Пирсол. - М. : Мир, 1974. - 463 с. : ил. - Библиогр.: с.430-433 .               | 3                      |
| 2.    | Спектральный анализ случайных процессов [Текст] : научное издание / Ю.И. Грибанов, В.Л. Мальков. - М. : Энергия, 1974. - 239 с. : черт. - Библиогр.: с.231-237 | 2                      |
| 3.    | Теория вероятностей: [Учебник для аспирантов и справочник для научных работников] / М. Лоэв ; Пер. с англ. - М. : Изд. иностр. лит., 1962. - 719 с.            | 2                      |

### 6.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы  | Количество экземпляров |
|-------|---|------------------------|
| 1.    | Теория вероятностей. Математическая статистика. Теоретическая кибернетика / ред. Р. В. Гамкрелидзе. - М. : ВИНТИ, 1965 - 1983., Т.11 (1974) ; Т.12 (1975) ; Т.13 (1976) ; Т.14 (1977) ; Т.16 (1979) ; Т.19 (1982) ; Т.20, 21 (1983). - 130 с. - (Итоги науки и техники) | 8                      |

### 6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- <http://ssrt.iszf.irk.ru/indexru.shtml>
- Лань: электронно-библиотечная система.- <http://e.lanbook.com/books>
- Exponenta.ru - <http://www.exponenta.ru/>
- Математическая библиотека - <http://mathedu.ru/>
- Библиотека по естественным наукам <http://jurs.benran.ru/JurCat/Main>
- Коллекция научной литературы <http://lib.istp/>

### 6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>

#### **6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:**

- Ионосферные данные ИСЗФ СО РАН <http://dep1.iszf.irk.ru/>

#### **6.6. Программное обеспечение**

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)
- Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)
- 7-Zip (свободно распространяемое ПО)
- Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО)
- Mozilla Firefox 1 (свободно распространяемое ПО)
- VLC Mediaplayer (свободно распространяемое ПО)
- K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО)
- Дистрибутив Python Anaconda (свободно распространяемое ПО)
- Набор компиляторов GCC (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Система ВКС VideoMost Proton

#### **7. Образовательные технологии**

- Интерактивные лекции
- Решение задач
- Групповые дискуссии

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Творческие задания в форме изложения проблемного материала;
- Групповые оценки и взаимооценки: а именно рецензирование магистрантами выступлений друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- Решение задач
- Конспектирование

При необходимости, в процессе работы над заданием, магистрант может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

#### **8. Практическая подготовка**

Практическая подготовка обучающихся в рамках реализации данной учебной дисциплины осуществляется на практических занятиях.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

|  |   |
|--|---|
| <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> | <p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li> <li>• экран для проектора Projecta</li> <li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li> <li>• ноутбук ASUS L1500CDA Windows 10 Pro</li> <li>• система акустическая Electro Voice EVID 6.2</li> </ul>                                      |
| <p>Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы</p>  | <p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 7 посадочных мест, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• персональные компьютеры Неттоп Think Center Lenovo M710Q</li> <li>• мониторы ПУАМА PL2283Н, Dell CRHX9K2</li> <li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li> <li>• экран для проектора Projecta</li> <li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li> </ul> |
| <p>«Лаборатория развития новых методов радиофизической диагностики»</p>  | <p>Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Приемник сигналов глобальных навигационных спутниковых систем Javad Delta-G3T с антенной Javad RingAnt-G3T,</li> <li>• приемник сигналов глобальных навигационных спутниковых систем Novatel GPStation-6-B5S-B0P-F1</li> <li>• Ноутбук ASUS UX410U</li> <li>• Специализированная мебель на 14 посадочных мест</li> </ul>   |