Приложение 5

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института




Т. В. Пасько
«13» апреля 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине 2.1.Э.1 Методы анализа и обработки данных в научных исследованиях

Научная специальность: 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Формы обучения: очная

год набора: 2026

Тамбов, 2026

**Автор программы:**
Доктор технических наук, доцент Ковалева Ольга Александровна

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20 октября 2021 г. № 951).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «13» апреля 2026 г. Протокол № 8

# СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины…… 4

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры……. 4

3. Объем и содержание дисциплины…… 5

4. Контроль знаний обучающихся……. 6

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины…… 9

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы……. 10

**1. Цели и задачи дисциплины**

1.1 Цель дисциплины - приобретение аспирантами теоретических и практических знаний, умений и навыков в области анализа и обработки экспериментальных данных, подготовка к выбору основных факторов эксперимента, подбору эмпирических зависимостей для экспериментальных данных, оценке коэффициентов регрессионной модели эксперимента, построению оптимальных планов для научно-технических экспериментов.

1.2 Задачи дисциплины:

- получение теоретических знаний и практических навыков по планированию эксперимента, приемов, навыков по выполнению научных и промышленных экспериментальных исследований с помощью методов обработки экспериментальных данных;
- формирование умения демонстрировать базовые знания планирования эксперимента и приобретать новые научные и профессиональные знания по дисциплине;
- формирование навыков применения программных продуктов и информационно-коммуникационных технологий для анализа результатов экспериментальных научных исследований.

1.3 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- современные методы обработки экспериментальных данных;
- сущность задачи аппроксимации экспериментальных данных;
- методы анализа результатов научного эксперимента;
- основные математические пакеты для анализа данных;
- теоретические основы применения статистических методов.

**Уметь:**

- подбирать конкретный метод анализа экспериментальных данных;
- анализировать процессы в соответствующей профессиональной области;
- получать нужную информацию из результатов научных исследований;
- использовать современное программное обеспечение для пк с целью анализа процессов в профессиональной деятельности;
- использовать статистические методы обработки и анализа массовых экспериментальных данных в научных исследованиях различной направленности;
- делать точечные оценки параметров регрессионной модели и анализировать их свойства.

**Владеть:**

- навыками обработки и анализа информации по теме исследования;
- навыками работы в современных математических пакетах для интерполяции и аппроксимации;
- навыками работы в математических пакетах для приближенного поиска минимума ошибки модели с целью определения ее параметров;
- методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных;
- навыками вычисления коэффициентов корреляции и детерминации для оценки применимости рассматриваемой модели процесса;
- методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента.

**2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:**

Дисциплина «Методы анализа и обработки данных в научных исследованиях» относится к образовательному компоненту "Дисциплины (модули)" программы аспирантуры по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Дисциплина «Методы анализа и обработки данных в научных исследованиях» является элективной.

Дисциплина «Методы анализа и обработки данных в научных исследованиях» изучается в 2 семестре.

**3.Объем и содержание дисциплины**

3.1.Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

| Вид учебной работы | Очная (всего часов) |
|---|---|
| **Общая трудоёмкость дисциплины** | **72** |
| Контактная работа | 4 |
| Лекции (Лекции) | 2 |
| Практические (Практ. раб.) | 2 |
| Самостоятельная работа (СР) | 68 |
| Зачет | - |

3.2.Содержание дисциплины:

| № темы | Название раздела/темы | Вид учебной работы, час. | | | Формы текущего контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Лекции | Практ. раб. | СР | |
| | | О | О | О | |
| 2 семестр | | | | | |
| 1 | Основные понятия.Методы интерполяции данных. Примеры программ в математических пакетах. | 2 | 2 | 68 | Опрос |

**Тема 1. Основные понятия.Методы интерполяции данных. Примеры программ в математических пакетах.**

**Лекция.**

Понятия интерполяции и экстраполяции данных. Место анализа данных в различных областях человеческой деятельности.

Постановка задачи интерполяции и аппроксимации. Применение на практике.

Языки программирования для анализа данных: Python, математические пакеты Mathcad и MATLAB.

Кусочно-линейная и квадратичная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Недостатки и достоинства интерполяционных формул.

Использование сплайнов. Квадратичные и кубические сплайны. Построение интерполяционных многочленов в аналитическом виде в пакете Mathcad. Анализ результатов для разных видов интерполяционных формул.

**Практическое занятие.**

Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD (интерполяция).

Построение интерполяционных многочленов в аналитическом виде в пакете Mathcad.

**Задания для самостоятельной работы.**

1. По основной литературе [1] изучить основные методы интерполяции.

2. В математическом пакете Mathcad или MATLAB произвести построение разных видов интерполяционных формул для данных в исследуемой области, построить графики в одной системе координат и сравнить результаты.

Тема 2. Методы построения аппроксимирующих функций по экспериментальным данным. Использование математических пакетов.

Понятие математической модели процесса.

Характер экспериментальных данных и подбор эмпирических функций. Переопределенные системы уравнений. Сущность задачи аппроксимации экспериментальных данных.

Минимизация сумм модулей и квадратов остатков модели. Построение функции ошибки для заданного вида функции-модели, описывающей процесс в исследуемой области. Метод наименьших квадратов (МНК): историческая справка, реализация в математических пакетах MATLAB и Mathcad, нахождение параметров модели исследуемого процесса.

Вывод системы нормальных уравнений. Решение в простейшем случае для линейной регрессии y(x) = ax+b. Коэффициенты корреляции и детерминации. Вычисление коэффициентов корреляции и детерминации в пакете Mathcad.

Нелинейная регрессия. Линеаризация. Примеры моделей, не сводящихся к линейным. Обзор численных методов решения экстремальных задач применительно к минимизации суммы квадратов остатков модели. Примеры использования численных методов в пакетах Mathcad и MATLAB для приближенного поиска минимума ошибки модели с целью определения ее параметров. Взвешенный МНК.

Основные понятия теории искусственных нейронных сетей: уравнение нейрона, функция активации, однослойные и многослойные сети. Формирование архитектуры сети в пакете MATLAB. Функция ошибки, характеризующая качество обучения (МНК). Обучение нейронных сетей для аппроксимации экспериментальных данных. Примеры в пакете MATLAB.

Задания для самостоятельной работы:

1. По основной литературе [1, 2] освоить метод наименьших квадратов (МНК), решить задачи о построении уравнений линейной регрессии.

2. В математическом пакете Mathcad найти численные решения задачи определения параметров нелинейных моделей процессов в исследуемой области по экспериментальным данным, используя реализацию МНК в пакете, а также сведя к решению экстремальной задачи на минимум суммы квадратов остатков модели.

3. По основной литературе [3] ознакомиться с основными понятиями теории искусственных нейронных сетей.

4. Используя многослойные нейронные сети, в пакете MATLAB построить аппроксимацию экспериментальных данных в исследуемой области.

Тема 3. Генераторы случайных процессов

Генераторы псевдослучайных чисел на ЭВМ: основные алгоритмы. Генерация случайных процессов с заданными характеристиками.

Задания для самостоятельной работы:

По дополнительной литературе [1] изучить моделирование непрерывных случайных величин с заданным законом распределения в MATLAB.

**4. Контроль знаний обучающихся**

4.1. Формы текущего контроля работы аспирантов: Опрос

**4. Контроль знаний обучающихся и оценочные средства**

4.1 Оценочные средства текущего контроля

**Опрос**

1 Постановка задачи аппроксимации функций.
2 Когда применяется интерполяция функций?
3 Постановка задачи интерполяции.
4 Что является исходными данными в задаче аппроксимации функций?

5 Что такое линейная интерполяция и как она реализуется в системе MathCAD?
6 Получить формулу интерполяционного полинома Лагранжа.
7 Реализация вычислений значений интерполяционного полинома
8 Лагранжа в системе MathCAD.
9 Что такое сплайн-интерполяция и как она реализуется в системе
10 MathCAD?
11 Когда применяется линейная интерполяция, интерполяция полиномом
12 Лагранжа, сплайн-интерполяция?
13 Как влияет число узлов на абсолютную погрешность интерполяции?
14 Постановка задачи аппроксимации функции методом наименьших
15 квадратов.
16 Когда применяется метод наименьших квадратов?
17 Получить решение задачи о вычислении коэффициентов
18 аппроксимирующего полинома в методе наименьших квадратов.
19 Сущность аппроксимации методом наименьших квадратов;
20 Принципиальное отличие метода интерполирования от метода
21 наименьших квадратов.
22 Какие группы функций пакета Neural Networks Toolbox вы знаете?
23 Назовите функции, с помощью которых можно создать сеть.
24 Как получить справочную информацию по интересующей функции?
25 Опишите «соревновательную» функцию NNT. Какие параметры можно задавать в соответствующем запросе?
26 Назовите различия использования функций hardlim(X) и hardlims(X).
27 Что может быть задано в качестве параметра X? Привести примеры.
28 Охарактеризуйте аргументы net, Pd, Tl, Ai, Q, TS, VV, TV функции trainbfg().
29 Как можно задать максимальное количество циклов обучения сети и начальные входные условия?
30 Какую информацию возвращает функция learncon(code)?
31 Назовите функции, выполняющие одномерную оптимизацию НС.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

**Вопросы зачета**

1 Понятия интерполяции и экстраполяции данных.
2 Место анализа данных в различных областях человеческой деятельности.
3 Постановка задачи интерполяции и аппроксимации. Применение на практике.
4 Языки программирования для анализа данных: Python, математические пакеты Mathcad и MATLAB.
5 Кусочно-линейная и квадратичная интерполяция.
6 Интерполяционный многочлен Лагранжа.
7 Интерполяционная формула Ньютона.
8 Использование сплайнов. Квадратичные и кубические сплайны.
9 Анализ результатов для разных видов интерполяционных формул.
10 Понятие математической модели процесса.
11 Характер экспериментальных данных и подбор эмпирических функций.
12 Сущность задачи аппроксимации экспериментальных данных.
13 Минимизация сумм модулей и квадратов остатков модели.
14 Построение функции ошибки для заданного вида функции-модели, описывающей процесс в исследуемой области.

15 Метод наименьших квадратов (МНК): историческая справка, реализация в математических пакетах MATLAB и Mathcad, нахождение параметров модели исследуемого процесса.

16 Вывод системы нормальных уравнений. Решение в простейшем случае для линейной регрессии $y(x) = ax+b$.

17 Коэффициенты корреляции и детерминации. Вычисление коэффициентов корреляции и детерминации в пакете Mathcad.

18 Нелинейная регрессия. Линеаризация. Примеры моделей, не сводящихся к линейным.

19 Обзор численных методов решения экстремальных задач применительно к минимизации суммы квадратов остатков модели.

20 Примеры использования численных методов в пакетах Mathcad и MATLAB для приближенного поиска минимума ошибки модели с целью определения ее параметров. Взвешенный МНК.

21 Основные понятия теории искусственных нейронных сетей: уравнение нейрона, функция активации, однослойные и многослойные сети.

22 Формирование архитектуры сети в пакете MATLAB. Функция ошибки, характеризующая качество обучения (МНК).

23 Обучение нейронных сетей для аппроксимации экспериментальных данных. Примеры в пакете MATLAB.

24 Генераторы псевдослучайных чисел на ЭВМ: основные алгоритмы. Генерация случайных процессов с заданными характеристиками.

**Задания для зачета**

1 Построить интерполяционный многочлен Лагранжа, произвести кусочно-линейную и сплайн-интерполяцию в аналитическом виде в пакете Mathcad для данных по заданию преподавателя. Построить графики в одной системе координат и сравнить результаты.

2 В математическом пакете Mathcad найти численные решения задачи определения параметров нелинейных моделей процессов в исследуемой области по заданию преподавателя, используя реализацию МНК в пакете, а также сведя к решению экстремальной задачи на минимум суммы квадратов остатков модели.

3 Используя многослойные нейронные сети, в пакете MATLAB построить аппроксимацию данных в исследуемой области по заданию преподавателя.

4.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации

| Оценка | Основные показатели достижения результата |
|---|---|

| | |
|---|---|
| «зачтено» | Демонстрирует высокий уровень знаний современных методов обработки экспериментальных данных; сущности задачи аппроксимации экспериментальных данных; методов анализа результатов научного эксперимента; основных математических пакетов для анализа данных; теоретических основных применения статистических методов.<br>Свободно ориентируется в методах анализа экспериментальных данных.<br>Анализирует процессы в соответствующей профессиональной области. Получает нужную информацию из результатов научных исследований. Использует современное программное обеспечение для ПК с целью анализа процессов в профессиональной деятельности;<br>Уверенно использует статистические методы обработки и анализа массовых экспериментальных данных в научных исследованиях различной направленности; делать точечные оценки параметров регрессионной модели и анализировать их свойства.<br>В полном объеме владеет навыками обработки и анализа информации по теме исследования; навыками работы в современных математических пакетах для интерполяции и аппроксимации; навыками работы в математических пакетах для приближенного поиска минимума ошибки модели с целью определения ее параметров; методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; навыками вычисления коэффициентов корреляции и детерминации для оценки применимости рассматриваемой модели процесса; методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента.<br>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. |
| «не зачтено» | Демонстрирует слабый уровень знаний современных методов обработки экспериментальных данных; сущности задачи аппроксимации экспериментальных данных; методов анализа результатов научного эксперимента; основных математических пакетов для анализа данных; теоретических основных применения статистических методов.<br>Не может анализировать процессы в соответствующей профессиональной области<br>Не ориентируется в методах анализа экспериментальных данных.<br>Не может получить нужную информацию из результатов научных исследований. Не может использовать современное программное обеспечение для ПК с целью анализа процессов в профессиональной деятельности;<br>Не может использовать статистические методы обработки и анализа массовых экспериментальных данных в научных исследованиях различной направленности; делать точечные оценки параметров регрессионной модели и анализировать их свойства.<br>Не владеет навыками обработки и анализа информации по теме исследования; навыками работы в современных математических пакетах для интерполяции и аппроксимации; навыками работы в математических пакетах для приближенного поиска минимума ошибки модели с целью определения ее параметров; методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; навыками вычисления коэффициентов корреляции и детерминации для оценки применимости рассматриваемой модели процесса; методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента.<br>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.<br>Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом. |

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Воронов М. В. Вычислительная математика : учебник для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2025. - 80 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/568385

2. Далингер В. А., Симонженков С. Д., Галюкшов Б. С. Теория вероятностей и математическая статистика с применением Mathcad : учебник и практикум для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2025. - 145 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/561782

3. Альсова О. К. Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim : учебник для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2025. - 115 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/564618

4. Боев В. Д. Имитационное моделирование систем : учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 253 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/563434

5.2 Дополнительная литература:

1. Маккинли, Уэс Python и анализ данных. - 2024-10-28; Python и анализ данных. - Саратов: Профобразование, 2019. - 482 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: http://www.iprbookshop.ru/88752.html

2. Тихомиров Д. А., Пинчук А. Н. Статистический анализ данных. Практический курс в SPSS и Jamovi : учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 353 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/568980

3. Яхъяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие. - 2022-07-28; Нечеткие множества и нейронные сети. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 315 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: http://www.iprbookshop.ru/97552.html

5.3 Иные источники:

1. Журнал «Вопросы статистики» - https://voprstat.elpub.ru

2. Журнал «Вычислительные методы и программирование. Новые вычислительные технологии» - http://www.maik.ru/ru/journal/vychmat/

3. Журнал «Кибернетика и системный анализ» - http://www.kibernetika.org/

**6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Microsoft Windows 10

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: https://urait.ru

2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/

3. Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» (издательство ГЭОТАР-медиа). – URL:. – URL: https://www.rosmedlib.ru/

4. Электронная библиотека ТГУ. – URL:

5. Электронная библиотека РФФИ. – URL: https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library

6. ЭБС ZNANIUM.COM - коллекция учебных изданий для СПО и Open Access. – URL: https://znanium.com/collections/basic/803/documents

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: https://elibrary.ru

8. Математические журналы МИАН - полнотекстовая коллекция журналов Математического института им. В.А. Стеклова РАН (МИАН) на платформе общероссийского портала Math-Net.Ru. – URL: http://www.mathnet.ru

**Электронная информационно-образовательная среда**

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.