**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук Департамент программной инженерии

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Доцент департамента математики факультета экономических наук, кандидат физико-математических наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е. Р. Горяинова «\_\_\_\_»­­ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. | УТВЕРЖДАЮ  Академический руководитель образовательной программы «Программная инженерия» профессор департамента программной инженерии, канд. техн. наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н. А. Павлочев «\_\_\_\_»­­ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Подп.идата*** |  |
| ***Инв.№дубл.*** |  |
| ***Взам.инв.№*** |  |
| ***Подп.идата*** |  |
| ***Инв.№подл*** |  |

**Разработка программного комплекса для исследования  
влияния аномальных наблюдений на точность  
прогнозирования в регрессионных моделях**

**Программа и методика испытаний  
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.17701729.11.04-01 ПМИ 02-1-ЛУ**

**Исполнители:**  
Студент БПИ-221

****

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Знатнов Е. П. /

«12» мая 2025 г

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.11.04-01 ПМИ 02-1-ЛУ

**Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях**

**Программа и методика испытаний**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Подп.идата*** |  |
| ***Инв.№дубл.*** |  |
| ***Взам.инв.№*** |  |
| ***Подп.идата*** |  |
| ***Инв.№подл*** |  |

**RU.17701729.11.04-01 ПМИ 02-1**

**Листов 26**

**АННОТАЦИЯ**

Программа и методика испытаний — это документ, в котором содержится информация о программном продукте, а также полное описание приемочных испытаний для данного программного продукта.

Настоящая Программа и методика испытаний для «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях» содержит следующие разделы:  
«Объект испытаний», «Цель испытаний», «Требования к программе», «Требования к программной документации», «Средства и порядок испытаний», «Методы испытаний», «Приложения».

В разделе «Объект испытаний» указано наименование, краткая характеристика и назначение программы.

В разделе «Цель испытаний» указана цель проведения испытаний.

Раздел «Требования к программе» содержит основные требования к программе, которые подлежат проверке во время испытаний (требования к функционалу).

Раздел «Требования к программным документам» содержит состав программной документации, которая представляется на испытания.

Раздел «Средства и порядок испытаний» содержит информацию о технических и программных средствах, которые следует использовать во время испытаний, а также порядок этих испытаний.

Раздел «Методы испытаний» содержит информацию об используемых методах испытаний.

Настоящий документ разработан в соответствии с требованиями:

1) ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов [1];  
2) ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки [2];  
3) ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов [3]; 4) ГОСТ 19.104-78 Основные надписи [4];  
5) ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам [5];   
6) ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом [6];  
7) ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению [10].

Изменения к данному документу оформляются согласно ГОСТ 19.603-78 [8], ГОСТ 19.604-78 [9].

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ГЛОССАРИЙ 7](#_Toc197699278)

[1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ 8](#_Toc197699279)

[1.1. Наименование программы 8](#_Toc197699280)

[1.2. Краткая характеристика области применения 8](#_Toc197699281)

[2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ 9](#_Toc197699282)

[2.1. Документы, на основании которых ведется разработка 9](#_Toc197699283)

[3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ 10](#_Toc197699284)

[3.1. Требования к функциональным характеристикам 10](#_Toc197699285)

[3.1.1. Состав выполняемых функций 10](#_Toc197699286)

[3.1.1.1. Создание и управление регрессионными моделями 10](#_Toc197699287)

[3.1.1.2. Генерация и обработка данных с аномалиями 11](#_Toc197699316)

[3.1.1.3. Методы очистки данных от аномалий 13](#_Toc197699342)

[3.1.1.4. Оценка влияния аномалий на качество регрессионных моделей 14](#_Toc197699371)

[3.1.2. Организация хранения данных 16](#_Toc197699399)

[3.1.3. Организация выходных данных 17](#_Toc197699420)

[3.1.4. Требования к интерфейсу 19](#_Toc197699446)

[3.2. Требования к надежности 20](#_Toc197699475)

[4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 22](#_Toc197699476)

[4.1. Состав программной документации 22](#_Toc197699477)

[4.2. Специальные требования к программной документации 22](#_Toc197699478)

[5. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ 24](#_Toc197699479)

[5.1. Технические средства, используемые во время испытаний 24](#_Toc197699480)

[5.2. Программные средства, используемые во время испытаний 24](#_Toc197699481)

[5.3. Порядок проведения испытаний 25](#_Toc197699482)

[6. СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ 26](#_Toc197699483)

[6.1. Проверка требований к технической документации 26](#_Toc197699484)

[6.2. Проверка требований к функциональным характеристикам 26](#_Toc197699485)

[6.2.1. Модуль пользовательского интерфейса 26](#_Toc197699486)

[6.2.1.1. Проверка создания моделей 26](#_Toc197699487)

[6.2.1.2. Проверка сохранения моделей 26](#_Toc197699491)

[6.2.1.3. Проверка генерации данных 26](#_Toc197699494)

[6.2.1.4. Проверка запуска анализа 27](#_Toc197699498)

[6.2.2. Модуль статистических методов 27](#_Toc197699501)

[6.2.2.1. Метод наименьших квадратов (LSM) 27](#_Toc197699502)

[6.2.2.2. Метод наименьших абсолютных отклонений (LAD): 27](#_Toc197699505)

[6.2.2.3. Робастные методы регрессии (Huber, Tukey) 27](#_Toc197699508)

[6.2.2.4. Проверка реализации метода Тейла-Сена (TheilSen) 27](#_Toc197699512)

[6.2.3. Модуль машинного обучения 27](#_Toc197699515)

[6.2.4. Модель визуализации 27](#_Toc197699516)

[6.2.4.1. Проверка генерации графиков 27](#_Toc197699517)

[6.2.4.2. Проверка сохранения результатов 28](#_Toc197699521)

[6.3. Проверка требований к надёжности 28](#_Toc197699524)

[6.3.1. Проверка устойчивости программы к некорректным входным данным 28](#_Toc197699525)

[6.3.2. Проверка параллельной обработки данных 28](#_Toc197699526)

[6.3.3. Проверка работы с памятью 28](#_Toc197699527)

[СПИСОК ИСТОЧНИКОВ 29](#_Toc197699528)

[ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 31](#_Toc197699529)

# ГЛОССАРИЙ

1. **Регрессионная модель** – математический метод прогнозирования, устанавливающий зависимость между целевой переменной и одним или несколькими признаками.
2. **Аномальные наблюдения** – точки данных, которые значительно отклоняются от остальных наблюдений в наборе данных и могут негативно влиять на точность прогнозирования.
3. **JSON** – легкий формат обмена данными, используемый для хранения конфигураций моделей и параметров экспериментов.
4. **CSV** – формат хранения табличных данных, где значения разделены определенным символом.
5. **MVC (Model-View-Controller)** – архитектурный паттерн, используемый для разделения логики приложения и представления данных.
6. **Асинхронные вычисления** – метод параллельного выполнения задач для повышения производительности, особенно при проведении множества экспериментов.
7. **Целевая переменная (цель)** – поле в наборе данных, значение которого модель стремится предсказать на основе признаков.
8. **Признак** – поле в наборе данных, которое используется как для предсказания величины-цели.
9. **Метрики качества** – показатели, используемые для оценки точности регрессионных моделей.

# ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

# Наименование программы

Наименование программы – «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях».

Наименование программы на английском языке – «Development of a Software Package to Study the Influence of Outliers on the Prediction Accuracy in Regression Models».

Наименование программы для пользователя – «MSnOutliers».

# Краткая характеристика области применения

«MSnOutliers» – приложение для исследования качества различных статистических методов на выборках данных с большим числом зашумленных (т. е. содержащих в себе помимо полезной нагрузки некоторый шум известного распределения) данных.

Комплекс также интегрирует различные алгоритмы машинного обучения для обнаружения и устранения аномальных наблюдений, что позволяет исследовать их эффективность в повышении точности прогнозирования регрессионных моделей.

# ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

# Документы, на основании которых ведется разработка

# 

Целью испытаний является проверка корректности выполнения программой функций, изложенных в п. 4 «Требования к программе» настоящего Технического задания из комплекта документации в соответствии с ЕСПД (Единой системой программной документации).

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

# Требования к функциональным характеристикам

# Состав выполняемых функций

# Создание и управление регрессионными моделями

# Цель: Разработка и реализация различных типов регрессионных моделей с возможностью настройки их параметров для исследования их устойчивости к аномальным наблюдениям.

# Задачи:

# Реализация классического метода наименьших квадратов (LSM) для получения базовой модели регрессии.

# Реализация робастных методов регрессии (Huber, Tukey) с настраиваемыми параметрами чувствительности к выбросам.

# Реализация метода наименьших абсолютных отклонений (LAD) для минимизации суммы абсолютных разностей между наблюдаемыми и предсказанными значениями.

# Реализация метода Тейла-Сена (TheilSen) для оценки медианных наклонов между всеми парами точек данных.

# Обеспечение возможности настройки параметров моделей через графический интерфейс пользователя.

# Требования к моделям:

# Модели должны обеспечивать корректные результаты на чистых данных без аномалий.

# Параметры моделей должны быть легко изменяемы.

# Все модели должны возвращать результаты в едином формате для корректного сравнения.

# Методы реализации:

# Использование библиотеки Eigen для эффективных матричных вычислений.

# Применение методов оптимизации на основе градиентного спуска для обучения моделей.

# Абстрагирование общих функций в базовые классы для обеспечения единообразия интерфейса моделей.

# Процедура:

# Создание базового класса StatsMethod с общими методами для всех регрессионных моделей.

# Реализация специфических методов для каждого типа регрессии.

# Интеграция моделей с графическим интерфейсом для удобной настройки параметров.

# Разработка механизма сохранения параметров модели в JSON-формате для последующего использования.

# Контрольные точки:

# Корректная работа каждой регрессионной модели на входных данных.

# Подтверждение возможности настройки всех параметров через пользовательский интерфейс.

# Успешное сохранение и загрузка параметров моделей в/из JSON-файла.

# Критерии приемки:

# Все реализованные модели корректно обучаются на данных и дают ожидаемые результаты.

# Пользовательский интерфейс обеспечивает интуитивно понятный способ настройки параметров моделей.

# Система успешно сохраняет и загружает конфигурации моделей в JSON-формате.

# Генерация и обработка данных с аномалиями

# Цель: Создание механизмов для генерации синтетических данных с контролируемым уровнем и типом аномалий для тестирования устойчивости регрессионных моделей.

# Задачи:

# Разработка генератора синтетических данных с заданным количеством признаков и наблюдений.

# Реализация механизмов добавления шума различных типов к данным.

# Обеспечение возможности контроля процента аномальных наблюдений зашумления данных.

# Реализация функциональности для загрузки внешних датасетов в формате CSV.

# Требования к генерации данных:

# Возможность создания наборов данных с различным количеством признаков и наблюдений.

# Четкий контроль над процентом и типом добавляемых аномалий.

# Методы реализации:

# Применение статистических распределений для генерации шума различных типов.

# Разработка простого интерфейса для настройки параметров генерации данных.

# Процедура:

# Создание основных функций для генерации чистых синтетических данных.

# Реализация классов для различных типов распределений шума.

# Разработка механизма применения шума к определенному проценту наблюдений.

# Интеграция с пользовательским интерфейсом для удобной настройки параметров генерации.

# Контрольные точки:

# Корректная генерация синтетических данных с заданными параметрами.

# Успешное добавление шума различных типов к данным.

# Подтверждение контроля над процентом аномальных наблюдений.

# Критерии приемки:

# Генератор создает синтетические данные с заданным количеством признаков и наблюдений.

# Система успешно добавляет шум различных типов с контролем над уровнем аномальности.

# Пользовательский интерфейс обеспечивает простой способ настройки параметров генерации.

# Организация хранения данных

# Цель: Структурировать и систематизировать хранение данных для регрессионного анализа и исследования влияния аномалий на точность моделей.

# Задачи:

# Организовать эффективное хранение данных для экспериментов в формате CSV.

# Обеспечить структуру данных, оптимальную для обработки различными регрессионными методами.

# Разработать формат хранения конфигурации моделей и параметров экспериментов в JSON.

# Требования к характеристикам данных:

# Данные должны иметь единый формат разделителей и структуру для корректной обработки.

# Файлы данных должны быть легко читаемы и модифицируемы.

# Наборы данных должны содержать все необходимые признаки и целевые переменные.

# Методы организации хранения:

# Хранение данных регрессии в формате CSV с разделителями ";" для обеспечения совместимости и удобства анализа.

# Организация структуры файла с набором признаков в каждой строке и целевым значением в последнем столбце.

# Сохранение конфигураций моделей в формате JSON с четкой структурой, включающей тип модели, параметры и настройки шума.

# Контрольные точки:

# Создание структурированных CSV-файлов с данными для проведения экспериментов.

# Формирование корректных JSON-конфигураций для задания параметров моделей и экспериментов.

# Проверка доступности и целостности данных для различных методов регрессии и алгоритмов обнаружения аномалий.

# Критерии приемки:

# Эффективность и удобство системы хранения данных для проведения исследований.

# Корректная структура файлов данных и конфигураций, обеспечивающая беспрепятственное использование в анализе.

# Требования к интерфейсу

# Цель: Разработать интуитивно понятный графический интерфейс для управления процессом создания моделей, генерации данных и проведения исследований влияния аномалий.

# Задачи:

# Разработка интерфейса для создания и настройки регрессионных моделей различных типов.

# Реализация функциональности для генерации данных с заданными параметрами.

# Обеспечение возможности запуска экспериментов и визуализации результатов.

# Требования к интерфейсу:

# Интерфейс должен быть понятным и простым в использовании.

# Интерфейс должен предоставлять доступ ко всем функциям программы.

# Пользователь должен получать обратную связь о результатах выполненных операций.

# Методы реализации:

# Использование библиотеки Qt для создания современного и кроссплатформенного графического интерфейса.

# Применение модели MVC для четкого разделения логики и представления.

# Реализация диалоговых окон для ввода параметров моделей и экспериментов.

# Процедура:

# Разработка основного окна приложения с кнопками для основных функций: создание модели, генерация данных, запуск анализа.

# Реализация диалоговых окон для ввода параметров моделей и данных.

# Интеграция с вычислительными модулями для проведения экспериментов.

# Создание механизма отображения результатов анализа в виде графиков.

# Контрольные точки:

# Функциональность создания и настройки моделей через интерфейс.

# Корректная работа генерации данных с пользовательскими параметрами.

# Возможность сохранения моделей и запуска экспериментов.

# Визуализация результатов анализа.

# Критерии приемки:

# Интерфейс позволяет создавать и настраивать все типы поддерживаемых моделей.

# Генерация данных работает корректно с разными параметрами.

# Эксперименты запускаются и выполняются без ошибок.

# Результаты анализа отображаются в понятном и информативном виде.

# Требования к надежности

**Цель:**  
Обеспечить стабильную и надежную работу программного комплекса при проведении исследований влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях.

**Требования к устойчивости:**

Программа должна корректно обрабатывать некорректные входные данные, предоставляя пользователю информативные сообщения об ошибках.

При отсутствии файлов данных программа должна выдавать соответствующее предупреждение и предлагать альтернативные действия.

Система должна сохранять работоспособность при неправильном формате входных файлов, обрабатывая исключения без аварийного завершения.

**Требования к обработке ошибок:**

Все потенциальные ошибки должны быть перехвачены и обработаны с предоставлением пользователю понятной обратной связи.

При невозможности выполнения операции система должна предлагать альтернативные варианты действий или четкие инструкции по устранению проблемы.

Ошибки в процессе вычислений должны логироваться для последующего анализа.

**Требования к производительности:**

Программа должна эффективно использовать многопоточность для ускорения процесса вычислений.

Система должна минимизировать использование памяти при работе с большими наборами данных.

**Требования к восстановлению:**

При аварийном завершении программа должна сохранять промежуточные результаты и обеспечивать возможность восстановления работы.

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

# Состав программной документации

* + 1. «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях». Техническое задание (ГОСТ 19.201-78) [7];
    2. «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-78) [10];
    3. «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях». Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79) [11];
    4. «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях». Руководство программиста (ГОСТ 19.504-79) [12];
    5. «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях». Текст программы (ГОСТ 19.401-78) [13];
    6. «Разработка программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях». Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79) [14];

# Специальные требования к программной документации

1. Документы к программе должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 19.106-78 и ГОСТами к каждому виду документа (см. п. 5.1).
2. Пояснительная записка должна быть загружена в систему Антиплагиат через LMS «НИУ ВШЭ». Лист, подтверждающий загрузку пояснительной записки, сдается в учебный офис вместе со всеми материалами не позже, чем за день до защиты курсовой работы.
3. Вся документация также воспроизводится в печатном виде, она должна быть подписана академическим руководителем образовательной программы 09.03.04 «Программная инженерия», руководителем разработки и исполнителем перед сдачей курсовой работы в учебный офис, не позже одного дня до защиты.
4. Документация также сдается в электронном виде в формате .pdf или .docx, а программа – в архиве формата .zip или .rar.
5. Все документы перед защитой курсовой работы должны быть загружены в информационно-образовательную среду НИУ ВШЭ LMS (Learning Management System) в личном кабинете, дисциплина – «Курсовой проект, 3 курс ПИ», одним архивом.

# СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ

# Технические средства, используемые во время испытаний

В рамках тестирования программного комплекса для исследования влияния аномальных наблюдений на точность прогнозирования в регрессионных моделях использовался следующий конфигурационный набор оборудования:

1. Операционная система: macOS Monterey, обеспечивающая высокую производительность и стабильность работы для приложений с графическим интерфейсом и вычислительных процессов.
2. Процессор: Apple M1 Pro (Macbook Pro 16 Retina), предоставляющий высокую вычислительную мощность и энергоэффективность для машинного обучения и статистического анализа.
3. Оперативная память: 16 Гб унифицированной памяти, что позволяет эффективно обрабатывать большие объемы данных и выполнять параллельные вычисления без существенных задержек.
4. Накопитель: 512 Гб SSD, обеспечивающий быстрый доступ к данным и ускоренную загрузку компонентов программы.
5. Графический процессор: Встроенный в M1 Pro GPU с 16 ядрами, способствующий эффективной визуализации результатов экспериментов.

# Программные средства, используемые во время испытаний

Во время испытаний использовались следующие программные средства:

1. Среда разработки: QtCreator версии 6.0.2 для разработки и отладки приложения с графическим интерфейсом
2. Компилятор: Clang 13.0.0 для компиляции исходного кода C++
3. Библиотека Qt 6.2.3 для создания графического пользовательского интерфейса
4. Библиотека Eigen 3.4.0 для матричных вычислений и операций линейной алгебры
5. Библиотека nlohmann::json 3.11.2 для обработки JSON-данных
6. Python 3.9.7 для генерации графиков и визуализации результатов исследований
7. Библиотеки Python: matplotlib 3.5.1 и numpy 1.22.3 для построения графиков

# Порядок проведения испытаний

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

1. Установить и настроить все необходимые программные средства, указанные в разделе "Программные средства".
2. Скомпилировать исходный код приложения из репозитория с использованием QtCreator или командной строки.
3. Запустить скомпилированное приложение.
4. Провести следующие операции в пользовательском интерфейсе:
   1. Сгенерировать данные с помощью кнопки "Generate data"
   2. Создать модели для анализа с помощью кнопки "Create model"
   3. Сохранить созданные модели с помощью кнопки "Dump models"
   4. Запустить процесс анализа с помощью кнопки "Run on models"
5. Проверить корректность вывода результатов визуализации и анализа.
6. Проверить корректность вывода подсчета статистических характеристик при использовании кнопки "Calculate statistics".
7. Провести испытания, описанные в разделе "Методика испытаний".
8. Оценить точность прогнозирования различных регрессионных моделей при наличии аномальных наблюдений.
9. Завершить работу приложения.

Все испытания должны выполняться в соответствии с требованиями и последовательностью, описанными в методике испытаний. Результаты испытаний должны быть задокументированы для последующего анализа и оценки эффективности разработанного программного комплекса.

# СРЕДСТВА И ПОРЯДОК ИСПЫТАНИЙ

# Проверка требований к технической документации

Состав программной документации проверяется наличием полного комплекта документов программной документации в системе SmartLMS и наличием всех требуемых подписей. Также проверяется соответствие документации требованиям ГОСТ.

Комплект документов полный. Все документы удовлетворяют представленным требованиям.

# Проверка требований к функциональным характеристикам

# Модуль пользовательского интерфейса

# Проверка создания моделей

# Проверить, что при нажатии кнопки "Create model" открывается диалоговое окно с корректными полями.

# Убедиться, что все поля формы (тип модели, дельта, количество эпох, скорость обучения, тип шума, параметры шума, ML-модель) корректно обрабатываются.

# Проверить, что созданная модель добавляется в таблицу моделей с правильными параметрами.

# Проверка сохранения моделей

# Убедиться, что при нажатии на кнопку "Dump models" созданные модели корректно сохраняются в JSON-файл.

# Проверить структуру и содержимое сгенерированного JSON-файла на соответствие заданным параметрам.

# Проверка генерации данных

# Убедиться, что при нажатии на кнопку "Generate data" открывается диалоговое окно для указания параметров генерации.

# Проверить, что генерируются данные с указанным количеством признаков и наблюдений.

# Проверить, что сгенерированные данные сохраняются в файл "sample.csv" в корректном формате.

# Проверка запуска анализа

# Проверить, что при нажатии на кнопку "Run on models" запускается анализ на основе сохраненных моделей.

# Убедиться, что результаты анализа визуализируются в виде графиков для каждой модели.

# Проверка подсчета статистик

# Проверить, что при нажатии на кнопку "Calculate statistics" запускается открывается диалоговое окно для ввода пути к CSV-файлу с данными.

# Убедиться, что подсчитанные статистики вывелись корректно на экран.

# Модуль статистических методов

# Метод наименьших квадратов (LSM)

# Убедиться, что метод правильно вычисляет коэффициенты регрессии.

# Проверить устойчивость метода при отсутствии аномальных наблюдений.

# Метод наименьших абсолютных отклонений (LAD):

# Проверить корректность вычисления коэффициентов модели.

# Убедиться в устойчивости метода при наличии выбросов в данных.

# Робастные методы регрессии (Huber, Tukey)

# Проверить корректность реализации функций потерь и их градиентов.

# Убедиться, что методы корректно работают при различных значениях параметра дельта.

# Проверить сходимость методов при указанном количестве эпох и скорости обучения.

# Проверка реализации метода Тейла-Сена (TheilSen)

# Убедиться в корректности вычисления медианных наклонов.

# Проверить устойчивость метода к наличию выбросов в данных.

1. наблюдения.

# Проверка требований к надёжности

# Проверка устойчивости программы к некорректным входным данным

1. Убедиться, что программа корректно обрабатывает отсутствующие файлы данных.
2. Проверить реакцию программы на некорректные параметры в JSON-файле.
3. Убедиться в корректной обработке ошибок при генерации данных с недопустимыми параметрами.

# Проверка параллельной обработки данных

1. Убедиться, что программа эффективно использует доступные вычислительные ресурсы.
2. Проверить корректность работы механизма асинхронного выполнения экспериментов.

# Проверка работы с памятью

1. Убедиться в отсутствии утечек памяти при длительной работе программы.
2. Проверить корректное освобождение ресурсов при завершении работы.

Произведя проверку функциональных требований в п. 6.2 и требований к надежности, можно сделать вывод, что программный комплекс удовлетворяет заявленным требованиям и обеспечивает надежную работу во всех тестовых сценариях.

# СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
6. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.603-78 Общие правила внесения изменений. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
10. ГОСТ 19.404-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлений. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
11. ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
12. ГОСТ 19.504-79 Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
13. ГОСТ 19.401-78 Текст программы. Требования к содержанию и оформлению. // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
14. ГОСТ 19.505-79 Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению // Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

# ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лист регистрации изменений | | | | | | | | | |
| Номера листов (страниц) | | | | | Всего листов (страниц в докум.) | № документа | Входящий  № сопроводит ельного докум. и дата | Подп. | Дата |
| Изм. | Измененных | Замененных | Новых | Аннулированн ых |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |