

В диссертационный совет Д 01.024.04  
при ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
и ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ученому секретарю  
Завадской Татьяне Владимировне  
283001, г. Донецк, ул. Артема, 58

### ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Рычки Ольги Валентиновны на тему: «Совершенствование методов выявления и корректировки аномальных измерений для повышения качества линейных регрессионных моделей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

#### 1. Актуальность темы диссертации

В различных сферах человеческой деятельности важной задачей является прогнозирование возможных событий. Точность прогноза зависит от надёжности исходных данных. Поэтому важной задачей является предварительный анализ данных. В настоящее время часто используемым методом обработки данных является регрессионное моделирование. Оно применяется для решения различного рода задач. Одним из основных требований к качеству таких моделей является отсутствие в данных аномальных значений. Появление таких данных может быть вызвано разнообразными ошибками измерений, среди которых могут быть погрешности аппаратуры, человеческий фактор и т.д. В современной литературе описано множество различных методов обнаружения и устранения аномалий. Однако, все они имеют ряд недостатков. Это обуславливает необходимость разработки универсальных алгоритмов поиска и корректировки аномальных значений, а также создание компьютерных программ для эффективной обработки данных. Таким образом, тема



диссертационной работы «Совершенствование методов выявления и корректировки аномальных измерений для повышения качества линейных регрессионных моделей» является актуальной и востребованной.

## **2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

1. Корректным применением классического математического аппарата (математического моделирования, теории вероятностей и математической статистики).
2. Тщательным анализом предметной области посредством изучения большого числа литературных источников.
3. Достаточным количеством проведенных экспериментов.
4. Результатами экспериментальных исследований предложенных методов обработки данных с использованием разработанного комплекса программ.

## **3. Анализ содержания диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка используемой литературы из 98 наименований и приложений. Общий объем работы составляет 162 страницы машинописного текста, содержит 44 рисунка и 36 таблиц.

**Во введении** автором обоснованы актуальность темы диссертации, сформулированы цели и приведены основные решаемые задачи исследования, раскрыта научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

**В первом разделе** проведен аналитический обзор научных исследований по методам поиска аномальных значений в исходных данных. Показано, что существующие методы имеют недостатки, что ведёт к необходимости разработки методов, лишенных этих недостатков. В результате анализа сформированы направления исследований, определена цель и поставлены задачи работы, сформулированы выводы по разделу.

**Во втором разделе** дано подробное описание предлагаемых автором методов обработки данных, выделены их основные достоинства. Приводятся выбранные критерии для оценки эффективности методов.

Помимо этого, в данном разделе обосновывается возможность применения предложенных методов для парных нелинейных регрессионных зависимостей с внутренней линейностью.

**В третьем разделе** поставлены основные задачи и выделены требования для реализации предложенных алгоритмов. На основании этих требований был разработан комплекс программ, включающий все предложенные методы обработки данных. Он состоит из главного



интерфейса, написанного на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2017 и макросов, разработанных с применением языка программирования Visual Basic for Applications.

С использованием разработанного комплекса был проведен ряд вычислительных экспериментов. Все испытания дали положительный результат с точки зрения определения выбросов. Результаты представлены в таблицах и графиках, в удобном для восприятия виде.

**В четвертом разделе** представлены результаты проведенных экспериментов на реальных и модельных данных. Проводится сравнительный анализ предложенных методов с наиболее известными, а также между собой. В результате применения предложенных в работе методов обработки данных было получено улучшение качества линейных регрессионных моделей и увеличение коэффициента детерминации на 30%, что доказывает эффективность этих методов. На основании проведенных экспериментов автором даются рекомендации по применению методов.

#### **4. Научная новизна работы**

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложен метод выявления аномальных значений, отличающийся тем, что при построении области надёжности учитывается угол наклона графика функции парной линейной регрессии.
2. Предложены два упрощения метода выявления аномальных значений, позволяющие сократить трудоёмкость анализа за счет обнаружения аномалий только по одной из переменных.
3. Предложен метод корректировки аномальных наблюдений, отличающийся тем, что аномалии изменяются на значения, находящиеся на границе рассчитанной области надёжности. Корректировка важна в тех случаях, когда отбрасывание данных не представляется возможным.
4. Обоснована возможность применения предложенных методов для парных нелинейных регрессионных зависимостей с внутренней линейностью.

#### **5. Практическое и научное значение полученных результатов.**

**Практическое значение** полученных результатов состоит в возможности использования предложенных алгоритмов при решении задач прогнозирования, оптимизации, проектирования в технических и социально-экономических сферах.

Одним из важных практических результатов является разработка комплекса программ на языке программирования C# и Visual Basic for Application, который позволяет осуществлять поиск и корректировку аномальных измерений.



Кроме того, практическая ценность исследований подтверждается внедрением в ООО НПО «Интермет» (справка о внедрении от 23 июня 2021 г.), в научно-исследовательские работы ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (справка о внедрении № 29-13/15 от 05 июля 2021 г.), в учебный процесс ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» при чтении лекций и проведении лабораторных работ на кафедре «Программная инженерия» им. Л. П. Фельдмана по дисциплинам: «Эмпирические методы программной инженерии», «Численные методы в информатике» (справка о внедрении № 29-12/15 от 05 июля 2021 г.).

**Теоретическое значение** результатов работы заключается в том, что предлагаемые методы повышения качества регрессионных моделей, основанные на обнаружении и последующей обработке аномальных измерений в исходных статистических данных, являются эффективным инструментом для последующей разработки точных прогнозов, использующихся в различных отраслях науки и техники. В частности:

1. Показано, что предложенный в работе подход позволяет обнаружить выбросы и скорректировать вид модели без дополнительного графического отображения (на примере трёх наборов данных из «квартета Энскомба»).

2. Предложенные методы поиска и корректировки аномалий не имеют ограничений на объём выборки, в отличие от существующих.

3. Предложенные методы поиска аномальных данных и их последующей корректировки в дальнейшем могут быть дополнены и расширены для применения при построении многомерных регрессионных моделей.

#### **6. Степень полноты опубликования полученных результатов**

Основные научные результаты диссертации опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 17 научных работах, в том числе: 2 работы в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утвержденных ВАК ДНР; 4 работы в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утверждённых ВАК Украины; 2 – в других научных изданиях (в том числе 1 монография); 9 – по материалам конференций.

#### **7. Соответствие содержания диссертации специальности**

##### **05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)**

Содержание рецензируемой диссертационной работы, выдвинутые научные положения, полученные выводы и рекомендации дают основание сделать заключение о том, что диссертация Рычки О.В., представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук,



соответствует требованиям паспорта специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), в частности: п.3 «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»; п.5 «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента»; п.6 «Разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента».

## **8. Структура, стиль и язык диссертации**

Структурное построение диссертации соответствует цели и задачам исследования. Стиль изложения содержания диссертации и подача материала вполне логичны, последовательны и связаны единой идеей. Язык диссертации достаточно ясен и доступен для понимания.

## **9. Замечания по диссертации**

9.1 Имеются некоторые стилистические погрешности при оформлении текста работы; в тексте диссертации имеется ряд опечаток.

9.2 В работе рекомендуется остановить применение предложенного метода при достижении коэффициента детерминации значения 0,8. Однако, не сказано на чём основана такая рекомендация.

9.3 В Приложении А можно было не выносить таблицы существующих критериев, поскольку это общеизвестная информация.

9.4 В работе разработан комплекс программ, однако отсутствует инструкция пользователя.

9.5 В работе представлена часть проведенных автором экспериментов, доказывающих эффективность предложенных методов обработки данных, однако не указывается, сколько всего вычислительных экспериментов было выполнено.

## **Заключение**

Отмеченные недостатки и замечания не исключают общей положительной оценки диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, вполне приемлемы и не вызывают принципиальных возражений.

В целом диссертационная работа Рычки О.В. «Совершенствование методов выявления и корректировки аномальных измерений для повышения качества линейных регрессионных моделей», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), является завершённой научной работой. Полученные



результаты являются новыми, обоснованными, имеют научную и практическую значимость.

Тематика и содержание работы соответствуют паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям п. 2.2. «Положения о присуждении ученых степеней» Донецкой Народной Республики, а ее автор, Рычка Ольга Валентиновна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

**Официальный оппонент,**

доцент кафедры «Специализированные информационные технологии и системы»  
ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»,

кандидат технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

«18» февраля 2022 г.

О.А. Чернышева

Адрес: ул. Державина, 2,  
286123, г. Макеевка, ДНР

тел.: (062) 337-17-33, 335-75-62 , эл. почта: mailbox@donnasa.org

Я, Чернышева Оксана Александровна, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Кандидат технических наук

О.А. Чернышева

Подпись Чернышевой О.А. подтверждаю,  
начальник отдела кадров  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



Н.А. Иванова