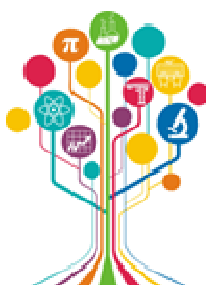


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

**Том 7. IT-технологии и электроника**

Сборник научных трудов  
XIX Международной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых

**26–29 апреля 2022 г.**

## **PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT**

**Volume 7. IT-technologies and Electronics**

Abstracts

XIX International Conference of students, graduate students  
and young scientists

**April 26–29, 2022**



Национальный  
исследовательский  
**Томский  
государственный  
университет**



Томск 2022

УДК 501:004(063)  
ББК 72:32.81.л0  
П27

**Перспективы развития фундаментальных наук** : сборник трудов XIX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 26–29 апреля 2022 г.) : в 7 томах. Том 7. IT-технологии и электроника / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 71 с.

ISBN 978-5-4387-1088-2 (т. 7)  
ISBN 978-5-4387-1081-3

Сборник содержит труды участников XIX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», представленные на секции «IT-технологии и электроника».

Предназначен для студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей, специализирующихся в области интеллектуальных систем управления, автоматизированных систем обработки информации и управления, информационной безопасности, наноэлектроники, получения и исследования наноматериалов, оптоэлектроники и нанофотоники, плазменной эмиссионной электроники, интеллектуальной силовой электроники, СВЧ электроники, систем радиолокации, телевидения, радиосвязи, радиометрии и распространения волн радиочастотного и акустического диапазонов, а также импульсных и радиочастотных измерениях.

УДК 501:004(063)  
ББК 72:32.81.л0

*Редакционная коллегия*

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;  
Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;  
С.А. Поробова.

ISBN 978-5-4387-1088-2 (т. 7)  
ISBN 978-5-4387-1081-3

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2022

## **СОДЕРЖАНИЕ**

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РАМКАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ <b>В.С. Агеева</b>	8
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СФОКУСИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ЕГО ПРОХОЖДЕНИЕ В УЗКОЙ ПРОТЯЖЕННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ТРУБКЕ В ФОРВАКУУМНОЙ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЙ <b>И.Ю. Бакеев, Е.А. Иваненко, В.Т. Чан</b>	11
УЯЗВИМОСТИ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ <b>Д.А. Баранов, А.О. Терехин, Д.С. Брагин</b>	14
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЛАГОНАДЁЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ <b>А.А. Гриценко, Е.И. Васильев, Д.Е. Мануилова</b>	17
АНАЛИЗ УГРОЗ ИБ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЛЯ БД ИАС «EQLENT» ПО ПРОВЕРКЕ КОНТРАГЕНТОВ <b>А.В. Осипенко, Г.Р. Егле, Д.Е. Мануилова</b>	20
МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ DDOS-АТАК <b>А.С. Звиденцева</b>	23
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ АЛЮМОХРОМНОЙ КЕРАМИКИ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОМ СПЕКАНИИ <b>А.А. Зенин, Г.Ф. Марчук</b>	26
НАНОРАЗМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ ИТО ДЛЯ БИОСЕНСОРОВ <b>А.А. Иванова</b>	29
ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПУЧКОВОЙ ПЛАЗМЫ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ ВБЛИЗИ ИЗОЛИРОВАННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МИШЕНИ <b>А.В. Казаков, А.В. Никоненко, Н.А. Панченко</b>	32
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <b>А.С. Коробко</b>	35
РОБОТИЗАЦИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ МАЯТНИКА ЦЕЛЬНЕРА <b>И.Д. Кравцов, Д.А. Лузянин</b>	38
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ВЕРОЯТНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОНТРАГИРОВАННОГО ДУГОВОГО РАЗРЯДА БЕЗ ПЕРЕХОДА В КАСКАДНЫЙ РЕЖИМ В ФОРВАКУУМНОМ ИСТОЧНИКЕ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА <b>А.В. Казаков, А.С. Кузьмин, Н.А. Панченко</b>	41
СРАВНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА С ИЗОБРАЖЕНИЙ <b>П.Ю. Лаптев, С.А. Литовкин, С.А. Давыденко</b>	44
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА ПУЧКОВОЙ ПЛАЗМОЙ, СОЗДАВАЕМОЙ ИМПУЛЬСНЫМ ПУЧКОМ ЭЛЕКТРОНОВ В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ <b>А.В. Казаков, А.В. Никоненко, Н.А. Панченко</b>	47
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ТГЦ СПЕКТРОМЕТРА С ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ <b>А.И. Олехнович, Д.М. Ежов</b>	50
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ <b>М.Н. Полковская, Н.В. Бендик</b>	53
ВЛИЯНИЕ АТАК ПО ТЕПЛОВЫМ КАНАЛАМ НА КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ <b>Е.А. Прозорова, И.Е. Вдовина</b>	56
ДЕРЕВО РЕШЕНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СЛУЧАЕВ ИНФИЦИРОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ	59

УДК 004.85

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
БЛАГОНАДЕЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ**

А.А. Гриценко, Е.И. Васильев, Д.Е. Мануилова

Научный руководитель: ст. преп. А.С. Колтайс

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: alexei.gritsenko20.01@gmail.com

**COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING METHODS FOR DETERMINING THE  
RELIABILITY OF INDIVIDUAL ENTREPRENEURS**

A.A. Gritsenko, E.I. Vasiliev, D.E. Manuilova

Scientific Supervisor: Art. prep A.S. Koltais

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: alexei.gritsenko20.01@gmail.com

**Abstract.** *The present article devoted for the comparison of machine learning methods, the pros and cons of each method were identified, as well as the factors of their assessment. Selected classifiers are checked on a mathematical model for determining the trustworthiness of individual entrepreneurs.*

**Введение.** По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы за 2021 год количество экономических преступлений достигло 117 тысяч [1]. Данный показатель по сравнению с 2020 годом вырос на 11%. Подобные изменения непосредственно ставят под угрозу осуществление сделок малых и средних бизнесов. Например, большинство партнёров будут пытаться завладеть чужими денежными средствами. В связи с этим актуально использовать модели определения благонадёжности индивидуальных предпринимателей (ИП), способствующие снижению всевозможных рисков и взаимовыгодному сотрудничеству с контрагентами. Задача оценки контрагентов возможно реализовать через способы автоматизации с помощью использования машинного обучения (МО). На сегодняшний день существует множество различных методов МО, следовательно, необходимо грамотно и объективно их оценить для корректного выбора использования при определении благонадёжности ИП.

**Экспериментальная часть.** В проектной группе была апробирована математическая модель по определению благонадёжности контрагентов-ИП с использованием методов машинного обучения [2–4]. Апробация проходила на наборе данных, состоящего из 7653 контрагентов-ИП Томской области. Среди классификаторов использовалось дерево принятия решений, метод k-ближайших соседей, а также метод опорных векторов.

Основная идея дерева решений состоит в представлении модели в виде дерева – связного графа, состоящего из «листьев» и «веток». Листьями являются конечные узлы графа, определяющие результат модели, а ветки – его рёбрами с оценкой критерием. Для классификации нового объекта необходимо пройти от корня дерева до листа, делая каждый раз выбор, в зависимости от значений критериев объекта. Итоговый лист содержит информацию о присвоенном классе объекту.

Метод  $k$ -ближайших соседей и метод опорных векторов работают в  $n$ -мерном пространстве, где  $n$  – количество определяющих критериев. В данных моделях имеющиеся данные закладываются в пространство по значению критериев, а уже на этой основе будет применяться анализ последующих объектов. Несмотря на общую концепцию пространства, данные методы имеют разный подход к определению классов и, как по итогу, разные результаты.

Метод опорных векторов разделяет пространство гиперплоскостью, которая послужит границей разделения точек разных классов. Она строится так, чтобы расстояние до ближайших точек разных классов было максимальным и равно между собой.

Если прошлый метод разделял пространство на части гиперплоскостью, то метод  $k$ -ближайших соседей использует расстояние между имеющимися точками и новыми. Для оценки объект анализа закладывается в пространство, в котором рассчитывается расстояние до всех объектов, чтобы запомнить  $k$ -ближайших. По большинству точек класса будет определяться результат.

При сравнении данных методов МО были рассмотрены следующие критерии:

- время обучения;
- время анализа;
- точность;
- вес обученной модели;
- визуализация.

Время обучения – менее значимый критерий, так как обучение происходит разово, и в дальнейшем нужно только при переобучении модели. Данный показатель будет замеряться на наборе критериев контрагентов – чем меньше он будет, тем быстрее обучается метод.

Если предыдущий рассмотренный критерий может влиять не на все случаи применения машинного обучения, то время анализа является более значимым, так как оценка всегда производится. Измерение текущего показателя времени будет проходить аналогичным образом.

Под точностью в данной работе принимается доля правильно определённых контрагентов. Этот показатель является ключевым, так как остальные критерии не будут важны, если метод не может успешно классифицировать контрагентов.

Каждая модель требует места хранения параметров для классификации. Некоторые из них могут требовать наличия обучающих данных для анализа. К этой категории относится метод  $k$ -ближайших соседей, обученная модель которого содержит информацию по каждому ИП. В итоге для модели потребуется больше места памяти, чем для той модели, которой нужны лишь обобщённые данные для классификации.

Планируемая информационно-аналитическая система (ИАС) по определению благонадёжности контрагентов будет иметь для использования открытый доступ среди пользователей. Если получится передать информацию об оценке ИП не только текстом, но и при помощи визуализации, прежде всего это скажется на восприятии отчёта пользователем.

**Результаты.** Анализ каждого метода по установленным критериям приведён в таблице 1. По времени обучения наилучший результат показал метод дерева принятия решений – 3042 мкс., как и по времени затраченному на анализ – 552 мкс на оценку выборки из 1531 контрагента.

Точность методов дерева решений и опорных векторов составляет 99,93%, когда метод k-ближайших соседей опережает этот показатель с 99,96%. Стоит отметить, что такое произошло за счёт принятия средней точности по нескольким десяткам проверок.

Таблица 1

Сравнение методов машинного обучения

Критерий оценивания	Дерево принятия решений	Метод опорных векторов	Метод k-ближайших соседей
Время обучения, мкс	3042	11103	9624
Время анализа, мкс	552	1792	173558
Точность, %	99,93	99,93	99,96
Вес модели, КБ	3,1	2,2	902
Визуализация	возможна	невозможна	невозможна

Веса каждой обученной модели МО были измерены как файлы, экспортированные из программы. Модель по методу k-ближайших соседей оказалась самой тяжеловесной за счёт сохранения каждой точки в своём многомерном пространстве и требует 902 КБ, а легче всех оказалась модель МО по методу опорных векторов с 2,2 КБ.

Визуализация методов опорных векторов и k-ближайших соседей возможна в случаях с двух- или трёхмерными измерениями, но для выборки ИП используется лишь 10 критериев оценивания. В то же время дерево принятия решений можно представить в виде графа с условиями оценивания в узлах, что прекрасно представляется в плоскости.

**Заключение.** Сравнительный анализ методов МО для определения благонадёжности ИП показал, что каждая из рассматриваемых моделей проявила себя в одном или нескольких критериях. Дерево принятия решений быстрее обучается и классифицирует, а также имеет возможность для визуализации. В то же время метод опорных векторов требует меньше места для хранения за счёт грамотного выделения нужной информации. Хотя метод k-ближайших соседей имеет самый продолжительный анализ объектов из-за расчёта расстояния до каждой точки, он обладает и лучшей точностью. Таким образом, каждый метод МО подходит для использования в ИАС по оценки контрагентов, так как точность моделей близка к безошибочному определению благонадёжности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единая межведомственная информационно-аналитическая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/36222> (дата обращения: 10.03.2022)
2. Гриценко А.А., Васильев Е.И., Козлова Н.А. Построение модели оценки благонадёжности контрагента индивидуального предпринимателя на основе метода дерева принятия решения // Материалы X региональной научно-практической конференции. – Томск, 2021. – С. 322–326.
3. Осипенко А.В., Мануилова Д.Е., Гриценко А.А. Проверка благонадежности индивидуальных предпринимателей с помощью метода опорных векторов // Материалы X региональной научно-практической конференции. – Томск, 2021. – С. 293–296.
4. Васильев Е.И., Мануилова Д.Е., Осипенко А.В. Метод k-ближайших соседей для апробации математической модели по проверке благонадежности индивидуальных предпринимателей // Материалы X региональной научно-практической конференции. – Томск, 2021. – С. 59-62.