

## Blockchain в системе обеспечения транспортной безопасности

Д.С. Алтынов<sup>1</sup>, Е.В. Пиневиц<sup>2</sup>, А.Е. Годунов<sup>1</sup>, Н.И. Шенявский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ростовский государственный университет путей сообщения

<sup>2</sup>Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

**Аннотация:** В статье представлен вариант аналитической зависимости фактора выработываемости от времени выполнения конкретной операции работника подразделения транспортной безопасности, осуществляющего функцию по досмотру пассажиров и багажа, пересекающих границы зоны транспортной безопасности с использованием технических средств. Построена математическая модель влияния человеческого фактора на снижение количества проведения технологических операций, а также качества проведения досмотровых мероприятий при длительном выполнении монотонных и однородных операций. Представлена программная реализация анкетирования пассажиров через систему Blockchain для оптимизации работы работников из состава подразделений транспортной безопасности, выполняющих функции по проведению досмотра пассажиров и багажа в целях повышения состояния защищенности объектов транспортной инфраструктуры от актов незаконного вмешательства.

**Ключевые слова:** блокчейн, транспортная безопасность, досмотр, анализ данных, обработка данных, математическая модель, выработываемость, оптимизация, железнодорожный транспорт, подразделения транспортной безопасности.

В современных условиях, все очевидней становится факт, что деятельность по достижению целей обеспечения транспортной безопасности не может ограничиваться только нормативно-правовыми и организационно-техническими мерами, качеством и подготовкой сил обеспечения транспортной безопасности. Сейчас, в условиях реализации стратегии по цифровой трансформации транспортного комплекса, все острее осознается необходимость того, чтобы новые информационные технологии находили свое применение и в обеспечении транспортной безопасности.

По оценкам специалистов, основной причиной до 85% происшествий на транспорте, независимо от их вида, в том числе, совершения актов незаконного вмешательства (далее АНВ), включая террористическую направленность, является человеческий фактор, когда в результате некомпетентности, ошибок, невнимательности, отвлечения от исполнения должностных обязанностей и др. личностных факторов работников,

реализовывались угрозы незаконного вмешательства в функционирование транспорта [1].

Одним из проектов стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации является «Цифровизация для транспортной безопасности», в рамках которого планируется создать единое цифровое пространство безопасности на транспорте, цифровизовать государственные услуги в области транспортной безопасности, внедрить интерактивную систему предварительного информирования о пассажирах, а также предусмотреть информационную поддержку средств биометрического контроля в составе технических средств обеспечения транспортной безопасности на объектах транспортной инфраструктуры (далее ОТИ). Для того, чтобы реализовать данный проект, необходимо разработать новые информационные системы, а также внедрение в зонах транспортной безопасности средств безбарьерного прохождения процедур контроля и досмотра [2,3]. Так, например, выборочное среднее значение времени выполнения этих операций является приемлемым для большой группы систем процессов контроля. Используя среднестатистическое время выполнения микрооперации заданного типа, возможно рассчитать среднюю продолжительность процедур контроля и досмотра:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m n_i t_i}{k}, k = \frac{t_{op}}{t_{max}}, 0 < k < 1, \quad (1)$$

где  $m$  – количество видов операций;  $n_i$  – количество операций  $i$ -ой варианты;  $t_i$  – среднестатистическое время выполнения операции  $i$ -го вида;  $k$  – коэффициент полезной занятости работника;  $t_{op}$  – эффективное время выполнения операции;  $t_{max}$  – время, отводимое на выполнение операции работником.

В результате проведенного исследования установлено следующее:

1) При  $t_0 = \varepsilon$ ,  $k_e = \frac{t_0}{t_f}$  незначительно зависит от вида операции;

2) На продолжительность фазы вырабатываемости  $t_f$  значительно влияет величина коэффициента загрузки  $k$ , при этом, величина  $k_e$  может варьироваться и значительно возрастать в ситуациях принятия решений.

Статистически выведено, что время выполнения однородных операций в процессе вырабатываемости имеет следующую зависимость:

$$\bar{t}_i(t_w) = t_i \left( 1 + (k_e - 1) e^{-\frac{t_w}{A_i}} \right), \quad (2)$$

где  $t_w$  – время непрерывной работы;  $A_i$  – постоянная времени,  $A_i = \frac{T_f}{\delta}$ ;

Пусть  $t_w = T_f$ ,  $t_i = t_i(t_w)$ ,  $t_i(t_w) - t_i \leq \varepsilon$ , тогда  $t_i(k_e - 1)e^{\delta} \leq \varepsilon_i$ .

Исходя из границ доверительного интервала  $t_i$  в точке  $T_f$ , можно выбрать величину  $\varepsilon$ .

Формула (2) выражает изменение времени операции заданного вида в зависимости от продолжительности непрерывной работы и справедлива в период вырабатываемости работника подразделения по обеспечению транспортной безопасности (далее ПОТБ) при относительно устойчивой работоспособности. Но процесс вырабатываемости работника ПОТБ можно уменьшить, добавив электронного помощника. Способность компьютера быстро и непредвзято решать задачи оптимизирует процесс прохождения процедур контроля и досмотра.

Рассмотрим и проанализируем перспективы перехода от традиционной системы некоторых мероприятий по обеспечению транспортной безопасности к применению в этих целях эффективных цифровых методов, основанных на технологии Blockchain.

Основные преимущества использования технологии распределенного реестра Blockchain заключаются в повышении уровня безопасности,

анонимности, производительности и снижении затрат при проведении технологических операций. При этом, в области обеспечения безопасности, важным преимуществом данной технологии является сведение к минимуму вероятности ошибки вследствие человеческого фактора. Поскольку в системах безопасности, в которых предполагается использование технологии Blockchain операции или транзакции совершаются анонимно, то пользователи не имеют информации друг о друге и, соответственно, не могут каким-либо образом вмешаться в проведение операций. В целом, ценность применения технологии Blockchain возрастает по мере увеличения числа участников сетей, построенных на основе этой технологии, при этом затраты на ее внедрение и использование значительно сокращаются [4, 5].

Так, например, известно, что на продолжительность процессов контроля и управления техническими средствами обеспечения транспортной безопасности в целях выявления запрещенных предметов и веществ, перемещаемых в зону транспортной безопасности, главным образом влияют время изменения управляемой и контролируемой величины, скорость операционной системы, быстрота работы оператора. Очевидно, что по скорости реакции человек значительно уступает цифровым устройствам, так как время изменения контролируемого или управляемого параметра достаточно мало по сравнению со временем приема и переработки информации оператором. Поэтому продолжительность процессов контроля и управления определяется не только профессионализмом исполнителей, но и психофизиологическими характеристиками человека, которые необходимо учитывать как при приеме на работу специалистов, так и при формировании из работников подразделений по обеспечению транспортной безопасности [6, 7].

По нашему мнению, применение технологий искусственного интеллекта совместно с Blockchain может стать уникальным

---

идентификатором лиц и предметов, пересекающих границы зоны транспортной безопасности [8, 9]. Такая постановка задачи позволяет рассчитать один из важнейших показателей процесса – время осуществления технологической операции по обработке данных оператором, получаемых при помощи технических средств обеспечения транспортной безопасности и позволит получить значительную экономию временных и материальных ресурсов, затрачиваемых на выполнение технологических процессов, и, как результат – повышение состояния защищенности ОТИ от АНВ [10, 11].

Рассмотрим пример программной реализации технологии Blockchain, иллюстрирующий основные функции работы с данными при проведении анкетирования клиентов.

Реализация программного обеспечения представлена в виде следующих шагов:

1. Для разработки блоков из полученной информации используем библиотеку Python flask, показанную на рис. 1.

```
from block import *
from flask import Flask
from flask import render_template, redirect, url_for
from flask import request

app = Flask(__name__)

@app.route('/', methods=['POST', 'GET'])
def index():
    if request.method == 'POST':
        fio2 = request.form['fio1']
        passport2 = request.form['passport1']
        variant2 = request.form['variant1']

        write_block(fio=fio2, passport=passport2, variant=variant2)
        return redirect(url_for('index'))

    return render_template('index.html')

@app.route('/checking', methods=['GET'])
def check():
    results = check_integrity()
    return render_template('index.html', results=results)

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)
```

Рис. 1. – Создание блоков и проверка их целостности

2. Шаги веб-дизайна представлены на рис. 2.

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Test</title>
  <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@4.5.3/dist/css/
bootstrap.min.css" integrity="sha384-TX8t27EcRE3e/
ihU7zmQxvncDAy5uIKz4rEkgIXeMed4M0jlfIDPvg6uqKI2xXr2" crossorigin="anonymous">
</head>
```

Рис. 2. – Элементы веб-дизайна

3. Создаём функционал для принятия вводимых значений, изображено на рис. 3.

```
{% extends 'base.html' %}

{% block content %}
<form action="{{ url_for('index') }}" method="POST">
  <div class="form-group">
    <label for="exampleInputVoter">Full Name</label>
    <input type="text" class="form-control" id="exampleInputFio" placeholder="Enter..."
    name="fio1" value="{{ request.form.get('fio1', '') }}">
  </div>

  <div class="form-group">
    <label for="exampleInputPasport">Passport Data</label>
    <input type="text" class="form-control" id="exampleInputPassport" placeholder="
Passport" name="passport1"
value="{{ request.form.get('passport1', '') }}">
  </div>

  <div class="form-group">
    <label for="exampleInputCandidate">Enter the answer</label>
    <input type="text" class="form-control" id="exampleInputVariant" placeholder="
Answer option" name="variant1" value="{{ request.form.get('variant1', '') }}">
  </div>
</form>
```

Рис. 3. – Функционал обработки значений

4. Формирование кнопки нового блока по введённой информации показано на рис. 4.

```
<button type="submit" class="btn btn-primary">Submit</button>
```

Рис. 4. – Кнопка для нового блока

5. Реализация проверки блоков на целостность представлена на рис. 5.

```
{% endblock %}

{% block checking %}
  {% for res in results %}
    <div class="result">
      question {{ res['block'] }} : {{ res['results'] }}
    </div>
  {% endfor %}
{% endblock %}
```

Рис. 5. – Вывод результата проверки блоков на целостность

6. Реализация использования хэша предыдущего блока в новом блоке показана на рис. 6.

```
def get_hash(filename):  
    file = open(blockchain_dir + filename, 'rb').read()  
    return hashlib.md5(file).hexdigest()
```

Рис. 6. – Вложение хэша

7. Формирование списка файлов информации изображено на рис. 7.

```
def get_files():  
    files = os.listdir(blockchain_dir)  
    return sorted([int(i) for i in files])
```

Рис. 7. – Списки сортированных файлов

8. Вид сформированных блоков представлен на рис. 8.

```
{  
    "fio": "Ivanov Ivan Ivanovich",  
    "passport": 1111 111111,  
    "variant": "a",  
    "hash": ""  
}
```

Рис. 8. – Вид блоков

9. Проверка целостности блоков и создание списка результата проверки показана на рис. 9.

```
def check_integrity():  
    files = get_files()  
  
    results = []  
  
    for file in files[1:]:  
        f = open(blockchain_dir + str(file))  
        h = json.load(f)['hash']  
  
        prev_file = str(file - 1)  
        actual_hash = get_hash(prev_file)  
  
        if h == actual_hash:  
            res = 'Ok'  
        else:  
            res = 'Corrupted'  
  
        results.append({'block': prev_file, 'results': res})  
  
    return results
```

Рис. 9. – Проверка целостности блоков и список результата проверки

10. Реализация результата проверки целостности блоков представлена на рис. 10.

```
def main():  
    print(check_integrity())  
  
if __name__ == '__main__':  
    main()
```

Рис. 10. – Вывод результата проверки целостности блоков

Таким образом, технология Blockchain и искусственный интеллект должны стать помощниками работникам подразделений транспортной безопасности, которые помогают им обратить внимание на возможность возникновения угроз АНВ [12, 13]. Технологии, основанные на искусственном интеллекте, лишь предоставляют варианты решений работникам ПОТБ, но не заменяют их в связи с проблемой наличия устойчивости многих алгоритмов в недетерминированных системах и в условиях неопределенности. Чем точнее работает алгоритм, тем сложнее задача, тем больше нужно иметь массивов данных для моделирования. Поэтому, на начальном этапе сбора и анализа данных, хранящихся в распределенном реестре Blockchain, будет наращиваться возможность проведения честных исследований и накопления массивов данных из полученных результатов в целях оптимизации машинного обучения, а в перспективе – оптимизация точности выводов для максимального предотвращения угроз АНВ в деятельности транспортного комплекса.

### Литература

1. Люди vs технологии: Как сократить человеческий фактор обсудили на форуме «Безопасность на транспорте» // Экспертный центр «Движение без опасности». URL: [bezdtp.ru/bezntp/ru/events/o\\_32336/](http://bezdtp.ru/bezntp/ru/events/o_32336/) (дата обращения: 18.01.2022).
2. Иванов А.О., Леонов С.И. Возможности оказания отдельных государственных услуг в области обеспечения транспортной безопасности в условиях специального регулирования // Техник транспорта: образование и практика. 2020. Т. 1. № 4. С. 376-379. DOI 10.46684/2687-1033.2020.4.376-379.

3. Воронов А.М., Леонов С.И. Перспективные направления применения инновационных технологий обеспечения безопасности дорожного движения в контексте транспортной безопасности современной России // Актуальные проблемы административного права и процесса. 2021. № 1. С. 30-36.

4. Серeda П.О., Лебедева И.В., Наконечный В. Н., Рудиков Д.Н., Финоченко Т.А. К вопросу оценки безопасности движения на автомобильных дорогах при возникновении чрезвычайных ситуаций // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4779.

5. Pinevich E., Lazarev Y., Bolgarov N., Altynov D., Fatyushin Y. Mathematical model of the influence of the rheology of lubricating compositions on the safety of rolling stock movement // Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 022021 DOI:10.1088/1742-6596/2131/2/022021.

6. Пинеvич Е. В., Алтынов Д.С., Лисовский В.С. Оптимизация организационных структур и состава подразделений транспортной безопасности на железнодорожном транспорте // Известия ЮФУ. Технические науки. 2021. № 3(220). С. 42-54. DOI 10.18522/2311-3103-2021-3-42-54.

7. Rybitskiy V., Radaev A. Optimization Model for the Distribution of Production Resources by Elemental Sections of Railway Mainline // Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Vol. 150 LNCE. P. 356-368. DOI 10.1007/978-3-030-72404-7\_35.

8. Финоченко Т.А., Семиглазова Е.А. Профессиональный риск на основе специальной оценки условий труда // Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355.

9. Makovetskaya-Abramova O., Lazarev Y., Gravit M., Silla S., Shakhova M. Multiplicative method for creating the traffic monitoring base in a megapolis // E3S Web of Conferences: Topical Problems of Green Architecture, Civil and

---

Environmental Engineering, ТРАСЕЕ 2019, Moscow: EDP Sciences, 2020. P. 03023. DOI 10.1051/e3sconf/202016403023.

10. Денисов В.В., Балановский В.Л. Некоторые аспекты обеспечения транспортной безопасности // Качество и жизнь. 2021. №2(30). С. 80-85.

11. Денисов В.В., Балановский В.Л. Управление качеством решений в области транспортной безопасности // Качество и жизнь. 2021. №2(30). С. 85-90.

12. Прокофьев Ю. В., Кобзарь А.А., Волошин В.Г. Математическая модель обоснования количества устройств досмотра на объекте транспорта // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 1-2(79-80). С. 7-10.

13. Прокофьев Ю. В., Андрушко С.Б., Кобзарь А.А. Математическая модель поражения персонала объекта транспорта в результате террористических актов // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 3-4(69-70). С. 51-56.

### References

1. Lyudi vs tehnologii: Kak sokratit` chelovecheskij faktor obsudili na forume «Bezopasnost` na transporte» [People vs Technology: How to reduce the human factor discussed at the forum «Transport Safety»]. E`kspertny`j centr «Dvizhenie bez opasnosti». URL: bezdtp.ru/bezdtp/ru/events/o\_32336/.

2. Ivanov A.O., Leonov S.I. Teknik transporta: obrazovanie i praktika. 2020. T. 1. № 4. pp. 376-379. DOI 10.46684/2687-1033.2020.4.376-379.

3. Voronov A.M., Leonov S.I. Aktual`ny`e problemy` administrativnogo prava i processa. 2021. № 1. pp. 30-36.

4. Sereda P.O., Lebedeva I.V., Nakonechny`j V. N., Rudikov D.N., Finochenko T.A. Inzhenerny`j vestnik Dona. 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4779.

5. Pinevich E., Lazarev Y., Bolgarov N., Altynov D., Fatyushin Y. Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 022021 DOI:10.1088/1742-6596/2131/2/022021.

6. Pinevich E. V., Alty`nov D.S., Lisovskij V.S. Izvestiya YuFU. Texnicheskie nauki. 2021. № 3(220). pp. 42-54. DOI 10.18522/2311-3103-2021-3-42-54.

7. Rybitskiy V., Radaev A. Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Vol. 150 LNCE. P. 356-368. DOI 10.1007/978-3-030-72404-7\_35.

8. Finochenko T.A., Semiglazova E.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4355.

9. Makovetskaya-Abramova O., Lazarev Y., Gravit M., Silla S., Shakhova M. Multiplicative method for creating the traffic monitoring base in a megapolis. E3S Web of Conferences: Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019, Moscow: EDP Sciences, 2020. P. 03023. DOI 10.1051/e3sconf/202016403023.

10. Denisov V.V., Balanovskij V.L. Kachestvo i zhizn`. 2021. №2 (30). pp. 80-85.

11. Denisov V.V., Balanovskij V.L. Kachestvo i zhizn`. 2021. №2 (30). pp. 85-90.

12. Prokof`ev Yu. V., Kobzar` A.A., Voloshin V.G. Voprosy` oboronnoj texniki. Seriya 16: Texnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu. 2015. № 1-2(79-80). pp. 7-10.

13. Prokof`ev Yu. V., Andrushko S.B., Kobzar` A.A. Voprosy` oboronnoj texniki. Seriya 16: Texnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu. 2014. № 3-4(69-70). pp. 51-56.