

Применение цифровых ресурсов в целях обеспечения транспортной безопасности

М.А. Дергунова¹, Е.В. Пиневиц², Д.С. Алтынов¹

¹ Ростовский государственный университет путей сообщения

² Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Разработана оптимизационная модель минимального необходимого количества работников, осуществляющих мероприятия транспортной безопасности, включенных в состав подразделений транспортной безопасности с учетом алгоритма распределения работников, в том числе, различных групп по выполняемым отдельным функциям при различных уровнях безопасности, а также вероятности реализации различных угроз транспортной безопасности.

Ключевые слова: транспортная стратегия, цифровизация транспортной безопасности, оптимизация издержек, подразделения транспортной безопасности, требования по обеспечению транспортной безопасности.

Обеспечение безопасности на транспорте и транспортной безопасности в рамках Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р (далее – Стратегия) является ключевым элементом, влияющим на выполнение всех поставленных целей развития транспортного комплекса Российской Федерации. Это подразумевает не только защиту интересов государства, пассажиров, грузовладельцев и перевозчиков, но и обеспечение устойчивого развития всей транспортной инфраструктуры, что требует интеграции и современного подхода к управлению рисками, а также оперативному реагированию на вызовы угроз безопасности.

В рамках реализации данных мероприятий основное внимание уделяется интеграции современных информационных разработок таких как: большие данные, искусственный интеллект, блокчейн и другие. Эти технологии позволяют осуществлять качественный мониторинг и многофакторный анализ состояния транспортной инфраструктуры, анализировать паттерны поведения пассажиров и выявлять риски реализации потенциальных угроз в режиме реального времени. Внедрение таких систем позволяет не только оперативно реагировать на возникшие риски, но и

осуществлять прогнозирование возможных инцидентов, что является ключевым фактором в своевременном выявлении и предотвращении актов незаконного вмешательства.

Ключевым приоритетом является также совершенствование нормативной правовой базы в области транспортной безопасности, что создаёт основу для оптимизации процессов и процедур, обеспечивающих антитеррористическую защищенность объектов на всех уровнях обеспечения безопасности. Важно, чтобы все составляющие транспортного комплекса, включая государственные органы, бизнес и гражданское общество, работали в едином направлении, осознавая свою ответственность за безопасность и устойчивость транспортной системы страны[1-3].

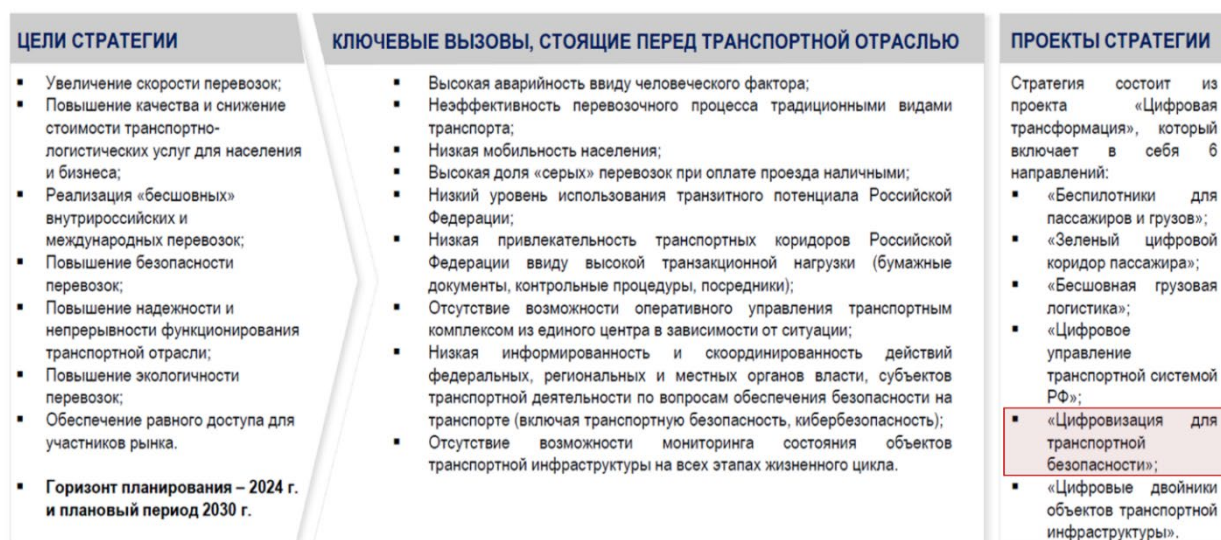


Рис. 1. – Основные показатели Транспортной стратегии России

Сегодня, реализуя стратегическое направление в области цифровой трансформации транспортной отрасли РФ до 2030 г., утвержденное распоряжением Правительства РФ от 21 декабря 2021 г. № 3744-р, проект «Цифровизация для транспортной безопасности» активно формирует единое цифровое пространство в данной области. Создание Единой государственной информационной системы обеспечения транспортной безопасности представляет собой ключевой шаг в этом направлении, позволяющий

интегрировать различные аспекты транспортной безопасности в единую экосистему. Цифровизация государственных услуг, таких как аккредитация специализированных организаций, утверждение результатов оценки уязвимости и др. осуществляется через внедрение цифровых регламентов, размещаемых на едином портале государственных услуг. Кроме того, совершенствуется электронная система межведомственного взаимодействия, способствующая оперативному предоставлению информации по запросам компетентных органов. А внедрение интерактивной системы предварительного информирования о пассажирах, имеющих потенциальную связь с террористической и экстремистской деятельностью, является важным инструментом для своевременного выявления и предотвращения актов незаконного вмешательства как на объектах транспортной инфраструктуры, так и в транспортном комплексе в целом. [4, 5].

Оптимизация издержек представляет собой сложный и многогранный процесс, охватывающий как экономические, так и организационные аспекты управленческой деятельности в том числе в области обеспечения безопасности. Важнейшим элементом здесь является анализ потребностей в ресурсах, включая численность и квалификацию работников, задействованных в обеспечении транспортной безопасности. В условиях ограниченного бюджета необходимость снижения издержек вынуждает субъекты инфраструктуры уделять особое внимание оптимизации системы мер, направленных на обеспечение транспортной безопасности, организационным мероприятиям, функциональному составу инженерных сооружений и технических средств и др. Эффективное распределение ресурсов и использование современных информационных технологий позволяют минимизировать затраты одновременно с повышением качества выполняемых функций. Кроме того, ключевым фактором использования ресурсов, является повышение уровня профессионального мастерства сил

обеспечения транспортной безопасности, что напрямую сказывается на эффективности их работы. Проведение учений, тренировок, контрольных и надзорных мероприятий, периодическое повышение квалификации и прохождение процедуры аттестации обеспечивает качество выполнения функциональных задач силами обеспечения транспортной безопасности и их готовность к реагированию на возникновение угроз транспортной безопасности.

В конечном итоге, комплексный подход к оптимизации издержек обеспечит не только стабильность функционирования объектов транспортной инфраструктуры, но и создаст условия для их дальнейшего развития и модернизации, что является залогом конкурентоспособности в современных условиях [6,7].

Решением данной задачи может стать оптимизация распределения ресурсов подразделений транспортной безопасности с применением алгоритма цветовой корректировки графов, на основе формирования внутренне-устойчивых множеств различных функций и теоретико-множественных условий над ними. В настоящей работе разработан и программно-реализован алгоритм цветовой корректировки графа на основе генерации внутренне-устойчивых множеств.

В исходной постановке задачи мы имеем: ОТИ (железнодорожная станция), где в целях обеспечения транспортной безопасности привлечено подразделение транспортной безопасности, которое в свою очередь состоит из работников, осуществляющих досмотр, наблюдение, собеседование и группу быстрого реагирования [8,9]. При этом, эффективность работы данного подразделения напрямую зависит от четкой координации действий всех сотрудников, грамотной организации порядка реагирования и постоянной адаптации к изменяющимся условиям. Важно учитывать, что оптимальное распределение функций между работниками позволяет не

только сэкономить бюджет, но и повысить уровень обеспечения транспортной безопасности. Для этого необходимо тщательно проанализировать должностные инструкции, нормы трудового законодательства, санитарные нормы и правила, технические характеристики технических средств и др., в контексте выполнения конкретных задач, выявляя, какие из них могут быть делегированы или оптимизированы. Такой подход позволит избежать дублирования усилий и сосредоточиться на ключевых аспектах обеспечения безопасности.

Одним из решений является внедрение многофункциональных групп, где работники смогут выполнять несколько задач одновременно. Это не только увеличит гибкость системы обеспечения безопасности, но и позволит более оперативно реагировать на возникающие угрозы. При этом важно дополнительно обучить их, чтобы повысить уровень профессиональной подготовки и ответственности. Кроме того, применение современных технологий, таких, как системы видеонаблюдения и аналитики, может существенно снизить потребность в численности персонала. Автоматизация рутинных процессов освободит работников подразделений транспортной безопасности для более сложных задач, что повысит общую эффективность работы. Таким образом, оптимальное распределение функций и внедрение новых алгоритмов помогут добиться необходимого уровня безопасности при минимальных затратах на персонал [10,11].

Далее, каждая из вершин будет соответствовать уникальному работнику, задачей которого является выполнение определенной функции. Для обозначения взаимоотношений между этими функциями мы введем соответствующие рёбра, которые сигнализируют о невозможности одновременного выполнения назначенных задач. Таким образом, граф будет представлять собой не только структуру, но и динамическую модель распределения нагрузки между работниками.

Учитывая хроматическое число графа, мы можем с достоверностью утверждать, что минимальное количество работников, требуемое для выполнения всех поставленных задач без конфликтов, определяется именно этим значением. Это даст нам возможность применять алгоритмы минимальной раскраски, которые работают с полиномиальной сложностью, что является важным шагом в оптимизации распределения ресурсов.

Для применения алгоритмов нам необходимо подставить множество вершин графа в соответствующее множество интервалов, что позволит сократить вычислительные затраты и упростить задачу раскраски. Такой подход не только улучшит эффективность работы, но и позволит более гибко реагировать на изменения в распределении ресурсов в ходе выполнения задач.

Построим n интервалов $M_n: M_i = [x_i, y_i], i = 1, \dots, n$, где x_i – время начала выполнения некоторой операции, а y_i – время ее окончания. Далее пронумеруем интервалы $M_1 \dots, M_k$ так, чтобы $x_1 \leq \dots \leq x_k$. Спроецируем концы отрезков на ось, получив $2n$ чисел. Запишем множество всех $2n$ чисел $x_i, y_i, 1 \leq i, j \leq n$ в порядке не убывания начал интервалов.

Выписывая только номера интервалов, получаем числовую последовательность $I = (i_1 \dots, i_{2n})$, состоящую из чисел $1, \dots, n$, причем каждое число i встречается ровно два раза (Рис. 2). Последовательности P , а следовательно, и множеству интервалов $I_1 \dots, I_k$ ставится соответствие граф $G = (U, V)$, вершины U_i которого соответствуют интервалам M_i , причем $\{M_i, M_j\} \in V: M_i \cap M_j \neq \emptyset$, где V – множество ребер.

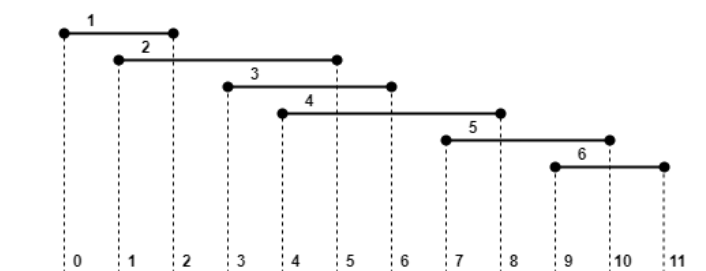


Рис. 2. – Графическое представление интервального графа

Пусть C_{opt} – наименьшее количество трудовых ресурсов, необходимых для выполнения всех операций, заданных интервалами M_1, \dots, M_n , тогда подграф графа G , порожденный множеством U_i , не имеет ни одного ребра. Поэтому разбиение U_1, \dots, U_k является правильной раскраской множества вершин V , причем минимальной в силу определения числа C_{opt} , где $C_{opt} = \chi(G)$ – хроматическое число графа G .

Оптимальное число штатных сотрудников, обеспечивающих мероприятия по транспортной безопасности, может находиться по следующему алгоритму.

1. Временную последовательность, упорядоченную по не убыванию начала выполнения штатных работ, представим в виде: $P = 1, 2, \dots, i_{1(2)}, \dots, i_{j_2(2)}, \dots, n$.

2. Сформируем внутренне устойчивые множества X_i , число которых образует оптимальный набор штатных единиц: $x \in X_i / X_{i-1} : M_i \cap M_{i+j} = 0$.

3. Для каждого внутренне устойчивого множества определим собственный номер цвета.

4. Число полученных множеств будет равно минимальной раскраске или минимальному набору штатных единиц.

Пошаговая реализация алгоритма на языке Python.

1. Создание фронтенда (Рис. 3).

```
import tkinter as tk
from datetime import time

win = tk.Tk()
win.title(' Time calculation')
x = (win.wininfo_screenwidth() - win.wininfo_reqwidth()) / 2
y = (win.wininfo_screenheight() - win.wininfo_reqheight()) / 2
win.wm_geometry("+%d+%d" % (x, y))
label = tk.Label(win, text='Enter the time as hh:mm, separating the
hours and minutes by a space, and the intervals themselves
", "')
label.grid(row=0, column=0)
text = tk.Entry(win)
text.grid(row=1, column=0)
button1 = tk.Button(win, text=' Input ', command=oncl1)
button1.grid(row=2, column=0)
button2 = tk.Button(win, text=' Begin ', command=oncl2)
button2.grid(row=3, column=0)
win.mainloop()
```

Рис. 3. – Создание фронтенда

2. Создание функции ввода переменных (Рис. 4).

```
def oncl1():
    r = str(text.get())
    sr = r.split(",")
    sr1 = [i.split() for i in sr]
    vr = []
    vr1 = []
    for i in range(len(sr1)):
        vr.append([int(j) for j in sr1[i]])
    vr1 = [time(vr[0][0], vr[0][1]), time(vr[1][0], vr[1][1])]
    spis1.append(vr1)
```

Рис. 4. – Функция ввода переменных

3. Создание функции для работы с интервалами (Рис. 5).

```
win1 = tk.Tk()
win1.title('Result')
x = (win1.wininfo_screenwidth() -
win1.wininfo_reqwidth()) / 2
y = (win1.wininfo_screenheight() -
win1.wininfo_reqheight()) / 2
win1.wm_geometry("+%d+%d" % (x, y))
..
win1.mainloop()
```

Рис. 5. – Работа с интервалами

4. Определение условий построения интервалов (Рис. 6).

```
for i in range(len(spis1)):
    if spis1[i][0] not in spis4:
        if t == 0:
            t = spis1[i][1]
        if t > spis1[i][0]:
            st.append([spis1[i][0], spis1[i][1]])
        if t < spis1[i][0]:
            t = spis1[i][1]
            spis4.append(st)
            st = []
            st.append([spis1[i][0], spis1[i][1]])
        if i == (len(spis1) - 1):
            spis4.append(st)
    if i==(len(spis1)-1):
        spis4.append(st)
```


Рис. 6. – Построение интервалов

5. Далее представлен цикл для нахождения множеств, объединённых по единому правилу, и дальнейший вывод результата в окно графического интерфейса (Рис. 7).

```
max=0
for i in range(len(spis4)):
    if len(spis4[i])>max:
        max=len(spis4[i])
spis = [0] * max
for i in range(len(spis4)):
    for j in range(len(spis4[i])):
        if spis[j] != [] and i == 0:
            spis[j] = [spis4[i][j]]
        if i != 0:
            spis[j].append(spis4[i][j])

c=0
d=0
for i in range(len(spis)):
    label1 = tk.Label(win1, text=('List ' + str(i + 1)))
    label1.grid(row=0, column=c)
    r=1
    for j in range(len(spis[i])):
        label2 = tk.Label(win1, text=('c ' + str(spis[i][j][0]) + ' } ' +
+ str(spis[i][j][1])))
        label2.grid(row=r, column=c)
        r = r + 1
    if d<r:
        d=r
    c = c + 1
label3 = tk.Label(win1, text=('Minimum number of employees:
'+str(len(spis))))
label3.grid(row=(d+1), column=0)
```

Рис. 7. – Нахождение множеств

Таким образом, эффективность распределения кадров с использованием данного программного продукта позволяет значительно повысить не только производительность работников подразделений транспортной безопасности, но и повысить общий уровень обеспечения безопасности транспортной инфраструктуры. Специально разработанный алгоритм, учитывающий множества факторов, обеспечивает гибкость в адаптации к изменяющимся условиям, что особенно важно в динамичной среде обеспечения транспортной безопасности. Это открывает новые возможности для повышения квалификации сотрудников и улучшения уровня их подготовки, что также напрямую влияет на эффективность выполнения задач.

Литература

1. 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.

2. 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.

3. Полянский А. В. Теория и практика технологического обоснования конструктивных решений объектов железнодорожного пути с применением экспертной системы // Транспортные сооружения. 2020. Т. 7. № 3. С. 1. DOI: 10.15862/01SAT320.

4. Полянский А. В. Моделирование и оптимизация технологического процесса строительства объекта железнодорожного пути с применением генетического алгоритма // Транспортные сооружения. 2021. Т. 8. № 1. DOI: 10.15862/05SAT121.

5. Алтынов Д.С., Пиневиц Е.В., Годунов А.Е., Шенявский И.Н. Blockchain в системе обеспечения транспортной безопасности // Инженерный вестник Дона, 2022, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2022/7422.

6. Пиневиц 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. 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.

8. Ермошин Н.А., Алексеев С.В. Нормативно-правовые проблемы заблаговременной подготовки автомобильных дорог в интересах обеспечения военной безопасности государства // Национальные приоритеты России. Серия 1: Наука и военная безопасность. 2015. № 2 (2). С. 9-13.

9. 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.

10. 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.

11. Середа 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.

References

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

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

3. Polyanskiy A. V. *Transportny`e sooruzheniya*. 2020. Т. 7. № 3. С. 1. DOI: 10.15862/01SATS320.

4. Polyanskiy A. V. *Transportny`e sooruzheniya*. 2021. Т. 8. № 1. DOI: 10.15862/05SATS121.



5. Alty`nov D.S., Pinevich E.V., Godunov A.E., Shenyavskij I.N. Inzhenerny`j vestnik Dona, 2022, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2022/7422.
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. 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.
8. Ermoshin N.A., Alekseev S.V. Nacional`ny`e priority` Rossii. Seriya 1: Nauka i voennaya bezopasnost`. 2015. № 2 (2). pp. 9-13.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

Дата поступления: 17.11.2024

Дата публикации: 1.01.2025