

университета. Сер. 4 : Естественно-математические и технические науки. – 2021. – № 3 (286). – С. 73–79.

3 **Бушина, К. С.** Анализ различных видов тестирования программного обеспечения / К. С. Бушина, Е. В. Ларина // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 11 (27). – С. 954–959.

4 **Логачева, Н. В.** Важность тестирования программного обеспечения в процессе разработки программного обеспечения / Н. В. Логачева, М. Л. Ладоньчева, К. С. Пузырева // Инновационная наука. – 2022. – № 2. – С. 23–26.

5 **Егоров, Ю. С.** Выявление и описание пользовательских требований к программному обеспечению / Ю. С. Егоров, Д. В. Милов, Е. В. Степанова // Информационные системы и технологии ИСТ-2017 : материалы докладов XXIII Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию НГТУ / Нижегородский политехнический институт. – Н. Новгород, 2017. – С. 72–76.

6 **Усачева, Е. С.** Формирование требований к современному пользовательскому интерфейсу системы электронного документооборота / Е. С. Усачева, А. С. Еропкина // Проблемы формирования единого пространства экономического и социального развития стран СНГ (СНГ-2016) : материалы ежегодной междунар. науч.-практ. конф. / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 2016. – С. 427–432.

Получено 01.06.2023

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 28. Гомель, 2023

---

УДК 625.76: 338.47

*Е. С. КОНДРАТЕНКО, Д. В. МАЗУР (СА-21), А. Э. КЛЕЙШИС (СА-31)*  
Научные руководители: канд. экон. наук *И. М. ЦАРЕНКОВА*,  
ст. преп. *Е. Л. БУРДУК*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ СРАВНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Приводятся результаты применения метода экспертных оценок для сравнения различных характеристик автомобильных дорог. В состав сравниваемых показателей включены прочность дорожной одежды, количество перевезенных грузов и пассажиров, интенсивность транспортного потока, стоимость перевозки. На основании экспертных оценок определены относительные показатели значимости рассматриваемых характеристик для местных и республиканских дорог.

Автомобильные дороги играют важную роль в экономическом развитии страны и социальной жизни населения. Их исследованию, как одной из важнейших инфраструктурных составляющих транспортного комплекса, посвящены работы ведущих белорусских ученых Ивутья Р. Б., Ковалева М. М. [1, 2].

В соответствии с принятой классификацией автомобильные дороги подразделяются на классы и категории.

Класс является характеристикой дороги по функциональному назначению, условиям доступа и обеспечиваемому уровню обслуживания. По потребительским свойствам и условиям доступа на них транспортных средств автомобильные дороги делятся на следующие классы: автомагистрали, скоростные дороги, обычные дороги, дороги низших категорий. Категория служит характеристикой, определяющей технические параметры автомобильной дороги. Кроме того, в зависимости от функционального назначения различают республиканские и местные автомобильные дороги [3].

В научной литературе к исследованию влияния дорог на развитие экономики применяются различные аналитические инструменты. Работы Дингеса Э. В. [4] посвящены детальному анализу эффектов, получаемых от развития автомобильных дорог. В других исследованиях рассматриваются только основные показатели транспортного обслуживания территорий [5].

Применение иных подходов к исследованию классификационных признаков автомобильных дорог, например, с позиций логистического взаимодействия в транспортной сфере требует выбора показателей, на основе которых в дальнейшем возможно оценить уровень развития и конкурентное преимущество автомобильных дорог в составе дорожной сети государства.

В настоящем исследовании предлагается при сравнении автомобильных дорог оценить степень значимости таких показателей, как прочность дорожной одежды, объем перевезенного груза, интенсивность транспортного потока, количество перевезенных пассажиров, стоимость перевозки груза. Выбор данных показателей объясняется возможностью их расчета как в целом для конкретной автомобильной дороги, расположенной по протяжению определенного маршрута перевозки грузов и пассажиров, так и, при необходимости, для отдельных ее участков. Кроме того, указанный набор показателей позволяет всесторонне оценить влияние дороги на разные аспекты экономической и общественной жизни, начиная со стабильности функционирования самой дороги (прочность дорожной одежды) до результативности работы автомобильного транспорта (объем перевезенных грузов, интенсивность транспортного потока, количество перевезенных пассажиров, стоимость перевозки груза).

Для сравнения значимости этих пяти показателей автомобильных дорог был произведен опрос мнения экспертов, в качестве которых выступили студенты заочной формы обучения специальности «Автомобильные дороги». Используя метод парных сравнений, эксперты сопоставили значимость предложенных показателей отдельно для автомобильных дорог местного и республиканского значения.

Для анализа полученных результатов были применены элементы метода анализа иерархий, предложенного Томасом Саати [6]. Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и последующей обработке суждений лица, принимающего решение по парным сравнениям. В качестве исходных данных для этого метода используются матрицы парных сравнений, элементы которых в количественной форме отражают результаты сопоставления экспертами сравниваемых показателей по степе-

ни их значимости. На главной диагонали полученных матриц расположены единицы. Остальные элементы отражают субъективное (по мнению определенного эксперта) превосходство элемента  $i$ -й строки над элементом  $j$ -го столбца. Очевидно, что полученная матрица обладает свойством обратной симметричности, т. е.  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ . При сравнении элементов используется шкала относительной важности, представленная в таблице 1.

Проверка согласованности суждений производилась по следующей методике. Для каждой строки матрицы парных сравнений вычислялось среднее геометрическое путем извлечения корня  $n$ -й степени из произведения элементов каждой строки. Компоненты нормализованного вектора приоритетов получаются путем деления геометрического среднего каждой строки на сумму всех геометрических средних.

Таблица 1 – Шкала относительной важности

Оценка	Определение
1	Равная важность сравниваемых элементов
3	Умеренное превосходство $i$ -го элемента над $j$ -м
5	Существенное или сильное превосходство $i$ -го элемента над $j$ -м
7	Значительное превосходство $i$ -го элемента над $j$ -м
9	Очень сильное превосходство $i$ -го элемента над $j$ -м
2, 4, 6, 8	Промежуточные варианты между двумя соседними суждениями

В таблице 2 приведен пример расчетов для одной из матриц парных сравнений.

Таблица 2 – Пример расчета нормализованного вектора приоритетов

Показатель	Прочность дорожной одежды	Объем перевезенных грузов	Интенсивность транспортного потока	Количество перевезенных пассажиров	Стоимость перевозки груза	Геометрическое среднее	Нормализованный вектор приоритетов
Прочность дорожной одежды	1	5	5	1	1	1,904	0,330
Объем перевезенных грузов	0,2	1	5	1	1	0,833	0,144
Интенсивность транспортного потока	0,2	0,2	1	0,2	0,2	0,276	0,048
Количество перевезенных пассажиров	1	1	5	1	1	1,380	0,239
Стоимость перевозки груза	1	1	5	1	1	1,380	0,239
Сумма элементов столбца	3,4	8,2	18	4,2	4,2	5,772	1

Для расчета индекса согласованности вычисляются суммы элементов каждого столбца матрицы суждений. Затем сумма элементов первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов, сумма элементов второго столбца – на вторую компо-

ненту и т. д. Все полученные произведения суммируются. Получаемая таким образом величина обозначается  $\lambda_{\max}$ .

Индекс согласованности вычисляется по формуле

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max}}{n-1},$$

где  $n$  – число сравниваемых элементов (в нашем случае равно 5).

Затем нужно сравнить полученную величину со значением случайной согласованности. Случайная согласованность – это величина согласованности, которая получилась бы при случайном выборе количественных суждений. Для матрицы размерности  $5 \times 5$  случайная согласованность  $CC = 1,12$ .

Частное от деления индекса согласованности на случайную согласованность называется отношением согласованности (ОС):

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{СС}},$$

Для рассмотренного в таблице 2 примера:

$$\lambda_{\max} = 3,4 \cdot 0,330 + 8,2 \cdot 0,144 + 18 \cdot 0,048 + 4,2 \cdot 0,239 + 4,2 \cdot 0,239 = 5,173.$$

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{5,173 - 5}{4} = 0,043. \quad \text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{СС}} = \frac{0,043}{1,12} = 0,038.$$

Суждения в матрице считаются согласованными, если ОС не превышает 0,1, в некоторых случаях допускается значение 0,2. То, что ОС превышает указанные значения, говорит о сильной рассогласованности суждений в матрице парных сравнений. В этом случае рекомендуется заполнить матрицу повторно, более внимательно используя шкалу парных сравнений.

После выполнения такой проверки некоторые матрицы, содержащие противоречивые суждения, были исключены из дальнейшего исследования. На основании согласованных матриц были получены приведенные величины относительной значимости сравниваемых показателей автомобильных дорог (таблица 3).

**Таблица 3 – Матрица приоритетов показателей при сравнении дорог**

Показатель	Республиканские дороги	Местные дороги
Прочность дорожной одежды	0,267	0,29
Объем перевезенных тонн груза	0,213	0,16
Интенсивность транспортного потока	0,067	0,27
Количество перевезенных пассажиров	0,187	0,12
Стоимость перевозки груза	0,267	0,16

На основании полученных значений можно сделать вывод о том, что по мнению экспертов, для республиканских дорог наибольшую значимость имеют показатели, характеризующие эксплуатационную (прочность дорожной одежды) и экономическую (стоимость перевозки грузов) составляющие

функционирования автомобильной дороги, чуть меньшую значимость – показатели, связанные с работой транспорта. Наименьшую значимость для республиканских дорог, по мнению экспертов, имеет величина интенсивности транспортного потока. Для местных дорог, по мнению экспертов, наибольшую значимость имеют показатели прочности дорожной одежды и интенсивности транспортного потока, что вероятно связано с важностью местного сообщения для обеспечения развития регионов страны, а наименьшую – количество перевезенных пассажиров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ивуть, Р. Б.** Оценка влияния транспортно-логистической инфраструктуры регионов Республики Беларусь на ее социально-экономические показатели / Р. Б. Ивуть, П. В. Попов, П. И. Лапковская // Наука и техника. – 2020. – Т. 19, № 2. – С. 93–100.

2 **Ковалев, М. М.** Транспортная логистика в Беларуси: состояние, перспективы: [монография] / М. М. Ковалев, А. А. Королева, А. А. Дутина. – Минск : Изд. центр БГУ, 2017. – 327 с.

3 Автомобильные дороги = Аўтамабільныя дарогі : СН 3.03.04-2019. – Введ. 21.09.20 (с отменой на территории РБ ТКП 45-3.03-19-2006 (02250)). – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 60 с.

4 **Дингес, Э. В.** Методы оценки эффективности дорожных проектов : учеб. пособие / Э. В. Дингес, В. А. Гусейналиев. – М. : МАДИ, 2016. – 148 с.

5 **Дроздов, П. А.** Оценка транзитного потенциала Республики Беларусь при перевозках автомобильным транспортом / П. А. Дроздов // Логистические системы и процессы в условиях экономической нестабильности : материалы VI Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 дек. 2018 г. / редкол. : П. И. Бригадин, А. Д. Молокович, П. А. Дроздов. – Минск : Институт бизнеса БГУ, 2019. – С. 65–74.

6 **Саати, Т.** Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.

Получено 31.05.2023

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 28. Гомель, 2023

---

УДК 385.81

*С. В. КОТЮЩЕНКО, И. С. МАКСИМЕНКО, С. В. ПЕТРУСЕВ (ВМА-22)*  
Научный руководитель – преп. Д. В. ЯКУНИН

#### КОЛЛАБОРАЦИОНИЗМ: СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА

Проведен анализ планов фашистских агрессоров и их пособников.

Нападение Германией на СССР преследовало экономические, политические и идеологические цели. Крах государства площадью в 22,4 млн км<sup>2</sup>