УДК 656.135
JEL: C45, R4
DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.2.26

Н. Г. Гавриленко[1]
[1]Омская гуманитарная академия, г. Омск, Российская Федерация

Использование искусственных нейронных сетей при планировании целевых индикаторов развития грузового автомобильного транспорта РФ

Аннотация. В настоящее время развитие грузового автомобильного транспорта определено Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 года, реализация которой в перспективе маловероятна, в том числе по причине недостаточной эффективности системы планирования целевых индикаторов. Следовательно, особую актуальность приобретает задача выбора эффективных методов планирования индикаторов. Основу исследования составляют обзор научной литературы, изучение документов стратегического планирования РФ, методы сравнения, логический и аксиоматический методы. В статье обоснована необходимость формирования цифровой системы управления грузовым АТ с элементами искусственного интеллекта. Показано, что использование искусственных нейронных сетей предпочтительнее при планировании целевых индикаторов развития. Представлены «входы» и «выходы» для обучения семи нейронных сетей, позволяющих получить предельные значения целевых индикаторов грузового АТ РФ. Возможность обучения искусственных нейронных сетей с допустимым уровнем ошибки по представленным данным для дальнейшего использования в системе цифрового управления грузовым автомобильным транспортом РФ доказана с использованием аналитической надстройки для Microsoft Excel – Neural Excel.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, планирование, прогнозирование, искусственные нейронные сети.

Дата поступления статьи: 24 мая 2020 г.

Для цитирования: Гавриленко Н. Г. (2021). Использование искусственных нейронных сетей при планировании целевых индикаторов развития грузового автомобильного транспорта РФ // Наука о человеке: гуманитарные исследования. Т. 15. № 2. С. 213–218. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.2.26.

Проблема и цель исследования. Развитие грузового автомобильного транспорта до 2030 года описано Транспортной стратегией РФ, в рамках которой установлено 18 индикаторов, отражающих необходимость увеличения объёма услуг (транспортной работы), обеспечения доступности и качества автотранспортных услуг в сфере грузовых перевозок, интеграции в мировое транспортное пространство, реализации транзитного потенциала, повышения уровня безопасности автотранспортной системы и снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду [1]. Инновационный вариант развития автотранспортной системы является целевым согласно ТС, но в современных условиях сложно реализуемым, что подтверждено результатами прогнозирования показателей до 2030 года [2]. Причиной сложившейся ситуации в том числе является несовершенство системы стратегического планирования РФ в целом [3, 4, 5, 6, 7, 8], а также факт того, что разработанные в ТС индикаторы развития в недостаточной степени учитывают влияние внешних факторов [9]. Следовательно, актуальной в рамках данного исследования видится задача выбора подхода к планированию индикаторов, учитывающего показатели внешних факторов.

Методология. Решение вышеозначенной задачи потребовало изучения тенденций развития стратегического управления в РФ, выбора наиболее эффективных инструментов прогнозирования и планирования, обеспечивающих решение поставленной задачи, для чего был проведен обзор научной литературы, использованы методы сравнения, логический и аксиоматический методы.

Результаты. Существующие тенденции развития стратегического управления нашли своё отражение в государственных положениях и проектах. Так, основным проектом, предполагающим инновационное развитие системы государственного управления, является нацпроект «Цифровая экономика». Нацпроект разработан в рамках реализации указа президента РФ Владимира Путина от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года».

Его реализация началась 1 октября 2018 года. В нацпроект «Цифровая экономика» включены такие разделы, как «Информационная инфраструктура», «Цифровые технологии», «Цифровое государственное управление» и др.

Третья производственная революция совпала с наступлением шестого технологического уклада, одним из составляющих ядра которого, по мнению многих исследователей, являются инструменты искусственного интеллекта (когнитивные технологии). Искусственный интеллект «имитирует» мыслительную деятельность человека. Он, как правило, основан на моделях с нечеткой логикой (fuzzy logic), на нейронных сетях (neural networks), генетическом алгоритме. Цели, преследуемые при создании искусственного интеллекта, могут быть описаны следующими элементами: получение новых знаний, принятие решений в сложных ситуациях и интеллектуальная обработка данных. Так, включение инструментов искусственного интеллекта отмечено в перечне критических технологий Российской Федерации.

Исходя из рассмотренных тенденций развития экономики и систем управления, в том числе и грузовым АТ РФ, можно с высокой долей вероятности заявлять о необходимости формирования цифровой системы управления с элементами искусственного интеллекта.

Планирование, как один из важнейших этапов стратегического управления, строится на прогнозировании, представляющем собой выявление и предвидение объективных тенденций, состояний развития грузового АТ РФ в будущем, а также альтернативных путей этого развития и сроков их осуществления. Учитывая перспективу формирования цифровой системы управления АТ в будущем, рассмотрим инструменты искусственного интеллекта, исходя из эффективности их использования в вопросах планирования и прогнозирования целевых индикаторов развития.

1. Искусственные нейронные сети чаще всего представлены математическими моделями, построенными аналогично центральной нервной системе человека. Нейронная сеть представляет собой совокупность нейронных элементов, определенным образом соединённых друг с другом и с внешней средой с помощью связей, определяемых весовыми коэффициентами [10, 11].

В отличие от других алгоритмов искусственные нейросети не программируются, а самообучаются в процессе работы. Поэтому можно ожидать, что они будут давать хорошие модели для экономических временных рядов, главным образом обеспечивая лучшие прогнозы.

2. Один из простейших инструментов искусственного интеллекта – генетический алгоритм. Сутью генетического алгоритма является поиск, основанный на механизмах естественного отбора, в нём используется эволюционный принцип выживания наиболее приспособленных особей. Данный механизм хорошо работает с большим массивом данных. Перебирая возможные варианты достижения целевого индикатора, генетический алгоритм способен подобрать набор оптимальных решений.

3. Нечёткие множества используются главным образом в экспертных системах и связаны с качественной оценкой анализируемых процессов. Описание неопределённостей реальных явлений и процессов проводится с помощью понятия о множествах, не имеющих четких границ. Данный инструмент сложен в реализации при использовании многокомпонентной модели управления, тем не менее по мере формирования интеллектуальных моделей инструменты генетического алгоритма и нейронных сетей могут быть дополнены расчётами из теории нечётких множеств.

Исходя из вышеизложенного, для планирования целевых индикаторов развития грузового автомобильного транспорта целесообразно использовать именно нейронные сети.

В рамках нашего исследования применение нейронных сетей направлено на получение математических зависимостей между внешними факторами и индикатором, с целью прогнозирования предельного значения индикатора, исходя из прогнозных показателей внешних факторов.

Прогнозирование показателей внешних факторов возможно осуществлять также с помощью нейронных сетей, нейронные сети являются одним из лучших методов аппроксимации функций, а также возможно использование сплайн-функций, экспертного метода или данных стратегических документов.

Прогнозные значения внешних факторов и полученные математические зависимости позволят получить планируемые показатели, до-

ISSN 1998-5320 (Print)
ISSN 12587-943X (Online)

стижение которых в существующих условиях реально. При условии необходимости достижения показателей, превышающих полученные, – необходима разработка и внедрение прорывных инновационных технологий.

Процесс обучения искусственной нейросети изображен на рисунке 1. Техника применения нейронных сетей для прогнозов условно разбивается на следующие этапы:

1. Подготовка данных: выделение «входов» (исходные данные) и «выходов» (результаты прогноза).

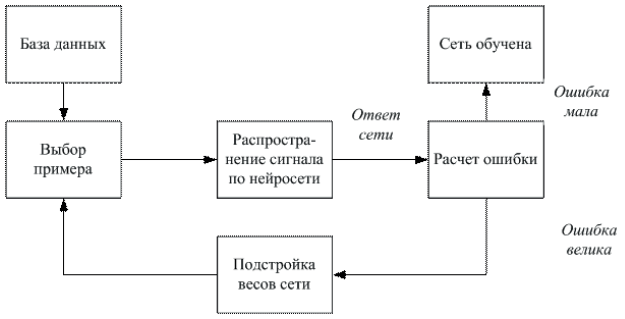

Рис. 1. Процесс обучения искусственной нейронной сети

Входами для нейронных сетей будут являться показатели внешних факторов, выходами – показатели индикаторов ТС РФ. «Входы» и «выходы» нейронных сетей являются исходными данными для обучения нейросетей.

Предварительно проведённый анализ [12] позволил сгруппировать исходные данные на 7 групп (нейронных сетей) (табл.).

2. Непосредственно обучение нейросети и её дальнейшее использование при планировании индикаторов развития.

Выводы В качестве инструмента для обучения представленных групп данных была выбрана аналитическая надстройка для Microsoft Excel, позволяющая работать с нейронными сетями, – Neural Excel. Простая в использовании надстройка позволяет быстро сконфигурировать и обучить нейронную сеть прямо в среде Microsoft Excel. Надстройка позволяет как использовать обученные сети непосредственно в Microsoft Excel, так и внедрить их в свои собственные приложения. На рис. 2-4 представлен пример обучения нейронной сети по данным таблицы (нейросеть под номером пять). Выходом сети является индикатор «Перевозки транзитных грузов через территорию России, млн т.», а входами – внешние факторы «Показатель протяженности автомобильных дорог, тыс. км» и «Показатель прироста количества объектов дорожного сервиса, расположенных на автомобильных дорогах федерального значения (на конец года), в %». На первом этапе были загружены исходные данные за период 2011–2019 гг., выбраны входы и выходы, определён тип нормализации (нелинейная нормализация) (рис. 2).

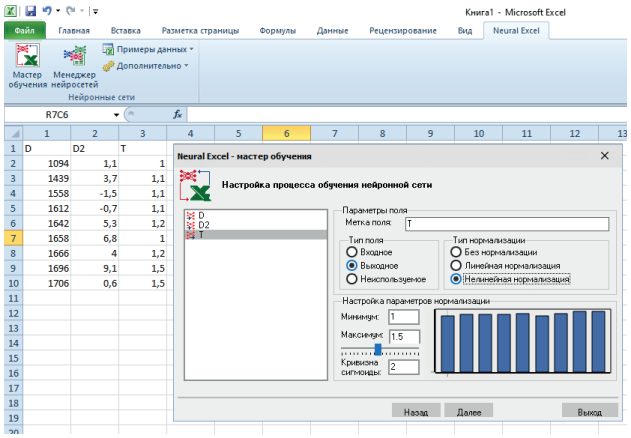

Рис. 2. Исходные данные для обучения нейронной сети

На втором этапе было настроено количество «эпох» обучения, в нашем случае – 1000, и запущен «Мастер обучения», в результате обучения мы получили нейронную сеть с показателем средней ошибки – 0,017, что является приемлемым значением для решения поставленной задачи (рис. 3). Полученная математическая зависимость для прогнозирования предельных значений индикаторов представлена на рис. 4

Использование предложенного инструмента позволит исключить утверждение нереализуемых целевых индикаторов развития грузового АТ РФ в дальнейшем. Данный инструмент может быть дополнен алгоритмами нечеткой логики, включающей процедуры фаззификации, разработки нечетких правил и дефаззификации, что увеличит эффективность его применения.

Исходные данные для обучения нейросетей

Входы нейронной сети	Входы сети номер	Выходы сети номер
Объем перевозки грузов, млн т (V)	*	1
Грузооборот, млрд т-км (Q)	*	1
Показатель ВВП РФ, сотни млрд руб. (в ценах 2011 года), (VP)	1	*
Показатель протяженности автомобильных дорог, тыс. км, (D)	1	*
Показатель прироста количества объектов дорожного сервиса, расположенных на автомобильных дорогах федерального значения (на конец года), в % (D2)	1	*
Показатель потенциала роста конкурентоспособности железнодорожного транспорта относительно автомобильного, в %	1	*
Показатель потенциала роста конкурентоспособности внутреннего водного транспорта относительно автомобильного, в %	1	*
Средняя коммерческая скорость товародвижения на АТ по скоростным автомагистралям, км/сут (U)	*	2
Доля отправок, доставленных в нормативный (договорной) срок, на автомобильном транспорте, % (N)	*	2
D	2	*
Показатель прироста количества объектов безопасности дорожной инфраструктуры, в %, D1	2	*
D2	2	*
Доля контейнерных и контрейлерных перевозок в общем объеме перевозок грузов автомобильного транспорта, % (K)	*	3
Доля контейнерных и контрейлерных перевозок в общем объеме перевозок грузов железнодорожного транспорта, % (Kr)	3	*
Средний возраст грузовых автотранспортных средств общего пользования, лет, снижение показателя на (Y)	*	4
VP	4	*
Перевозки транзитных грузов через территорию России, млн т. (T)	*	5
D	5	
D2	5	
Социальный риск гибели в дорожно-транспортных происшествиях, число погибших в ДТП на 100 тыс. населения (снижение показателя на) (B)	*	6
Снижение транспортных рисков на автодорогах (снижение числа погибших в ДТП на 10 тыс. автомобилей принадлежащих предприятиям и предпринимателям, к уровню 2011 г., % (снижение показателя на (B1)	*	6
D1	6	*
Объем выбросов CO2 на 1 т-км к уровню 2011 г., % (снижение показателя на) (O)	*	7
Доля грузовых автомобилей, соответствующих экологическим стандартам «Евро-4» и выше, в %, (E)	7	*

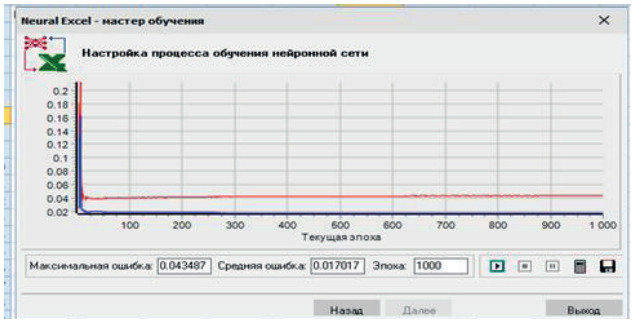

Рис. 3. Обучение нейронной сети

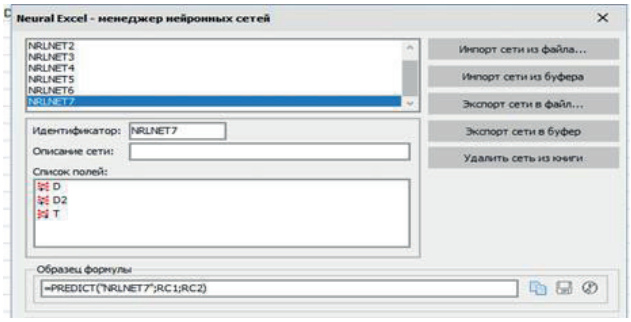

Рис. 4. Результат обучения нейронной сети

Источники

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: http://mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=2203 (дата обращения 20.02.2019).
2. Бородулина С. А. Состав и структура автотранспортной системы Российской Федерации / С. А. Бородулина, Н. Г. Гавриленко // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2020. № 1. С. 217–226. DOI 10.17238/issn1998-5320.2020.39217
3. Зубаревич Н. В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты / Н. В/ Зубаревич // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 135–145. DOI: https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-1-135-145.
4. Мау В. А. Национальные цели и модель экономического роста: новое в социально-экономической политике России в 2018-2019 гг. / В. А. Мау // Вопросы экономики. 2019. № 3. С. 5–28. DOI: https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-3-5-28
5. Ясин Е. Г. и авторский коллектив. Структурная политика в России: новые условия и возможная повестка (Доклад НИУ ВШЭ) / Е. Г. Ясин // Вопросы экономики. 2018 № 6. С. 5–28. DOI: https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-6-5-28.
6.Viktor Sebestyén, Endre Domokos, János Abonyi. Focal points for sustainable development strategies –Text mining-based comparative analysis of voluntary national reviews. Journal of Environmental Management, 1 June, 2020, vol. 263. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110414.
7. Jessica A. Crowe In search of a happy medium: How the structure of interorganizational networks influence community economic development strategies. Social Networks, October, 2007, vol. 29, Issue 4, pp. 469–488. DOI: https://doi.org/10.1016/j.socnet.2007.02.002.
8. Henrik Lund, Frede Hvelplund (2012) The economic crisis and sustainable development: The design of job creation strategies by use of concrete institutional economics. Energy, July, 2012, vol. 43, Issue 1, pp. 192–200. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.02.075.
9. Гавриленко Н. Г., Бородулина С. А. Методологические аспекты стратегического управления развитием автотранспортной системы. Транспортное дело России. М., 2020. № 6. С. 83–85.
10. Классификация нейронных сетей // Материалы Старооскольского технологического института [Электронный ресурс]. URL: https://studfiles. net/preview/3170522/page:2/ (дата обращения 02.09.2018).
11. С. Хайкин. Нейронные сети : полный курс. 2-е изд. М. : Вильямс, 2017. 1103 с.
12. Gavrilenko N. G., Borodulina S. A. Triads of strategic development of the Russian road transport system. Iop Conference Series: materials science and engineering. XIII International Scientific Conference Architecture and Construction, 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/918/1/012236

Информация об авторе

Гавриленко Наталья Геннадьевна
Кандидат экономических наук, доцент. Омская гуманитарная академия (644105, РФ, г. Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а). ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-3727-9370. E-mail: gng1978@mail.ru

N. G. Gavrilenko[1]

[1]Omsk Humanitarian Academy, Omsk, Russian Federation

The use of artificial neural networks when planning the target indicators for the truck haulage development in the Russian Federation

Annotation. Currently, the development of truck haulage is determined by the Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030, the implementation of which in the future is unlikely, including due to the insufficient efficiency of the target indicator planning system. Consequently, the task of choosing effective methods for planning indicators is of particular relevance. The research is based on a review of scientific literature, the study of strategic planning documents of the Russian Federation, comparison methods, logical and axiomatic methods. The article substantiates the need to form a digital control system for truck haulage with elements of artificial intelligence. It is shown that the use of artificial neural networks is preferable when planning target indicators of development. The “inputs” and “outputs” for training seven neural networks are presented, which allow obtaining the limiting values of the target indicators of the

truck haulage in the RF. The possibility of training artificial neural networks with an acceptable level of error according to the data presented for further use in the digital control system of truck haulage in the Russian Federation has been proved using Neural Excel, an analytical add-on for Microsoft Exce.

Keywords: road transport, planning, forecasting, artificial neural networks.

Paper submitted: May 24, 2021.

For citation: Gavrilenko N. G. (2021). The use of artificial neural networks when planning the target indicators for the truck haulage development in the Russian Federation. The Science of Person: Humanitarian Researches, vol. 15, no. 2, pp. 213–218. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.2.26.

References

1. Transport strategy of the Russian Federation for the period until 2030. [Electronic resource]. Available at: http://mintrans.ru/activity/detail.php?SECTION_ID=2203 (accessed February 20, 2019).

2. Borodulina S. A. Gavrilenko N. G. Composition and structure of the road transport system of the Russian Federation. The Science of Person: Humanitarian Researches, 2020, no. 1, pp. 217–226. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2020.39-217.

3. Zubarevich N. V. Spatial development strategy: priorities and tools. Questions of Economics, 2019, no. 1, pp. 135–145. DOI: https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-1-135-145

4. Mau V.A. National goals and economic growth model: new developments in Russia's social and economic policy in 2018-2019. Questions of Economics, 2019, no. 3, pp. 5–28. DOI: https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-3-5-28.

5. Yasin E. G. and the author's team. Structural policy in Russia: new conditions and a possible agenda (Report of the SRU HSE). Questions of Economics, 2018, no 6, pp. 5–28. DOI: https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-6-5-28.

6. Viktor Sebestyén, Endre Domokos, János Abonyi Focal points for sustainable development strategies – Text mining-based comparative analysis of voluntary national reviews. Journal of Environmental Management, 1 June, 2020, vol. 263. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110414

7. Jessica A. Crowe In search of a happy medium: How the structure of interorganizational networks influence community economic development strategies. Social Networks, October, 2007, vol. 29, issue 4, pp. 469-488. DOI: https://doi.org/10.1016/j.socnet.2007.02.002.

8. Henrik Lund, Frede Hvelplund (2012) The economic crisis and sustainable development: The design of job creation strategies by use of concrete institutional economics. Energy, July, 2012, vol. 43, issue 1, pp. 192-200. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.02.075.

9. Gavrilenko N. G., Borodulina S. A. Methodological aspects of strategic management of the development of the road transport system. Transport business in Russia. Moscow, 2020, No. 6, S. 83-85.

10 Classification of neural networks. Materials of the Stary Oskol Technological Institute [Electronic resource]. Available at: https://studfiles.net/preview/3170522/page: 2 / (accessed 09.02.2018).

11. S. Khaikin. Neural networks: a complete course. 2nd ed. Moscow : Williams, 2017. 1103 p.

12. Gavrilenko N. G., Borodulina S. A.Triads of strategic development of the Russian road transport system. Iop conference series: materials science and engineering. XIII International Scientific Conference Architecture and Construction 2020. [Electronic resource]. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/918/1/012236

Information about the author

Natalia G. Gavrilenko
Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor. Omsk Humanitarian Academy (2a 4th Cheluskintsev St., Omsk, 644105, Russian Federation). ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-3727-9370. E-mail: gng1978@mail.ru

© Н. Г. Гавриленко, 2021