

УДК 656.135
DOI 10.52452/18115942_2021_2_14

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

© 2021 г.

Н.Г. Гавриленко

Гавриленко Наталья Геннадьевна, к.э.н.; доц.; доцент кафедры экономики и управления персоналом Омской гуманитарной академии
gng1978@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 05.03.2021
Статья принята к публикации 12.04.2021*

Решается задача обоснования возможности использования инструмента генетического алгоритма с целью выбора оптимальных параметров модели управленческого воздействия в автотранспортной системе РФ для достижения установленных индикаторов развития в условиях цифровизации экономики. Основу исследования составляют обзор научной литературы, изучение информации официальных сайтов органов государственного управления, использование методов анализа, сравнения и обобщения, математической оптимизации и моделирования. *Результаты и выводы:* для выбора оптимальных параметров модели управленческого воздействия предлагается использование генетического алгоритма, как наиболее подходящего в условиях изменяющейся внешней среды при наличии большого массива данных. Научная новизна исследования отражена в представленной схеме информационной базы и адаптации инструмента генетического алгоритма, который в отличие от существующих, не всегда наилучших способов принятия управленческих решений (часто построенных на собственных суждениях работников), позволяет осуществлять выбор оптимальных параметров управленческого воздействия на основе большого массива данных с минимальным участием человеческого ресурса. Автором предложены основные шаги использования генетического алгоритма в интеллектуальном блоке информационной базы: создание начальной популяции хромосом, оценка качества хромосомы, селекция или выбор родителей, генерация потомков, мутация.

Ключевые слова: автотранспортная система, искусственный интеллект, генетический алгоритм.

Введение

На сегодняшний день можно констатировать факт наступления шестого технологического уклада, совпавшего с третьей производственной революцией [1–6]. Ядро данного уклада формируют когнитивные технологии, то есть технологии искусственного интеллекта, имитирующие мыслительные процессы человека. Получение новых знаний, принятие сложных управленческих и технических решений, анализ больших массивов данных – вот ключевые цели создания когнитивных систем [7]. Предшествующие фазы развития технологий, в первую очередь пятого технологического уклада, связанные с развитием информационно-компьютерных, финансовых, управляющих и дистанционных технологий, стали основой для формирования когнитивных технологий. Проникновение нового технологического уклада в хозяйственную практику приводит к трансформации существующих «традиционных» институтов, по Й. Шумпетеру, осуществляется «созидательное разрушение» [8].

Существующие тенденции развития стратегического управления нашли свое отражение в

государственных положениях и проектах. Основным проектом, предполагающим инновационное развитие системы государственного управления, является нацпроект «Цифровая экономика», включающий такие разделы, как «Информационная инфраструктура», «Цифровые технологии», «Цифровое государственное управление» и др.

«Цифровая экономика» представляет собой уникальный проект, который ранее имел лишь зачаточные проявления в РФ, при этом на сегодняшний день уже можно констатировать неотвратимость изменения будущих моделей управления с глубоким и фундаментальным вовлечением цифровых технологий.

Завершающийся пятый технологический уклад и наступивший шестой позволяют сформировать *контур системы управления автомобильным транспортом как цифровую систему управления с элементами искусственного интеллекта.*

«Искусственный интеллект – это система, которая думает рационально [9; 10], думает подобно людям [11; 12] действует рационально [13; 14] действует подобно людям [15; 16]. То есть *искусственный интеллект – это система управления, которая думает и действует по-*

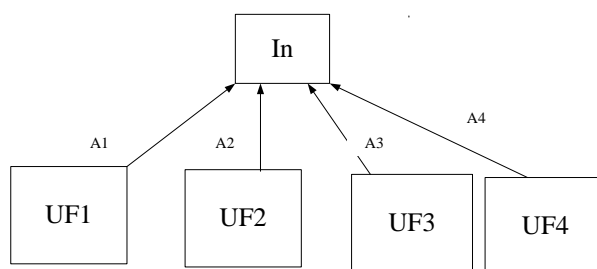


Рис. 1. Модель диагностики, отражающая воздействие функций, осуществляемых органами исполнительной власти для достижения индикаторов развития АТС (предложено автором)

добно рациональным (идеальным) людям, дополняя (подменяя?) основополагающий элемент структуры управления – человека.

Основными инструментами искусственного интеллекта являются следующие.

1. Искусственные нейронные сети чаще всего представлены математическими моделями, построенными аналогично центральной нервной системе человека: используются при прогнозировании, распознавании образов, классификации, оптимизации. При этом большинство коммерческих программных продуктов, использующих данный метод, выполняются в виде сверхбольших интегральных схем и сложны для понимания специалистами в сфере экономики.

2. Нечеткие множества используются, главным образом, в экспертных системах и связаны с качественной оценкой анализируемых процессов. Описание неопределенностей реальных явлений и процессов проводится с помощью понятия о множествах, не имеющих четких границ. Данный инструмент сложен в реализации при использовании многокомпонентной модели управления.

3. Одним из простейших и эффективных инструментов искусственного интеллекта является генетический алгоритм, построенный на механизмах естественного отбора. Генетический алгоритм основан на эволюционном принципе выживания наиболее приспособленных особей, что позволяет нам осуществить выбор варианта модели управленческого воздействия, наиболее приближенного к достижению целевых индикаторов с минимальным расходом ресурсов.

Теоретико-методологические подходы

В работах автора, опубликованных ранее [17, 18], более подробно рассмотрена модель диагностики, отражающая воздействие функций, осуществляемых органами исполнительной власти, для достижения индикаторов развития грузовым автомобильным транспортом (автотранспортной системой (АТС)). Условная модель диагностики представлена на рис. 1.

На рис. 1 отражены четыре множества UF1–UF4, отражающих следующие совокупности функций:

1) разработка и утверждение ограничительных мер: законодательных и нормативно-правовых актов – ограничительные функции (UF1);

2) разработка и утверждение размеров обязательных платежей: налогов, сборов и т.д.; разработка и утверждение размеров поддерживающих мер, в том числе субсидий, дотаций и т.д., системы штрафов – финансовые функции (UF2);

3) функции сбора и обработки информации, построения прогнозов и стратегий на её базе – информационно-аналитические функции (UF3);

4) кадровая политика в регионах (UF4).

Показатели A1–A4 отражают степень воздействия каждой совокупности функций на целевой индикатор (In).

Ключевым инструментом реализации информационно-аналитической функции движения является единая информационная база АТС, представляющая собой совокупность информационных единиц с заданной моделью взаимосвязей и системой управления, где система управления – это программная система, включающая инструменты заполнения данных в информационных базах, их редактирования, поиска нужных элементов информации, а также выбора оптимальных вариантов управленческих воздействий.

Информационную базу управления АТС можно разделить на два основных блока, взаимодействие которых отражено на рис. 2:

– блок 1 (фиксирующий и аналитический) – отражает параметры системы, внешней среды, их взаимосвязи, а также отслеживает фактическое выполнение целевых индикаторов;

– блок 2 (интеллектуальный) – решает задачу выбора оптимальных параметров модели управленческого воздействия.

Информация из первого блока поступает во второй блок, представляя собой информационную базу для использования эвристического алгоритма поиска оптимальных решений (искусственного интеллекта).



Рис. 2. Взаимодействие блоков информационной базы АТС (предложено автором)

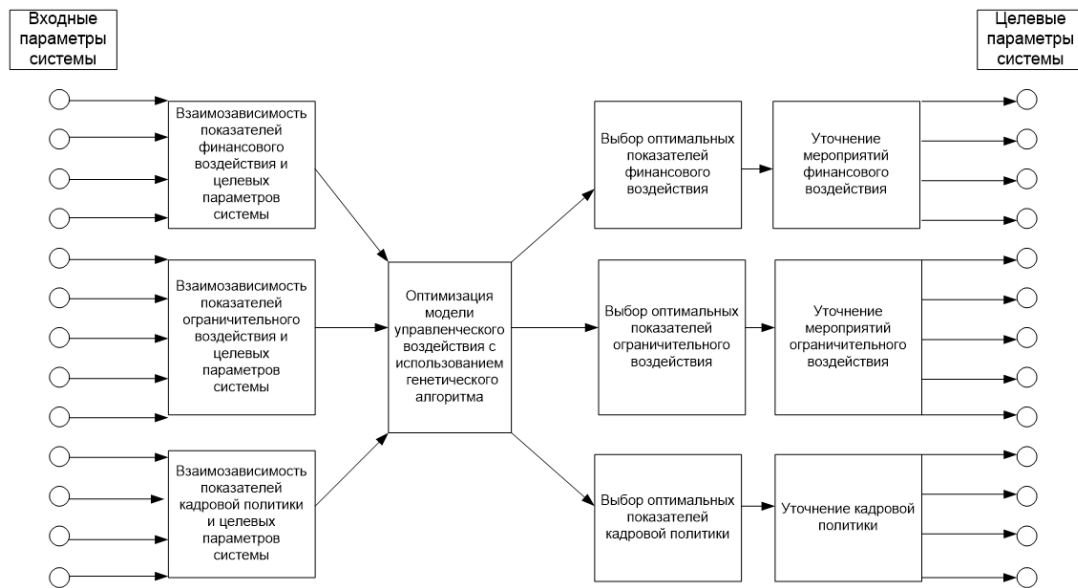


Рис. 3. Схема формирования комплекса мероприятий для достижения целевых индикаторов (предложено автором)

В рамках первого блока можно выделить четыре основных раздела:

- 1) фиксация и хранение заданных параметров;
- 2) фиксация и хранение изменений в рамках ограничительных функций движения;
- 3) фиксация и хранение изменений в рамках финансовых функций движения;
- 4) расчет и хранение показателей взаимосвязи между установленными параметрами.

В рамках второго блока формируется по вышеуказанным направлениям комплекс мероприятий для достижения целевых индикаторов (рис. 3).

На примере одной из основных функций (UF1) рассмотрим использование генетического алгоритма.

Использование данного механизма в информационной базе осуществляется в соответствии с представленной блок-схемой (рис. 4).

Шаг 1: создание начальных множеств решений.

В рамках ограничительной функции рассмотрим возможные варианты подмножества $UF1 = \{eO1, eO2 \dots eON\}$. Каждая единица множества представляет собой мероприятие, оказывающее влияние на достижение установленного индикатора (табл. 1).

Шаг 2. Каждому подмножеству присваивается прогнозируемый показатель расхода финансовых ресурсов и степень воздействия на целевой индикатор. Оценивается общая приспособленность популяции. Для упрощения представим начальное множество (начальную популяцию) (рис. 5).

Шаг 3: селекция или выбор родителей.

Генетический алгоритм для этой цели использует процедуру случайного выбора.

Цель селекции – получить потомка с наибольшим показателем воздействия в услови-



Рис. 4. Блок-схема генетического алгоритма (предложено автором)

ях заданного ограничения ресурсов. Взаимосвязь между индикатором и показателем подмножества, полученным ранее системой, на основании опыта зарубежных автотранспортных систем или экспертным путем накапливается в информационной базе, там же отражается информация о возможном синергетическом эффекте нескольких показателей.

Шаг 4. Создание нового множества решений.

Для примера рассмотрим скрещивание 1 и 5 множества. Пусть точкой скрещивания будет выбранная случайным образом цифра 2 (рис. 6).

Кроссинговер поменяет местами правые части в рассматриваемых множествах, в результате чего получим следующие варианты решений (рис. 7).

Критерием остановки алгоритма является достижение заданного условия или достижение наилучшего результата в установленный временной период.

Шаг 5. Случайное изменение показателя множества – мутация.

Мутация реализует способ, с помощью которого вносится новая информация в новое (сгенерированное) множество решений. Про-

цесс мутации происходит за счет процедуры случайного выбора, при этом значение вероятности и порядок мутации задаются чаще всего очень маленькие, чтобы не получить нереализуемые решения. После мутации сгенерированные множества возвращаются в популяцию для последующих расчетов.

Реализация пяти вышеуказанных шагов использования генетического алгоритма в интеллектуальном блоке информационной базы делает возможным поиск оптимального набора управленческих воздействий для достижения индикаторов развития сложных экономических систем, к числу которых относится АТС. Данный инструмент цифровой экономики, автоматизируя функции стратегического управления развитием АТС, минимизирует участие человека, значительно повышая эффективность познания и обеспечивая реализацию федеральных проектов и программ. Также нельзя не отметить наличие необходимости формирования объемной информационной базы для проведения расчетов, точность показателей которой является залогом успешного использования предложенного инструмента.

Таблица 1

**Множество решений в рамках реализации ограничительной функции
на макроуровне управления АТС (предложено автором)**

Обозначение подмножества	Подмножество	Возможные варианты подмножества
O1	Изменения Федерального закона от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности»	1O1, 2O1, 3O1, 4O1...NO1
O2	Изменения Приказа от 1 апреля 2015 г. № 145 «Об утверждении Порядка аккредитации юридических лиц в качестве подразделений транспортной безопасности и требований к ним»	1O2, 2O2, 3O2, 4O2...NO2
O3	Изменения Приказа Минтранса России «Об утверждении Порядка подготовки сил обеспечения транспортной безопасности»	1O3, 2O3, 3O3, 4O3...NO3
O4	Изменения нормативного правового акта, устанавливающего требования к знаниям, умениям, навыкам сил обеспечения транспортной безопасности, личностным (психофизиологическим) качествам, уровню физической подготовки отдельных категорий сил обеспечения транспортной безопасности, а также особенности их проверки применительно к отдельным видам транспорта	1O4, 2O4, 3O4, 4O4...NO4
O5	Изменения Приказа Минтранса России «Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области подготовки сил обеспечения транспортной безопасности»	1O5, 2O5, 3O5, 4O5...NO5
O6	Изменения нормативного правового акта, устанавливающего особенности организации и осуществления теоретической, тренажерной и практической подготовки сил обеспечения транспортной безопасности по видам транспорта, методической деятельности по реализации образовательных программ в области подготовки сил обеспечения транспортной безопасности	1O6, 2O6, 3O6, 4O6...NO6

1	1O1	1O2	1O3	1O4	1O5	1O6
2	2O1	2O2	2O3	2O4	2O5	2O6
3	3O1	3O2	3O3	3O4	3O5	3O6
4	4O1	4O2	4O3	4O4	4O5	4O6
5	5O1	5O2	5O3	5O4	5O5	5O6
6	6O1	6O2	6O3	6O4	6O5	6O6

Рис. 5. Начальная популяция решений (предложено автором)

1O1	1O2	1O3	1O4	1O5	1O6
5O1	5O2	5O3	5O4	5O5	5O6

Рис. 6. Отобранные родительские хромосомы для последующего скрещивания (предложено автором)

1O1	1O2	5O3	5O4	5O5	5O6
5O1	5O2	1O3	1O4	1O5	1O6

Рис. 7. Потомок, полученный в результате скрещивания (предложено автором)

Заключение

Рекомендованный выше контур информационной базы, включающий инструмент генетического алгоритма, направлен на повышение эффективности системы государственного управления развитием АТС. Кроме того, необходимо отметить, что применение генетического алгоритма для выбора оптимальных параметров модели управленческого воздействия имеет следующие преимущества перед классическими оптимизационными решениями: хорошо работает при решении крупномасштабных

проблем оптимизации; имеет возможность использования в изменяющейся среде; поиск экстремума целевой функции осуществляется одновременно по многим направлениям путем использования популяции возможных решений, а также не предъявляет каких-либо существенных требований к видам целевых функций и ограничений.

Список литературы

1. Авербух В.М. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор) // Вестник СтавГУ. 2010. № 71. С. 159–166.

2. Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. М.: Наука, 1992.
3. Гуриева Л.К. Концепция технологических укладов // Инновации. 2004. № 10. С. 70–75.
4. Лопатников Л.И. Технологический уклад // Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. 5-е изд. М.: Дело, 2003. С. 520.
5. Малинецкий Г.Г. Модернизация – курс на VI технологический уклад // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. М., 2010. № 41. С. 16–19.
6. Цифровая трансформация экономики и промышленности. Проблемы и перспективы / Под ред. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 807 с. doi:10.18720/IEP/2017.4.
7. Мешков В.Е., Мешкова Е.В., Чураков В.С. Новый технологический уклад и искусственный интеллект // Вестник науки и образования. 2016. № 5. С. 43–48.
8. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Изд-во «Директмедиа Паблшинг», 2008. 400 с.
9. Charniak E., McDermott D. Introduction to Artificial Intelligence. Massachusetts: Addison-Wesley, 1985. 702 p.
10. Winston P.H. Artificial intelligence. Third edition. Massachusetts: Addison-Wesley, 1992. 680 p.
11. Haugeland J. Artificial intelligence: The very idea. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1985. 287 p.
12. Bellman R.E. An introduction to artificial intelligence: Can computers think? San Francisco: Boyd & Fraser Publishing Company, 1978. 157 p.
13. Poole D., Mackworth A.K., Goebel R. Computational intelligence: A logical approach. New York: Oxford University Press, 1998. 558 p.
14. Nilsson N.J. Artificial intelligence: A new synthesis. California: Morgan Kaufmann, 1998. 513 p.
15. Kurzweil R. The age of intelligent machines. Cambridge: MIT Press, 1990. 580 p.
16. Rich E., Knight K. Artificial Intelligence. Second edition. New York: McGraw-Hill, 1991. 640 p.
17. Gavrilenko N.G., Borodulina S.A. Triads of strategic development of the Russian road transport system // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 918 (1).
18. Гавриленко Н.Г. Моделирование механизмов формирования показателей стратегического развития автотранспортной системы РФ // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. № 1. С. 14–21.

THE USE OF A GENETIC ALGORITHM TO SOLVE THE PROBLEMS OF OPTIMIZING AN EXPOSURE IN A MOTOR TRANSPORTATION SYSTEM

N.G. Gavrilenko

Omsk Humanitarian Academy

The article looks at the genetic algorithm tool to select the optimal parameters of the model of managerial influence in the transport system of the Russian Federation to achieve the established development indicators in the context of the digitalization of the economy. The research is based on a review of scientific literature, the study of information from the official websites of government bodies, the use of methods of analysis, comparison and generalization, mathematical optimization and modeling. Results and conclusions: to select the optimal parameters of the model of management impact, it is proposed to use the genetic algorithm, as the most suitable tool in a changing environment in the presence of a large amount of data. The scientific novelty of the research is reflected in the presented scheme of the information base and adaptation of the genetic algorithm tool to solve the above problem. The author proposes the main steps for using the genetic algorithm in the intelligent block of the information base: creation of an initial population of chromosomes, assessment of chromosome quality, selection of parents, generation of offsprings, mutation.

Keywords: road transport system, artificial intelligence, genetic algorithm.