

# ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СТРОИТЕЛЬСТВО, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.72

Е. С. Анастас, С. И. Булдаков  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(E. S. Anastas, S. I. Buldakov)  
(USFEU, Yekaterinburg)

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ (APPLICATION OF INTELLIGENT SYSTEMS WHEN DESIGNING ROAD SURFACES)

*Рассмотрена проблема создания способов оценки технологических решений при устройстве дорожной одежды автомобильных дорог с учетом факторов неопределенности. Проанализирована возможность применения интеллектуальных систем, основанных на нечетком математическом моделировании.*

*The problem of creating methods for assessing technological solutions in the construction of road pavement for highways is considered, taking into account uncertainty factors. The possibility of using intelligent systems based on fuzzy mathematical modeling is analyzed.*

Одной из важнейших проблем в строительстве автомобильных дорог является выбор и обоснование технологических решений, которые основываются на сравнении технических и экономических показателей. Как показывает практика, для выбора промежуточного варианта достаточно сравнения по техническим параметрам, то есть оценки предлагаемых проектов на соответствие требованиям строительных норм [1]. Решение таких задач является чрезвычайно сложным и в первую очередь из-за множества взаимосвязанных параметров, факторов, а также неопределенностей характеристик в задаче, которая значительно усложняется, когда необходимо учесть еще и экономические показатели проектных решений. Но именно в таком виде она и представляет наибольший интерес, так как в практике подобные характеристики зачастую являются важнейшими.

При решении практических задач инженеры неоднократно оказываются в ситуациях, когда объективные и четкие данные отсутствуют ввиду того, что информация, как правило, предоставляется заказчиками или экспертами, имеющими свою точку зрения на конечный результат. Важно отметить, что в некоторых случаях исходные данные предоставляются не в

цифровой форме, а вербально, то есть словесно в виде выражений, например: «в случае А, наступает В, если В, то С». Эти обстоятельства можно отнести к источникам неопределенностей и неточностей в задачах математического моделирования. В этой связи возникает необходимость разработки специальных методов и процедур для формализации и оценки этой нечеткости. Здесь применяются подходы на основе теории нечетких множеств (ТНМ), нечеткой логики, которые составляют основной математический аппарат интеллектуальных систем.

Обращаясь к задаче определения технологических решений по устройству дорожной одежды, кроме большого количества расчетных параметров, автор сталкивается с целым рядом неопределенностей. Именно для такого класса задач используется ряд практических приложений ТНМ. Теория нечетких множеств, основанная на моделировании, используется достаточно широко и практически в любой области современных исследований. Можно указать отдельные примеры в пищевой промышленности [2], медицине, в строительстве зданий и сооружений, а также активно входит в области дорожного строительства [3, 4].

Моделирование позволяет изучить и спрогнозировать поведение параметров в сложных технических процессах, особенно в случаях невозможности непосредственного изучения объекта в реальной жизни, проведения широкомасштабных реальных экспериментов с каким-либо объектом или в силу своей экономической нецелесообразности.

С помощью модели становится проще выявлять наиболее значимые факторы, влияющие на формирование свойств объекта, так как модель отражает главные особенности первоначально изучаемого предмета, анализ и проверка которых необходима при исследованиях того или иного процесса.

Например, при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильной дороги любой категории желательно уметь прогнозировать изменение надежности ее конструктивных элементов и системы в целом для планирования своевременных профилактических и ремонтных работ [5].

Таким образом, можно заметить, что хорошо построенная модель, которая зачастую становится более доступной, информативной и удобной для исследователя в сравнении с реальным объектом становится мощным инструментом решения целого ряда следующих сложных технических задач:

- разработка и исследование интеллектуальной модели в виде адаптивной нейронечеткой продукционной сети;
- определение структуры сети, основанной на правилах с нечетким выводом, а также корректировка лингвистических переменных для всех входных параметров;
- обучение сети и проверка адекватности на основе численных экспериментов по реальным проектам устройства дорожных одежд;

– выявление оптимальных вариантов устройства дорожной одежды, основываясь не только на технических параметрах, но и на экономических показателях.

На основе нечеткого математического моделирования, не применяющего числа в качестве основных элементов, а использующего вместо них лингвистические переменные, например, такие слова, как «далеко», «долго», «дорого» и т. п., представляется возможным создание интеллектуальных систем с учетом фактора неопределённости для использования их области дорожного строительства.

Таким образом, создание способов оценки технологических решений по устройству дорожной одежды автомобильных дорог с учетом факторов неопределенности является важной научно-практической проблемой, но отсутствие разработок по этой теме не позволяет эффективно решать проблему и является препятствием для дальнейшего совершенствования технологий дорожно-строительных работ.

В случае строительства автомобильной дороги при применении интеллектуальных систем, основанных на нечетком математическом моделировании, появится возможность принятия оптимальных решений в отношении устройства дорожной одежды на основании особо значимых технологических параметров, таких как длина захватки  $l$ , стоимость машиносмены  $C$ , стоимость материалов  $M$ , расстояние доставки материалов  $L$ , численность парка машин  $N$ .

Система такого рода позволит уже на предпроектном этапе (на этапе определения концепции) получить представление о ресурсоемкости предстоящего проекта и определить его оптимальные параметры. Как итог, подобная система обеспечит снижение экономических показателей за счет возможности автоматизированного поиска оптимальных решений, на основании которых будет выполняться устройство дорожной одежды.

#### *Библиографический список*

1. Булдаков С. И. Проектирование основных элементов автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 295 с.
2. Байченко А. А., Байченко Л. А., Арет В. А. Применение нечеткой логики в управлении предприятием пищевой промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2014. – № 3. – С. 35–69.
3. Kruchinin I. N., Pobedinsky V. V., Kovalev R. N. Fuzzy simulation of forest road surface parameters // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 316 (2019). – С. 1–8.
4. Нейронечеткая сеть для оценки технологических решений устройства лесных дорог / В. В. Побединский, С. И. Булдаков, А. В. Берстнев,

Е. С. Анастас // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 3 (39). – С. 95–103.

5. Булдаков С. И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 176 с.

УДК 656.13

О. М. Астафьева, О. С. Гасилова, Б. А. Сидоров  
(O. M. Astafyeva, O. S. Gasilova, B. A. Sidorov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ  
ДВИЖЕНИЯ В СУБЪЕКТАХ УРФО**  
(IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM TO ENSURE TRAFFIC SAFETY  
IN THE SUBJECTS OF THE URAL FEDERAL DISTRICT)

*Рассмотрена динамика основных показателей аварийности и смертности на дорогах в Уральском Федеральном округе в рамках реализации Программы обеспечения безопасности дорожного движения.*

*The dynamics of the main indicators of accidents and deaths on roads in the Ural Federal district in the framework of the road safety program is considered.*

Цели повышения уровня безопасности транспортной системы, снижения тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий, числа пострадавших и погибших в них обозначены в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р [1].

В России принята и утверждена Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» (далее Программа). Программа рассчитана с 2013 по 2020 годы и разделена на два этапа (1 этап – 2013–2015 гг., 2 этап – 2016–2020 гг.).

Целью Программы является сокращение смертности от дорожно-транспортных происшествий к 2020 году на 8 тыс. человек по сравнению с 2012 годом. Задачами являются: создание системы пропаганды с целью формирования негативного отношения к правонарушениям в сфере дорожного движения; формирование у детей навыков безопасного поведения на дорогах; повышение культуры вождения; развитие современной системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях; повышение требований к подготовке водителей на получение