
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

**2019
№ 4(78)**



2019

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций **ПИ Н ФС77-66093 от 10 июня 2016 г.** (первичная регистрация **от 20 мая 2003 г.**)

ISSN 1729-5068

Журнал выходит четыре раза в год

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор	С.Л.Подвальный , д-р техн. наук, профессор
Заместитель главного редактора	В.Н.Бурков , д-р техн. наук, профессор
Ответственный секретарь	О.Я.Кравец , д-р техн. наук, профессор

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

В.С.Балакирев, д-р техн. наук, профессор	Я.Е.Львович, д-р техн. наук, профессор
С.А.Баркалов, д-р техн. наук, профессор	Б.В.Палюх, д-р техн. наук, профессор
В.К.Битюков, д-р техн. наук, профессор	Е.С.Подвальный, д-р техн. наук, профессор
В.Л.Бурковский, д-р техн. наук, профессор	А.К.Погодаев, д-р техн. наук, профессор
М.Б.Гузаиров, д-р техн. наук, профессор	Ю.А.Савинков, д-р техн. наук, профессор
Т.В.Киселева, д-р техн. наук, профессор	Ю.С.Сахаров, д-р техн. наук, профессор
И.В.Ковалев, д-р техн. наук, профессор	В.Н.Фролов, д-р техн. наук, профессор
В.Н.Козлов, д-р техн. наук, профессор	А.И.Шиянов, д-р техн. наук, профессор
В.В.Кондратьев, член-корр. РАН	А.Д.Цвиркун, д-р техн. наук, профессор
В.В.Кульба, д-р техн. наук, профессор	

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Дизайн обложки Т.А.Бурковская

Адрес учредителя и редакции:
394026 Воронеж, Московский проспект,
дом 14

Телефон: (473)2437718
E-mail: csit@bk.ru
<http://www.sbook.ru/csit/>



Учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Издатель: ООО Издательство «Научная книга» <http://www.sbook.ru>

Адрес издателя: 394077 Воронеж, 60-й Армии дом 25-120

Цена свободная.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Цифровая полиграфия»
394036, г.Воронеж, ул.Ф.Энгельса, 52, тел.: (473)261-03-61

Подп. в печать 01.12.2019. Дата выхода в свет 31.12.2019. Заказ 000. Тираж 500. Усл. печ. л. 10,2.

Содержание

Раздел 1. Моделирование сложных объектов и систем (шеф-редактор В.Л.Бурковский)

Глущенко А.И., Петров В.А., Ласточкин К.А. Нейросетевая адаптация LQ закона управления двухколесным балансирующим роботом	4
Зиганшина Ф.Т., Исмагилова А.С., Ахметьянова А.И., Ахметшина Е.С., Ахмеров А.А. Компьютерное моделирование задачи определения базиса гомодесмических реакций	104
Мишачёв Н.М., Шмырин А.М., Ярцев А.Г. Окрестностные структуры с регуляторами связей	15
Рыжиков И.С., Брестер К.Ю., Семёнкин Е.С. Метаэвристики кластеризации и перезапуска в решении задач вычислительного моделирования линейных динамических систем	19
Сторожев С.В., Болнокин В.Е., Мутин Д.И., Зыонг Минь Хай, Нгуен Куок Ши, Чан Ба Ле Хоанг. Нечеткие оценки для собственных частот поперечных колебаний однородных стержней	24
Эминов Б.Ф., Захаров В.М. Моделирование расширенных цепей Маркова с заданной линейной сложностью	28

Раздел 2. Оптимизация и принятие решений (шеф-редактор Т.М.Леденева)

Доррер М.Г. Идентификация параметров линейной динамической системы управления уровнем организационной зрелости	33
Зимин А.В., Буркова И.В., Зимин В.В. Модели и механизмы управления эффективностью ИТ-процессов	37
Лебеденко Е.В., Николаев Д.А. Моделирование процесса децентрализованного управления многокамерным сопровождением объектов в подсистеме видеоаналитики системы видеонаблюдения	41
Сторожев С.В., Болнокин В.Е., Мутин Д.И., Зыонг Минь Хай, Чан Ба Ле Хоанг. Анализ нечеткой модели концентрации механических напряжений в тонких пластинах с квадратными отверстиями неопределенной угловой кривизны	47
Тынченко В.С., Петренко В.Е., Милов А.В. Управление индукционной пайкой на основе косвенных измерений температуры процесса	50

Раздел 3. Прикладные задачи и информационные технологии (шеф-редактор Е.С.Подвальный)

Абрамов А.К., Абросимов П.В. Разработка теоретически недешифруемых криптосистем на основе использования схем комбинаторных преобразований значений односторонних функций	55
Агиева М.Т., Бабичева Ю.В., Окулист Н.М., Угольников Г.А. Имитационное моделирование управления мнениями в маркетинге	61
Буйвис В.А., Юрьева Е.Н., Новичихин А.В. Моделирование сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса (в условиях города Новокузнецка)	65
Жиленков А.А. Интеллектуальная система автономной навигации мобильного робота с распознаванием пути следования в хаотическом пространственном окружении	69
Жуков П.И., Глущенко А.И., Фомин А.В. Построение зависимости температуры непрерывно литой заготовки от ретроспекции её нагрева	73

Раздел 4. Перспективные исследования (шеф-редактор О.Я.Кравец)

Еськов С.С. Моделирование платежной системы Bitcoin на основе теории коллективного поведения автоматов	79
Севостьянов Р.А. Программная поддержка процессов управления мобильным роботом с визуальной обратной связью	83
Сергеев М.Ю., Сергеева Т.И. Подход к проектированию и разработке веб-ориентированных систем учебного назначения	86
Скрябина Н.В. Сентимент-анализ для определения тональности и классификации текстов	90
Насыров И.Р., Гудыма М.Н., Казаковцев Л.А. Алгоритм локального поиска в окрестности, образованной применением жадной агломеративной процедуры, для решения серии задач кластеризации	95

вания отвечают требованиям качественной репрезентативности [11].

В дальнейшем предполагается рассмотреть случай нескольких конкурирующих фирм - субъектов конфликтного управления, что приводит к теоретико-игровым постановкам задач, а также проанализировать управление мнениями в реальных организациях.

Список использованных источников

1. French J.R. A formal theory of social power // The Psychological Review. 1956. №63. P. 181-194.
2. Harary F. A Criterion for Unanimity in French's Theory of Social Power // Studies in Social Power. - Michigan: Institute of Sociological Research, 1959. P.168-182.
3. De Groot M.H. Reaching a Consensus // Journal of American Statistical Association. 1974. №69. P.118-121.
4. Friedkin N.E., Johnsen E.C. Social Influence and Opinions // Journal of Mathematical Sociology. 1990. №15. P.193-205.
5. Jackson M. Social and Economic Networks. - Princeton University Press, 2008. - 504 p.
6. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. - М.: Физматлит, 2010. - 228 с.
7. Белов М.В., Новиков Д.А. Сетевые активные системы: модели планирования и стимулирования // Проблемы управления. 2018. №1. С.47-57.
8. Sedakov A.A., Zhen M. Opinion dynamics game in a social network with two influence nodes // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления, 2019, 15(1), 118-125.
9. Zhen M. Stackelberg Equilibrium in Opinion Dynamics Game in Social Network with Two Influence Nodes // Contributions to game theory and management. Vol. XII. Collected papers presented on the Twelfth Int Conf Game Theory and Management / Eds L. Petrosyan, N. Zenkevich. - SPb.: Saint Petersburg State University, 2019. - P.366-386.
10. Kleijnen J.P.C. Design and Analysis of Simulation Experiments. - Springer, 2007.
11. Ougolnitsky G.A., Usov A.B. Computer Simulations as a Solution Method for Differential Games // Computer Simulations: Advances in Research and Applications. Eds. M.D. Pfeffer and E. Bachmaier. - N.Y.: Nova Science Publishers, 2018. P.63-106.
12. Агиева М.Т. Модели управления на социальных сетях в маркетинге // Инженерный вестник Дона. 2018. №1. <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4670>.
13. Агиева М.Т. Задачи анализа на социальных сетях в маркетинге // Инженерный вестник Дона. 2018. №2. <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4889>.
14. Агиева М.Т. Задачи прогноза на социальных сетях в маркетинге // Экономика и менеджмент систем управления. 2018. №4.1(30). С.110-117.
15. Агиева М.Т. Классификация моделей управления целевой аудиторией в маркетинге // Инженерный вестник Дона. 2019. №1. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5612.
16. Агиева М.Т. Качественно репрезентативные сценарии имитационного моделирования маркетинговых воздействий // Инженерный вестник Дона. 2019. №2. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2019/5748.
17. Агиева М.Т., Бабичева Ю.В., Окулист Н.М., Угольников Г.А. Задачи анализа и прогноза при управлении целевой аудиторией в маркетинге // Управление большими системами. Вып.79. М.: ИПУ РАН, 2019. С.27-64.
18. Agieva M.T., Korolev A.V., Ougolnitsky G.A. Modeling and Simulation of Impact and Control in Social Networks // Modelling and Simulation of Social-Behavioural Phenomena in Creative Societies: First Int EURO Mini Conf, MSBC 2019. Communications in Computer and Information Science 1079. Springer, 2019. P.29-40.
19. Кабаков Р.И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 588 с.

УДК 625.7:004.942

Буйвис В.А., Юрьева Е.Н., Новичихин А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ АВТОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА (В УСЛОВИЯХ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА)

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

Предложены мероприятия распределения ресурсов автодорожного комплекса города Новокузнецка с применением механизмов государственно-частного партнерства. Выполнены постановка и решение задачи выбора оптимальных сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса методом иерархий.

Введение. По состоянию на январь 2019 г.

город Новокузнецк по промышленному потенциалу и численности населения (551,2 тыс. чел.) является основой экономики Кемеровской области и Кузбасского территориально-производственного комплекса. Общая протяженность дорожной сети города составляет 575 км. Через Новокузнецк проходят дороги регионального значения: «Ленинск-Кузнецкий - Новокузнецк - Междуреченск» - 214 км и «Бийск -

Мартыново - Кузедеево - Новокузнецк» - 81 км. Доля протяженности дорожной сети города, соответствующей нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационному состоянию составляет 37,4%. Протяженность участков автодорожного комплекса Новокузнецка функционирующих в условиях превышения пропускной способности составляет 11,53 км. Обследование транспортной сети города Новокузнецка, проведенным в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» были выявлены [1]:

- временной период, когда наблюдается максимальный транспортный поток на улично-дорожной сети (с 6.30 до 9.30 и с 16.00 до 19.00);

- основные места скопления автотранспорта (Кузнецкий мост, перекрестки, в том числе перекрестки с круговым движением, северный и южный выезды из города).

Методика. В данной работе для получения оценок состояния системы распределения ресурсов в автодорожном комплексе г. Новокузнецка по методике, предложенной в [2] определены значения индикаторов функционирования и распределения ресурсов автодорожного комплекса на период с 2019 по 2035 г. [3]:

- инфраструктурный индикатор Ind_1 , характеризующий протяженность участков транспортных коммуникаций, на которых имеются ограничения пропускной и провозной способности из-за несоответствия нормативным требованиям;

- индикатор транспортной работы Ind_2 характеризует объем перевозок следующий по резервным маршрутам вследствие неудовлетворения нормативным требованиям автомобильных дорог, по которым проложены основные маршруты, транспортно-эксплуатационным показателям;

- эксплуатационный индикатор Ind_3 , характеризующий величину отправок, доставленных автомобильным транспортом в сроки, превышающие нормативный (договорной) срок;

- социальный индикатор Ind_4 характеризует величину дополнительного времени нахождения населения в пути из-за несоответствия автомобильных дорог нормативным требованиям;

- экономический индикатор Ind_5 характеризует эффективность инвестиций, направленных в систему автодорожного комплекса, в качестве индикатора предлагается использовать чистый дисконтированный доход.

Оценивание производилось для трех типов сценариев (оптимистичный, умеренный и пессимистичный) реализуемых с применением механизма государственно-частного партнерства

(ГЧП) в условиях города Новокузнецка. Оптимистичный сценарий предполагает обеспечение объема инвестиций для решения набора задач автотранспортного комплекса на планируемый период (100% запланированных работ на период с 2019 по 2035 г.), в умеренном сценарии уровень инвестиций составляет 50%, а при пессимистичном сценарии - 25%. Сценарии предполагают реализацию семи альтернативных мероприятий по трем моделям ГЧП [3], направленных на модернизацию автодорожного комплекса:

- операторский контракт, при котором частный партнер на основании договора аренды осуществляет эксплуатацию автомобильной дороги;

- концессионное соглашение, частный партнер осуществляет за вознаграждение строительство и эксплуатацию дорожного объекта, принадлежащего публичному партнеру за вознаграждение;

- контракт жизненного цикла, частный партнер за счет собственных или заемных средств осуществляет финансирование проведение работ по проектированию, строительству, текущему содержанию и ремонту дорожного объекта.

Оптимистичные сценарии предполагают:

- альтернативное мероприятие 1 (A_1): дорожный объект подвергается реконструкции. Реконструкция осуществляется на основании концессионного соглашения, по которому частный партнер осуществляет за вознаграждение реконструкцию и последующую эксплуатацию дорожного объекта, принадлежащего администрации города;

- альтернативное мероприятие 2 (A_2): между г. Новокузнецком и частным партнером заключается операторский контракт, на основании которого по договору аренды осуществляется эксплуатация дорожного объекта;

- альтернативное мероприятие 3 (A_3): между г. Новокузнецком и частным партнером заключается операторский контракт, на основании которого по договору аренды осуществляется эксплуатация подвижного состава, характеристики которого удовлетворяют требованиям дорожного объекта.

Умеренные сценарии предполагают:

- альтернативное мероприятие 4 (A_4): между г. Новокузнецком и частным партнером заключается контракт жизненного цикла. Частный партнер за счет собственных или заемных средств осуществляет финансирование проведение работ по проектированию, строительству, текущему содержанию и ремонту дополнительного участка дорожного объекта;

- альтернативное мероприятие 5 (A_5): между

г. Новокузнецком и частным партнером заключается контракт жизненного цикла. Частный партнер за счет собственных или заемных средств осуществляет финансирование проведения работ по проектированию, строительству, текущему содержанию и ремонту дополнительной (выделенной) полосы автодорожного объекта.

Пессимистичные сценарии предполагают:

- альтернативное мероприятие 6 (A_6): на дорожном объекте предполагается усиление дорожных одежд. Работы осуществляются на основании концессионного соглашения, по которому частный партнер осуществляет за вознаграждение усиление дорожных одежд дорожного объекта, принадлежащего городу Новокузнецк;

- альтернативное мероприятие 7 (A_7): в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» заключается концессионное соглашение с частным партнером, на основании которого за вознаграждение осуществляется установка регулирующих дорожных знаков и их дальнейшая эксплуатация.

Результаты моделирования сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса города Новокузнецка с применением механизмов ГЧП на основе программного комплекса, разработанного в среде SMath Studio, представлены в табл. 1.

Задачу выбора оптимальных сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса г. Новокузнецка с применением механизма ГЧП из множества альтернативных мероприятий по пяти индикаторам предлагается решать методом иерархий [4]. Методика решения, рассмотренная в [5], заключается в достижении максимальной удовлетворенности заказчика посредством ранжирования и выбора сценариев распределения ресурсов по наибольшему приоритету эффективности.

Экспериментальная часть

Математическая постановка задачи выбора оптимальных сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса представлена в [5]. Решение выполняется следующим образом:

1. Формируется иерархическая структура задачи выбора оптимального сценария развития системы ресурсов автодорожного комплекса г. Новокузнецка. В рассматриваемом примере структура иерархии будет трехуровневой, как показано на рис. 1.

2. Определяются весовые коэффициенты частных критериев для каждого из уровней иерархии. Для чего сформируются матрицы парных сравнений, которые отражают оценку коэффициентов по отношению друг к другу.

Таблица 1
Результаты моделирования сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса города Новокузнецка

Индикатор	Единицы измерения	Годы	Значения для сценариев		
Оптимистичные сценарии					
			A ₁	A ₂	A ₃
Ind ₁	км	2019	360	360	360
		2035	75	86	93
Ind ₂	тыс. т×км	2019	18720	18720	18720
		2035	3874	4572	4929
Ind ₃	тыс. т×сут	2019	1548	1548	1548
		2035	315	378	419
Ind ₄	тыс. чел. ×час	2015	1908	1908	1908
		2035	402	464	508
Ind ₅	млрд. руб.	2019	-1,38	-1,38	-1,08
		2035	3,42	3,58	3,34
Умеренные сценарии					
			A ₄	A ₅	
Ind ₁	км	2019	360	360	
		2035	161	194	
Ind ₂	тыс. т×км	2019	18720	18720	
		2035	6483	7126	
Ind ₃	тыс. т×сут	2019	1548	1548	
		2035	578	612	
Ind ₄	тыс. чел. ×час	2015	1908	1908	
		2035	742	801	
Ind ₅	млрд. руб.	2019	-0,701	-0,689	
		2035	1,21	1,18	
Пессимистичные сценарии					
			A ₆	A ₇	
Ind ₁	км	2019	360	360	
		2035	286	291	
Ind ₂	тыс. т×км	2019	18720	18720	
		2035	16745	16893	
Ind ₃	тыс. т×сут	2019	1548	1548	
		2035	1327	1408	
Ind ₄	тыс. чел. ×час	2015	1908	1908	
		2035	1596	1643	
Ind ₅	млрд. руб.	2019	-0,518	-0,398	
		2035	0,26	0,24	

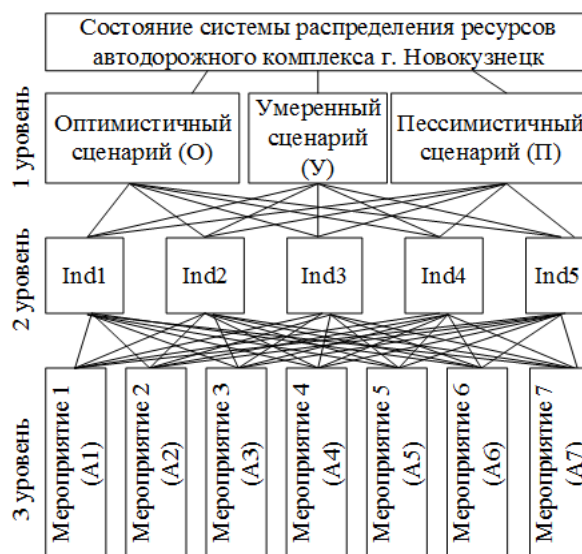


Рис. 1. Иерархическая структура индикаторов и мероприятий

3. Определяется согласованность суждения

экспертных оценок, для чего рассчитываем индекс однородности. Индекс согласованности или отношение однородности (отношение согласованности) рассчитывается по следующим выражениям [4]:

$$ИС = \frac{n_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

где ИС - индекс согласованности;

$n_{\max}$ - максимальное значение показателей;

n - общее количество показателей.

$$ОС = \frac{ИС}{СИ} \quad (2)$$

где ОС - отношение согласованности;

СИ - среднее значение индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений, которое основано на экспериментальных данных. Значение есть табличная величина, входным параметром выступает размерность матрицы. Для проведения парных сравнений, как правило, используется шкала относительной предпочтительности [4].

В качестве допустимого используется значение $ОС \leq 0,1$. Если для матрицы парных сравнений $ОС > 0,1$, то это свидетельствует о существенном нарушении логики суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы, поэтому предлагается пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

В качестве примера рассмотрим вычисление векторов приоритета альтернативных мероприятий по сценариям (табл. 2)

Таблица 2

Исходная матрица попарных сравнений альтернативных мероприятий по сценариям

Сценарии	О	У	П
О	1	2	3
У	0,5	1	2
П	0,33	0,5	1

Таблица 3

Матрица вычисления векторов приоритета альтернативных мероприятий по сценариям

Сценарии	О	У	П
О	0,546448	0,571429	0,5
У	0,273224	0,285714	0,333333
П	0,180328	0,142857	0,166667
		$n_{\max}$	3,008
		n	3

$$ИС = \frac{3,008 - 3}{3 - 1} = 0,004, \quad ОС = \frac{ИС}{СИ} = \frac{0,004}{0,58} = 0,007$$

Так как отношение согласованности $ОС = 0,007 < 0,1$, считаем степень согласованности суждения экспертных оценок приемлемой.

4. Далее, аналогично примеру, осуществляется иерархический синтез выполняются расчеты с остальными матрицами [5]. Последовательно определяются вектора приоритетов альтернатив

относительно элементов, находящихся на всех иерархических уровнях. Вычисление векторов приоритетов проводится в направлении от нижних уровней к верхним, с учетом конкретных связей между элементами, принадлежащими различным уровням. Вычисление производится путем перемножения соответствующих векторов и матриц [4, 5].

5. Определение наибольшего приоритета эффективности. Наибольшим приоритетом эффективности будет максимальное значение из весовых коэффициентов, полученных в результате произведения матрицы весовых коэффициентов частных критериев и матрицы векторов приоритета рассматриваемых альтернативных мероприятий.

$$\begin{pmatrix} 0,17560 & 0,17667 & 0,18060 \\ 0,14963 & 0,15050 & 0,14797 \\ 0,10857 & 0,10789 & 0,10472 \\ 0,24501 & 0,24334 & 0,25143 \\ 0,24187 & 0,24457 & 0,24113 \\ 0,05930 & 0,05673 & 0,05458 \\ 0,01971 & 0,01961 & 0,01960 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,641 \\ 0,228 \\ 0,131 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,17650 \\ 0,14961 \\ 0,10791 \\ 0,25447 \\ 0,24239 \\ 0,05809 \\ 0,01967 \end{pmatrix}$$

Максимальным элементом в матрице является 0,254. Следовательно, наиболее важным параметром при выборе будет являться проведение работ по проектированию, строительству, текущему содержанию и ремонту дополнительного участка дорожного объекта.

Результаты

На основании решения задачи выбора сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса г. Новокузнецка из множества альтернативных мероприятий реализуемых с привлечением механизмов ГЧП выполняем их ранжирование (табл. 4).

Методика формирования и отбора сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса отличается структурой программных модулей и методикой ранжирования, обеспечивающей конструирование эффективных социально ориентированных вариантов и рациональное использование бюджетных средств.

Решение задачи выбора сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса г. Новокузнецка в условиях использования механизмов ГЧП планируется за счет реализации сценария A_4 , имеющего наивысший ранг. По нему финансирование проведения работ по проектированию, строительству, текущему содержанию и ремонту дополнительного участка дорожного объекта осуществляет частный партнер за счет собственных или заемных средств по заключенному с администрацией контракту жизненного цикла.

Таблица 4
Ранжирование сценариев распределения ресурсов автодорожного комплекса г. Новокузнецка

Условное обозначение сценария	Ранг, показатели сценария
A ₄	Ранг - 1 Вектор приоритета - 0,25447 Размер инвестиций - 12,6 млрд. руб. Срок окупаемости - 15 лет
A ₅	Ранг - 2 Вектор приоритета - 0,24239 Размер инвестиций - 7,8 млрд. руб. Срок окупаемости - 8 лет
A ₁	Ранг - 3 Вектор приоритета - 0,17650 Размер инвестиций - 22,08 млрд. руб. Срок окупаемости - 28,5 года
A ₂	Ранг - 4 Вектор приоритета - 0,14961 Размер инвестиций - 20,08 млрд. руб. Срок окупаемости - 26 лет
A ₃	Ранг - 5 Вектор приоритета - 0,10791 Размер инвестиций - 18,30 млрд. руб. Срок окупаемости - 24 года
A ₆	Ранг - 6 Вектор приоритета - 0,05809 Размер инвестиций - 7,8 млрд. руб. Срок окупаемости - 8 лет
A ₇	Ранг - 7 Вектор приоритета - 0,01967 Размер инвестиций - 6,3 млрд. руб. Срок окупаемости - 5 лет

Реализация сценария A₄ обеспечит: снижение уровня безработицы за счет создания новых рабочих мест на автодорожных предпри-

ятиях города Новокузнецка; транспортных издержек; перепробега автомобильного транспорта; количества и величины потерь от дорожно-транспортных происшествий; снижение отрицательного воздействия транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду; повышение скоростей движения; улучшение качества и перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом.

Список использованных источников

1. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры Новокузнецкой агломерации. <http://bkd.rosdornii.ru/agglomeration/novokuznetskaya/>.
2. Models of functioning and resources allocation of road and transport infrastructure / V.A. Buyvis, A.V. Novichikhin, V.O. Kaledin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 206. 012036. doi :10.1088/1755-1315/206/1/012036.
3. Mathematical models of functioning and allocation indicators of road-transport complex resources in the fuel and raw materials region / V.A. Buyvis, A.V. Novichikhin, M.V. Temlyantsev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. Vol. 84. 012026. doi:10.1088/1755-1315/84/1/012026.
4. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь. 1993. 278 с.
5. Буйвис В.А., Новичихин А.В. Подход к распределению ресурсов в автодорожном комплексе // Системы управления и информационные технологии. 2019. № 3 (77). С. 32-39.

УДК 681.5

Жиленков А.А. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С РАСПОЗНАВАНИЕМ ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ В ХАОТИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕННОМ ОКРУЖЕНИИ

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В статье описывается решение проблемы построения интеллектуальной системы автономной навигации мобильного робота в сложных условиях окружающей среды. Интеллектуальная система построена на разработанной искусственной нейронной сети глубокого машинного обучения.

Введение. Безопасная и надежная навигация таких автономных систем, как беспилотные летательные аппараты, автономные необитаемые подводные аппараты и т.п., – сложная открытая проблема в робототехнике, где роботизированная система должна одновременно решать множество задач восприятия, контроля и лока-

лизации. Особенно усложняется данная задача при работе в неконтролируемой, непредсказуемой среде, например, на улицах городов, в лесистой местности и т.п. В этих случаях автономный агент должен не только ориентироваться, избегая столкновений, но и безопасно взаимодействовать с другими агентами, присутствующими в окружающей среде.

Традиционный подход к решению этой проблемы представляет собой двухступенчатый процесс с чередованием, состоящий из автоматической локализации на заданной карте с использованием ГЛОНАС/GPS, датчиков и вычисления команд управления, чтобы агент мог избежать препятствия при достижении своей