

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ, КОМПЛЕКСАМИ

Научная статья  
УДК 378.3:658.15  
doi:10.46554/1993-0453-2022-5-211-52-59

**Разработка модели предиктивной аналитики финансовых поступлений  
от образовательной деятельности на основе цифрового следа обучающегося**

**Дмитрий Николаевич Франтасов<sup>1</sup>, Анна Вячеславовна Балановская<sup>2</sup>,  
Евгения Геннадьевна Репина<sup>3</sup>, Елена Владимировна Воронина<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Самарский государственный экономический университет, Самара, Россия

<sup>1</sup> frantasov@mail.ru

<sup>2</sup> balanovskay@mail.ru

<sup>3</sup> violet261181@mail.ru

<sup>4</sup> voroninae.v@sseu.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается роль применения цифровых технологий в образовательных организациях. Разрабатывается модель прогнозирования формирования профессиональных навыков и компетенций на основе балльно-рейтинговой системы оценки. Предложен вариант функционирования и взаимодействия цифровых элементов системы, определены факторные переменные, определяющие сводный рейтинг обучающегося, и представлена графическая модель нейронной сети, позволяющие прогнозировать финансовые результаты от осуществления образовательной деятельности университетом.

**Ключевые слова:** индивидуальная образовательная траектория, цифровые технологии, цифровой двойник обучающегося, интеллектуальный цифровой помощник, цифровой след

**Основные положения:**

- ◆ предиктивная аналитика является одним из инструментов повышения показателей образовательной деятельности за счет возможности корректирующего воздействия на обучающего на ранних этапах образовательного периода;
- ◆ искусственные нейронные сети позволяют построить гибкую модель предиктивной аналитики, получающую данные о цифровом следе из автоматизированных инструментов, сопровождающих образовательный процесс, для прогнозирования персонализированных результатов обучения;
- ◆ прогнозирование успеваемости позволяет не только повысить эффективность образовательного процесса, но и оценить планируемые финансовые поступления от образовательной деятельности на период до одного года.

**Для цитирования:** Разработка модели предиктивной аналитики финансовых поступлений от образовательной деятельности на основе цифрового следа обучающегося / Д.Н. Франтасов, А.В. Балановская, Е.Г. Репина, Е.В. Воронина // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2022. № 5 (211). С. 52–59. doi:10.46554/1993-0453-2022-5-211-52-59.

---

---

ECONOMICS, ORGANIZATION AND MANAGEMENT  
ORGANIZATIONS, BRANCHES, COMPLEXES

Original article

**Development of a model of predictive analytics of financial income from educational activities based on the digital footprint of students**

Dmitry N. Frantasov<sup>1</sup>, Anna V. Balanovskaya<sup>2</sup>, Evgenia G. Repina<sup>3</sup>, Elena V. Voronina<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Samara State University of Economics, Samara, Russia

<sup>1</sup> frantasov@mail.ru

<sup>2</sup> balanovskay@mail.ru

<sup>3</sup> violet261181@mail.ru

<sup>4</sup> voroninae.v@sseu.ru

**Abstract.** The article examines the role of the use of digital technologies in educational organizations. A model for assessing professional skills and competencies as an automated point-rating system is being developed. A variant of the point-rating system (PRS) functioning is proposed, factor variables determining the student's summary rating are determined, and a graphical model of a neural network is presented that allows predicting financial results from the implementation of educational activities at the university.

**Keywords:** individual educational trajectory, digital technologies, student's digital twin, intelligent digital assistant, digital footprint

**Highlights:**

- ◆ predictive analytics is one of the tools for improving the educational performance due to the possibility of corrective influence on the student at the early stages of the educational period;
- ◆ artificial neural networks allow to build a flexible predictive analytics model that receives digital footprint data from automated tools accompanying the educational process to predict personalized learning outcomes;
- ◆ forecasting academic performance allows not only to increase the efficiency of the educational process, but also to estimate the planned financial income from educational activities for a period of up to one year.

**For citation:** Development of a model of predictive analytics of financial income from educational activities based on the digital footprint of students / D.N. Frantasov, A.V. Balanovskaya, E.G. Repina, E.V. Voronina // Vestnik of Samara State University of Economics. 2022. No. 5 (211). Pp. 52–59. (In Russ.). doi:10.46554/1993-0453-2022-5-211-52-59.

**Введение**

Процессы изменений, запущенные в высшем образовании, вызваны переходом к цифровой экономике. Организации высшего образования Российской Федерации для сохранения востребованности должны в короткий срок провести изменения своих бизнес-процессов с учетом возможностей цифровых систем. Следование клиентоцентричному подходу при выборе внедряемых цифровых решений должно привести к появлению удобных и востребованных цифровых сервисов.

На современном этапе первостепенной задачей высшего образования является повышение качества подготовки будущих выпускников в условиях Индустрии 4.0, предполагающей повсеместное применение цифровых технологий в реализации бизнес-процессов с опорой на высокоразвитый искусственный интеллект [1].

**Методы**

Применение цифровых технологий требует от пользователей и владельцев бизнес-

процессов на предприятиях и в организациях высокого уровня профессиональных компетенций, развитого нестандартного мышления, адаптивности и обучаемости, эффективного тайм-менеджмента и постоянного саморазвития. Выпускники вузов при трудоустройстве должны обладать всеми перечисленными навыками и компетенциями, лишь в этом случае они успешно вольются в армию востребованных профессионалов современного рынка труда. Инструментом, позволяющим оценить формирование таких навыков и компетенций, является автоматическая балльно-рейтинговая система, внедряемая в образовательных организациях высшего образования [2].

Рейтинг – это некий числовой или порядковый показатель, отображающий важность или значимость изучаемого объекта или явления [3]. Концепция рейтингования студентов является достаточно простым, но эффективным обобщением достижений обучающихся, интегральной оценкой сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в рамках федеральных государственных образовательных стандартов [4].

Традиционная система проведения промежуточной аттестации подразумевает снимок уровня знаний обучающегося на определенный момент времени. Очень важно, чтобы этот снимок был сделан в нужный момент [5]. В частности, когда студент терпит неудачу, важно убедиться, что это происходит из-за недостаточного уровня его знаний, а не из-за того, что, например, он был заблокирован экзаменационным стрессом или неправильно прочитал вопросы [6].

Балльно-рейтинговая система призвана стимулировать регулярную работу обучающегося в течение семестра и может нивелировать негативные факторы традиционной системы оценивания сформированности компетенций. Использование информационных систем для фиксации процесса и условий накопления баллов позволяет формировать индивидуальный цифровой след.

Методы и инструменты предиктивной аналитики стали активно использоваться в образовании [7]. Известно, что текущая оценка студента является одним из ключевых показате-

лей эффективности обучения, который фактически выступает индикатором успеваемости. Прогнозирование оценки может рассчитываться на краткосрочный и долгосрочный периоды [8]. Краткосрочное прогнозирование оценивает ситуацию на текущий период – семестр или триместр. При долгосрочном прогнозировании рассматриваются предполагаемые сроки всего обучения по образовательной программе.

В университетах, где численность контингента обучающихся формируется в большей части за счет обучающихся по договорам об оказании платных образовательных услуг, сохранность контингента приобретает особо важное значение. Вероятность отчисления успевающего студента намного ниже, чем вероятность отчисления систематически неуспевающего. Сохранность же контингента образовательного учреждения является детерминантой доходов от основного вида деятельности – оказания образовательных услуг.

Прогнозирование успеваемости позволяет:

- ♦ оценить стипендиальный фонд университета и финансовые поступления от образовательной деятельности с учетом наличия образовательных грантов, объем которых зависит от успеваемости обучающегося;

- ♦ выстраивать гибкую индивидуальную образовательную траекторию обучающегося с учетом возможного освоения дополнительных образовательных программ, формирования мягких навыков, участия в проектных командах.

### Результаты

Рассмотрим один из вариантов функционирования балльно-рейтинговой системы, включающей 4 компоненты: «Посещаемость», «Самостоятельная работа», «Промежуточная аттестация», «Научно-исследовательская деятельность». На рис. 1 представлен граф взаимодействия и влияния друг на друга компонент балльно-рейтинговой системы.

Пусть вершины графа обозначают составляющие: «Посещаемость» – V, «Самостоятельная работа» – I, «Промежуточная аттестация» – Q, «Научно-исследовательская деятельность» – A. Ребра обозначают взаимосвязь между дан-

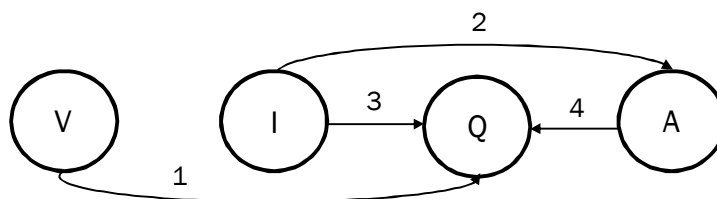


Рис. 1. Граф взаимодействия составляющих бально-рейтинговой системы

ными вершинами, влияние друг на друга. Определим взаимосвязи вершин на основе эмпирического опыта [9].

Связь 1 означает, что посещаемость студентов влияет на результат промежуточной аттестации. Студент, посещающий занятия, с большей вероятностью усвоит знания и успешно пройдет промежуточный контроль. Связь 2 означает, что если студент проявляет активность в самостоятельной работе, то он эффективно может проявить себя в научно-исследовательской деятельности. Связь 3 означает, что если студент будет усердно и качественно выполнять самостоятельную работу, то его ждет успех на промежуточной аттестации. Связь 4 означает, что обучающийся, который занимается научно-исследовательской деятельностью, имеет больше шансов на успех при прохождении формы промежуточного контроля знаний, нежели обучающийся, таковой деятельностью не занимающийся.

На основе изложенных сущностей связей 1–4 возможно осуществить прогноз индивидуальных результатов промежуточной аттестации – сводный рейтинг обучающихся. И как следствие, оценить объемы финансовых поступлений от образовательной деятельности и расходы университета на стипендиальный фонд.

Определим факторные переменные, определяющие сводный рейтинг обучающегося. Итоговый рейтинг обучающегося рассчитывается по формуле:

$$R = k_1 \times R_1 + k_2 \times R_2 + k_3 \times R_3 + k_4 \times R_4 + k_5 \times R_5, \quad (1)$$

где  $R_1$  – успеваемость обучающегося;

$R_2$  – научно-исследовательская деятельность обучающегося;

$R_3$  – общественная деятельность обучающегося;

$R_4$  – культурно-творческая деятельность обучающегося;

$R_5$  – спортивные достижения обучающегося;

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  – коэффициенты, определяющие вес соответствующего слагаемого в сводном рейтинге обучающегося.

Коэффициенты  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  принимают значение на интервале  $[0..1]$ . Значение конкретного коэффициента зависит от важности конкретного вида деятельности для университета в конкретных условиях и момент времени.

Значение сводного рейтинга может учитываться при назначении повышенной академической стипендии, распределении обучающихся в организации по местам прохождения практики, приеме в магистратуру, аспирантуру.

Исходными данными для расчета сводного рейтинга являются:

- ♦ сведения о результатах обучения, получаемые из электронных журналов системы управления обучением;

- ♦ сведения о научно-исследовательской деятельности обучающихся в электронном портфолио;

- ♦ сведения об общественной и культурно-творческой деятельности обучающихся в электронном портфолио;

- ♦ сведения о спортивных достижениях обучающихся в электронном портфолио.

Рейтинг достижений студента в процессе освоения образовательной программы  $R_1$  определяется на основе результатов сдачи обучающимся форм промежуточной аттестации (сессии) и вычисляется по следующей формуле:

$$R_1 = V + I + Q + A. \quad (2)$$

При определении значения рейтинга конкретного обучающегося суммируются баллы за каждое достижение.

При подсчете рейтинга в научно-исследовательской деятельности учитываются все научные работы и суммируются баллы за каждую из них.

При определении рейтинга общественной и культурно-творческой деятельности обучающегося аналогичным образом учитываются мероприятия, проводимые в университете. Количество начисляемых баллов за внеаудиторную работу определяется исходя из числа мероприятий и характера участия.

Рейтинг спортивных достижений определяется на основании официальных документов, удостоверяющих спортивные достижения обучающегося. При определении значения рейтинга каждый из перечисленных параметров учитывается однократно путем суммирования баллов за каждое спортивное мероприятие, в котором студент принимал участие.

Рейтинги достижений внеурочной деятельности (научно-исследовательской, общественной, культурно-творческой, спортивной) рассчитываются по формуле:

$$R_i = R_{i \max} \times ((P_1 + P_2 + \dots + P_n) / P_{\max}), \quad (3)$$

где  $R_i$  – рейтинг определенного вида деятельности,  $i = \overline{1,5}$ ;

$R_{i \max}$  – максимально возможный балл по данному виду деятельности;

$P_n$  – балл за достижение;

$P_{\max}$  – максимально возможный балл рейтинга.

Рейтинг, подсчитанный по формуле (1), не всегда может соответствовать интуитивным

представлениям о творческом, научном и интеллектуальном потенциале конкретного обучающегося, так как такой подход в ряде случаев оказался довольно механистическим. При определении рейтинга совсем незначительная разница в показателях вполне может приводить к существенным изменениям в порядке расстановки обучающихся в окончательном списке. Этот недостаток вполне может быть исправлен при условии предварительного рассмотрения и корректировки рейтинга путем обсуждения и внесения в него необходимых изменений экспертным сообществом. По мере накопления опыта подобных действий может быть создан алгоритм формирования обучающего множества, связывающего значения  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  каждого обучающегося со значением рейтинга  $R$ .

Имея сведения об индивидуальном посещении занятий и представив их в виде временного ряда можно спрогнозировать посещаемость, построив тренды для данной зависимости. Однако данный прогноз не будет учитывать возможные случайные характеристики. Предпочтительными видятся методы прогнозирования, основанные на искусственных нейронных сетях.

Рассмотрим графическое представление модели нейронной сети формирования сводного рейтинга на основе оценок и достижений обучающегося (рис. 2).

Пусть значения рейтингов  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  будут входными значениями (параметрами) нейронной сети. Показатели  $R_1, R_2,$

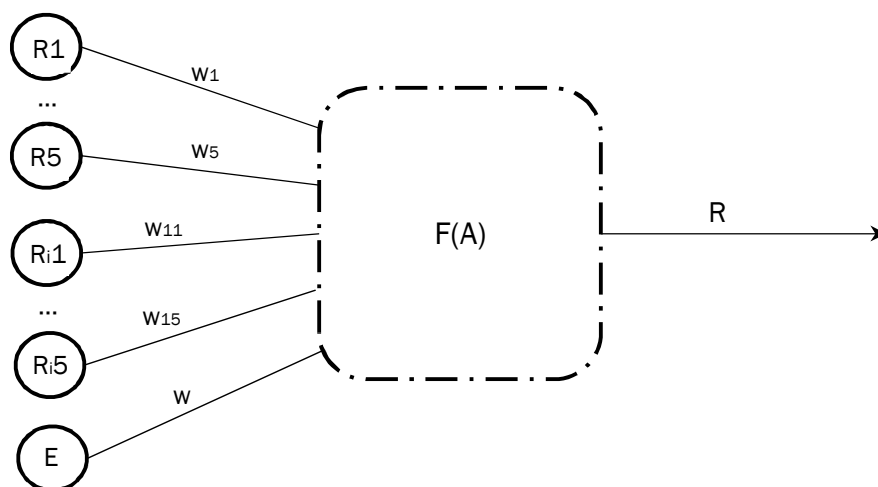


Рис. 2. Графическое представление модели искусственной нейронной сети

$R_{i3}$ ,  $R_{i4}$ ,  $R_{i5}$  – это рейтинговые показатели за предыдущий семестр. Введем значение  $E$  – форма обучения (бюджетная или коммерческая). Весами являются соответственно  $\{w_{1..w5}, w_{11..w15}, w\}$ , значения которых необходимо ввести регламентированно, в зависимости от распределения академической активности обучающегося по видам деятельности. Это означает, что веса будут коэффициентами функции активации  $F(A) = \sum R_i \times w_i$ . На выходе получаем позицию обучающегося в сводном рейтинге  $R$ .

### Обсуждение

По рейтингу обучающегося можно определить потенциальную численность контингента, а следовательно, и финансовые поступления университета от осуществления образовательной деятельности. Для этого необходимо знать, обучается студент по бюджетной форме или на коммерческой основе. Если обучающийся – бюджетник и промежуточную аттестацию он прошел на «хорошо»/«отлично», то данному обучающемуся будет выплачиваться стипендия. Следовательно, можно спрогнозировать стипендиальный фонд.

Если студент обучается на коммерческой основе и промежуточную аттестацию он прошел на «хорошо»/«отлично», то данному обучающемуся назначается образовательный грант на следующий (семестр). В противном случае – образовательный грант не назначается.

На рис. 3 приведено дерево решений данного процесса.

Доход от образовательной деятельности университета можно рассчитать по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^{i=n} C + \sum E + \sum D - F, \quad (4)$$

где  $S$  – доход от образовательной деятельности;

$C$  – полная стоимость обучения по договору об оказании платных образовательных услуг;

$E$  – стоимость обучения с учетом образовательного гранта;

$D$  – бюджетные поступления;

$F$  – стипендиальный фонд.

Задачу построения сводного рейтинга обучающихся можно отнести к классу задач распознавания, эффективно решаемых при помощи нейронных сетей.

### Заключение

Имея достаточный объем статистических данных, возможно обучить нейронную сеть «правильно» определять позицию обучающегося в сводном рейтинге. Данный подход может существенно сократить время, требуемое на прогнозирование финансовых результатов от осуществления образовательной деятельности университетом.

Модель предиктивной аналитики, рассмотренная в данной статье, позволяет решать сразу несколько задач: прогнозирование результатов освоения дисциплины и прогнозирование финансовых поступлений от образова-

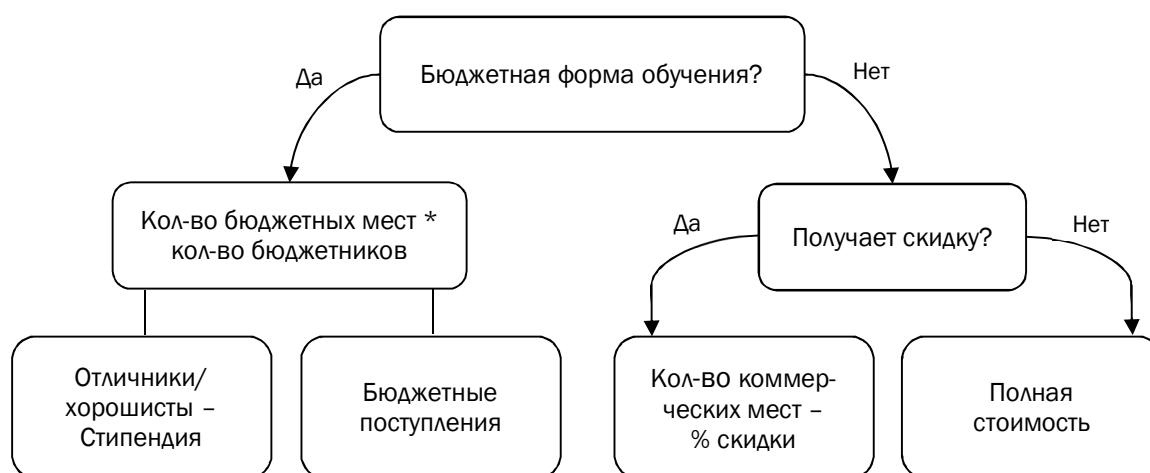


Рис. 3. Дерево решений

тельной деятельности. Развитие и дополнение модели новыми факторами, влияющими на успеваемость обучающего, позволят повысить точность получаемых результатов, а накопленный цифровой след позволит повысить качество обучающей выборки для модели.

#### Список источников

1. Larin S.N., Sokolov N.A. Development of the digitalization of Russian economics: branch – wise // *Economy and business: theory and practice*. 2021. No. 3-2 (73). Pp. 43–48. doi:10.24412/2411-0450-2021-3-2-43-48.
2. Балановская А.В., Кшнякин П.А., Репина Е.Г. Цифровые технологии развития экосреды инновационного развития // *Экономика и предпринимательство*. 2022. № 1 (138). С. 853–858. doi:10.34925/EIP.2022.138.1.169.
3. Ершова О.В., Мишурина О.А. Рейтинговая система оценки знаний студентов технического университета как средство повышения качества профессиональной подготовки // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. Серия: Педагогика, Психология. 2014. № 3 (18). С. 149–151.
4. Гета А.А., Шаталова Н.П. Балльно-рейтинговая система оценки ЗУН в процессе цифровизации образования // *Конструктивные педагогические заметки*. 2021. № 9-2 (16). С. 228–237.
5. Рустамова Т.В. Сравнительный анализ влияния экзаменационного стресса на уровень ситуативной и личностной тревожности студентов // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 1. С. 222–236. doi:10.12731/2658-6649-2021-13-1-222-236.
6. Стригельская И.Ю., Запрометова С.А., Федоров В.И. Проблема стрессоустойчивости студентов в период экзаменационной сессии в вузе // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2021. № 10 (200). С. 472–476. doi:10.34835/issn.2308-1961.2021.10.p472-476.
7. Коровин А.А. Об использовании современных методов искусственного интеллекта и анализа данных для решения образовательных задач // *Задачи в обучении математике, физике и информатике в условиях цифровой трансформации : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Вологда, 2022*. С. 223–226.
8. Пилецкий И.И., Батура М.П., Волорова Н.А. Граф знаний и машинное обучение как базис методологии искусственного интеллекта в обучении // *Big Data and advanced analytics*. 2021. № 7-1. С. 198–210.
9. Аллилуева Н.В., Руденко Э.М. Математический метод расчета целевой функции на графах и решение задач маршрутизации // *Труды МАИ*. 2017. № 96. С. 9–10.

#### References

1. Larin S.N., Sokolov N.A. Development of the digitalization of Russian economics: branch – wise // *Economy and business: theory and practice*. 2021. No. 3-2 (73). Pp. 43–48. doi:10.24412/2411-0450-2021-3-2-43-48.
2. Balanovskaya A.V., Kshnyakin P.A., Repina E.G. Digital technologies of eco-environment development of innovative development // *Economics and entrepreneurship*. 2022. No. 1 (138). Pp. 853–858. doi:10.34925/EIP.2022.138.1.169.
3. Ershova O.V., Mishurina O.A. Rating system for assessing the knowledge of technical University students as a means of improving the quality of professional training // *Vector of Science of Togliatti State University*. Ser.: Pedagogy, Psychology. 2014. No. 3 (18). Pp. 149–151.
4. Gita A.A., Shatalova N.P. The point-rating system of ZUN assessment in the process of digitalization of education // *Constructive pedagogical notes*. 2021. No. 9-2 (16). Pp. 228–237.
5. Rustamova T.V. Comparative analysis of the impact of exam stress on the level of situational and personal anxiety of students // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Vol. 13, No. 1. Pp. 222–236. doi:10.12731/2658-6649-2021-13-1-222-236.
6. Strigelskaya I.Yu., Zaprometova S.A., Fedorov V.I. The problem of stress resistance of students during the examination session at the university // *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*. 2021. No. 10 (200). Pp. 472–476. doi:10.34835/issn.2308-1961.2021.10.p472-476.
7. Korovin A.L. On the use of modern methods of artificial intelligence and data analysis for solving educational problems // *Problems in teaching mathematics, physics and computer science in the conditions of digital transformation : materials of the III International Scientific and Practical Conference. Vologda, 2022*. Pp. 223–226.

8. Piletsky I.I., Batura M.P., Volorova N.A. The graph of knowledge and machine learning as the basis of the methodology of artificial intelligence in education // Big Data and advanced analytics. 2021. No. 7-1. Pp. 198–210.

9. Alliluyeva N.V., Rudenko E.M. Mathematical method of calculating the objective function on graphs and solving routing problems // Proceedings of MAI. 2017. No. 96. Pp. 9–10.

#### **Информация об авторах**

*Д.Н. Франтасов* – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики Самарского государственного экономического университета;

*А.В. Балановская* – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры учета, анализа и экономической безопасности Самарского государственного экономического университета;

*Е.Г. Репина* – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры статистики и эконометрики Самарского государственного экономического университета;

*Е.В. Воронина* – студент Самарского государственного экономического университета.

#### **Information about the authors**

*D.N. Frantasov* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Informatics of Samara State University of Economics;

*A.V. Balanovskaya* – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Accounting, Analysis and Economic Security Department of Samara State University of Economics;

*E.G. Repina* – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Statistics and Econometrics of Samara State University of Economics;

*E.V. Voronina* – student of the Samara State University of Economics.

Статья поступила в редакцию 30.05.2022; одобрена после рецензирования 06.06.2022; принята к публикации 08.07.2022.

The article was submitted 30.05.2022; approved after reviewing 06.06.2022; accepted for publication 08.07.2022.