

Математическое и алгоритмическое моделирование комплексного медико-социального интегрального показателя для работников АПК

Наталья А. Гладских^{1,2} ngladskikh@rambler.ru
Максим Г. Устимов² ngladskikh@rambler.ru
Егор Н. Левицкий² nglad-skikh@rambler.ru

1 Воронежский государственный медицинский университет ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394000, Россия

2 Воронежский институт высоких технологий- автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия

Аннотация. Качественная и количественная оценка состояния здоровья в том числе работников АПК является важной и актуальной задачей. При разработке методики расчета вероятности утраты работником трудоспособности в зависимости от состояния условий труда на рабочем месте было показано, что в контексте решения задач по оценке влияния условий труда на здоровье работника, в том числе, в процедурах оценки профессионального риска, вероятность утраты трудоспособности представляет собой не что иное, как количественную оценку вероятности развития профессионального заболевания или производственной травмы в конкретных условиях труда, что, на первый взгляд, можно было бы охарактеризовать показателями частоты профессиональной заболеваемости и травматизма с учетом условий труда. На базе участковых отделений городских поликлиник было проведено обследование состояния здоровья работников АПК. Для сбора информации о пациентах использовалась «Анкета о здоровье», которая по решению Всемирной Организации Здравоохранения введена во всех медицинских учреждениях анкета о здоровье пациента. Было собрано и проанализировано 156 анкет. На первом этапе обработки информации исследована структура медико-социальных характеристик работников АПК. На втором этапе применялся метод априорного ранжирования, использующий экспертную информацию для ранговой оценки каждого значения признака. В ходе исследования были рассчитаны балльные оценки, необходимые для последующего расчета комплексного интегрального медико-социального показателя здоровья. Результаты исследования свидетельствуют о наличии отрицательной тенденции в динамике состояния здоровья работников АПК, что в первую очередь связано с нерациональным питанием, недостатком двигательной активности, самолечением, редкими обращениями к медицинским специалистам. В связи с этим важными задачами являются, прежде всего, разработка и внедрение профилактических, лечебно-реабилитационных технологий и приоритетных программ в работу предприятий АПК, в частности, рациональная организация питания в предприятиях АПК, оптимизация двигательного режима.

Ключевые слова: интегральный показатель, реабилитационный потенциал, априорное ранжирование, экспертное оценивание, балльные оценки, коэффициент конкордации.

Mathematical and algorithmic modeling of a complex medical and social integral indicator for agricultural workers

Natalia A. Gladskikh^{1,2} ngladskikh@rambler.ru
Maxim G. Ustimov² ngladskikh@rambler.ru
Egor N. Levitsky² nglad-skikh@rambler.ru

1 Voronezh State Medical University st. Studencheskaya, 10, Voronezh, 394000, Russia

2 Voronezh Institute of High Technologies, st. Lenina, 73a, Voronezh, 394043, Russia

Abstract. Qualitative and quantitative assessment of the health status of workers in the agro-industrial complex is an important and urgent task. When developing a methodology for calculating the probability of an employee losing ability to work depending on the state of working conditions in the workplace, it was shown that in the context of solving problems of assessing the impact of working conditions on the health of a worker, including in procedures for assessing occupational risk, the probability of loss of ability to work is not nothing more than a quantitative assessment of the probability of developing an occupational disease or work-related injury in specific working conditions, which, at first glance, could be characterized by indicators of the frequency of occupational diseases and injuries taking into account working conditions. A survey of the health status of agricultural workers was conducted at local departments of city clinics. To collect information about patients, we used the "Health Questionnaire", which, by decision of the World Health Organization, introduced a questionnaire about the patient's health in all medical institutions. 156 questionnaires were collected and analyzed. At the first stage of information processing, the structure of medical and social characteristics of agricultural workers was studied. At the second stage, the a priori ranking method was used, which uses expert information to rank each attribute value. During the study, the scores necessary for the subsequent calculation of a complex integral medical and social health indicator were calculated. The results of the study indicate the presence of a negative trend in the dynamics of the health status of agricultural workers, which is primarily associated with poor nutrition, lack of physical activity, self-medication, and rare visits to medical specialists. In this regard, important tasks are, first of all, the development and implementation of preventive, treatment and rehabilitation technologies and priority programs in the work of agro-industrial enterprises, in particular, the rational organization of nutrition in agro-industrial enterprises, optimization of the motor regime.

Keywords: integral indicator, rehabilitation potential, a priori ranking, expert assessment, point estimates, coefficient of concordance.

Для цитирования

Гладских Н.А., Устимов М.Г., Левицкий Е.Н. Математическое и алгоритмическое моделирование комплексного медико-социального интегрального показателя для работников АПК // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 4. С. 109–114. doi:10.20914/2310-1202-2023-4-109-114

For citation

Gladskikh N.A., Ustimov M.G., Levitsky E.N. Mathematical and algorithmic modeling of a complex medical and social integral indicator for agricultural workers. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 4. pp. 109–114. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-4-109-114

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Качественная и количественная оценка состояния здоровья в том числе работников АПК является важной и актуальной задачей. При разработке в 2008 году Методики расчета вероятности утраты работником трудоспособности в зависимости от состояния условий труда на рабочем месте было показано, что в контексте решения задач по оценке влияния условий труда на здоровье работника, в том числе, в процедурах оценки профессионального риска, вероятность утраты трудоспособности представляет собой не что иное, как количественную оценку вероятности развития профессионального заболевания или производственной травмы в конкретных условиях труда, что, на первый взгляд, можно было бы охарактеризовать показателями частоты профессиональной заболеваемости и травматизма с учетом условий труда [1–5]. В нашем исследовании использовалась Анкета о здоровье, которые работники АПК заполняли. Было собрано и проанализировано 156 анкет.

Материалы и методы

На базе участковых отделений городских поликлиник было проведено обследование состояния здоровья работников АПК. Для сбора информации о пациентах использовалась «Анкета о здоровье», которая по решению Всемирной Организации Здравоохранения введена во всех медицинских учреждениях анкета о здоровье пациента [6–10].

На первом этапе обработки информации исследована структура медико-социальных характеристик работников АПК. На втором этапе применялся метод априорного ранжирования, использующий экспертную информацию для ранговой оценки каждого значения признака. При сборе априорной информации экспертам (8 врачей участковых терапевтов со стажем работы от 3-х до 20 лет) предложили заполнить анкеты из показателей, по их мнению, наиболее влияющие на здоровье пациентов. Показатели ранжированы от 1 (наиболее значимый признак) до 16 (наименее влияющий признак). Для каждого показателя была разработана система балльных оценок от 1 до 10. Согласованность мнений специалистов определялась исчислением коэффициента конкордации, который составил 0,79, что подтверждает гипотезу о согласованности экспертов. По данным матрицы ранжирования были определены значения весов w_i отдельных показателей, влияющих на показатель здоровья.

По сформированной матрице ранжирования на следующем этапе производится оценка

согласованности экспертов на основе использования коэффициента конкордации:

$$W = \frac{S(d^2)}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - 1) - m \sum_{j=1}^m T_j},$$

где $S(d^2)$ – сумма квадратов разностей

$$d = \left(\sum_{j=1}^m a_{ji} \right) - \frac{1}{2}m(n+1);$$

где a_{ji} – обобщенная сумма рангов j -того показателя; T_j – величина, определяемая по формуле

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^n (t_j^3 - t_j);$$

t_j – число повторений i -го ранга в j -той строке матрицы.

В случае, если матрица ранжирования не содержит совпавших рангов коэффициент конкордации определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{12S(d^2)}{m^2(n^3 - 1)}.$$

Величина W находится в пределах [0..1]. При $W = 1$ эксперты единодушны в оценке значимости показателей, при $W = 0$ согласие отсутствует.

Оценка значимости коэффициента конкордации W осуществляется с помощью критерия Пирсона. Для этого рассчитывается $\chi_{рас}^2 : \chi_{рас}^2 = m(n-1)W$.

Если при числе степеней свободы $f = n-1$ и установленном уровне значимости критическое значение $\chi_{кр}^2$ меньше расчетного $\chi_{рас}^2$, то гипотеза о наличии согласия экспертов принимается, в противном случае – отклоняется.

Значения весов w_i , в формуле для расчета интегрального показателя, рассчитываются следующим образом:

$$w_i = \frac{m \cdot n - \sum_{j=1}^m r_{ij}}{n \cdot m \cdot \left(n - \frac{m}{2} - 1 \right)}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Здесь r_{ij} ($j = \overline{1, m}$) – ранг, поставленный j -м экспертом, причем $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

В связи с тем, что сумма w_i равна 1, а параметры, входящие в интегральный показатель, оцениваются по 22-балльной шкале, максимально возможное значение интегрального показателя равно максимально возможному баллу (22), а минимальное – минимально возможному баллу.

Интегральный медико-социальный показатель определялся следующим образом:

$$P_3 = \sum_{i=1}^n w_i \cdot X_i^{\sigma}$$

где w_i – вес (значимость) i -го показателя, X_i^{σ} – балльная оценка i -го показателя.

По каждому показателю, выявленному с помощью метода «дискретных корреля-

ционных плеед», была разработана система балльных оценок (таблица 1).

Результаты

В ходе исследования были рассчитаны балльные оценки, необходимые для последующего расчета комплексного интегрального медико-социального показателя здоровья

Таблица 1.

Балльные оценки интегрального медико-социального показателя здоровья работников АПК

Table 1.

Scores of the integral medical and social indicator of health of agricultural workers

Показатель	Index	Диапазон показателя и его градации	Value	Оценка показателя в баллах Grade
Сердечно-сосудистые заболевания (X1)	Cardiovascular diseases (X1)	инфаркт миокарда; стенокардия; порок сердца; сердечная недостаточность; аритмия; инсульт; другие	myocardial infarction; angina pectoris; heart defect; heart failure; arrhythmia; stroke; other	10; 8; 6; 4; 2; 2; 2; 1
Заболевания органов дыхания (X2)	Respiratory diseases (X2)	бронхиальная астма хронический бронхит туберкулез другие	bronchial asthma chronic bronchitis tuberculosis other	10; 6; 2; 1
Заболевания желудочно-кишечного тракта (X3)	Diseases of gastrointestinal tract (X3)	гастрит; язвенная болезнь желудка/12-перстной кишки; другие	gastritis; peptic ulcer; others	10; 6; 1
Заболевания печени и желчного пузыря (X4)	Diseases of the liver and gallbladder (X4)	инфекционный гепатит; другие	infectious hepatitis; others	10; 1
Заболевания нервной системы (X5)	Diseases of the nervous system (X5)	эпилепсия; параличи; судороги; потеря сознания; другие	epilepsy; paralysis; seizures; loss of consciousness; others	10; 8; 6; 4; 1
Эндокринные заболевания (X6)	Endocrine diseases (X6)	сахарный диабет; тиреотоксикоз; гипотиреоз; другие	diabetes mellitus; thyrotoxicosis; hypothyroidism; others	10; 8; 6; 2
Заболевания крови (X7)	Blood diseases (X7)	повышенная/пониженная свертываемость крови; другие	increased/decreased blood clotting; others	10; 2
Заболевания ЛОР органов (X8)	Diseases of ENT organs (X8)	имеются; не имеются	present; not present	10; 1
Заболевания костной системы, суставов (X9)	Diseases of bone system, joints (X9)	остеопороз; артриты; другие	osteoporosis; arthritis; other	10; 8; 2
Ревматизм (X10)	Rheumatism (X10)	есть; нет	yes; no	10; 1
Заболевания почек (X11)	Kidney diseases (X11)	есть; нет	yes; no	10; 1
Заболевания кожи (X12)	Skin diseases (X12)	есть; нет	yes; no	10; 1
Онкологические заболевания (X13)	Oncologic diseases (X13)	есть; нет	yes; no	10; 1
Проводилась лучевая терапия, химиотерапия за последние 10 лет (X14)	Radiation therapy, chemotherapy for the last 10 years (X14)	да; нет	yes; no	10; 1
ВИЧ-инфекция, СПИД (X15)	HIV infection, AIDS (X15)	есть; нет	yes; no	10; 1
Другие заболевания (X16)	Other diseases (X16)	есть; нет	yes; no	10; 1
Были у Вас травмы головы или шеи (X17)	Have you had any head or neck injuries (X17)	да; нет	yes; no	10; 1
Подвергались ли хирургическим операциям (X18)	Have you undergone surgery (X18)	да; нет	yes; no	10; 1
Проводилось ли переливание крови (X19)	Have you had a blood transfusion (X19)	да; нет	yes; no	10; 1
Наблюдается ли у Вас склонность к кровотечениям, в т. ч. при удалении зубов (X20)	Do you have a tendency to bleed, including during tooth extraction (X20)	да; нет	yes; no	10; 1
Аллергологический анамнез (X21)	Allergic history (X21)	есть аллергия; нет	have allergies; no	10; 1

Таблица 2.
Оценки экспертов.

Table 2.
Expert ratings

Показатель Index	Оценки экспертов Grades							
	11	22	23	44	55	66	77	88
XX1	11	12	11	13	11	12	13	11
XX2	22	22	22	22	22	22	22	22
XX3	32	33	33	33	32	33	33	32
XX4	44	43	44	43	44	43	43	44
XX5	X5	X4	X5	X5	X5	X4	X5	X5
XX6	66	66	66	65	66	66	65	66
XX7	77	76	77	76	77	76	76	77
XX8	X8	X7	X8	X8	X8	X7	X8	X8
XX9	99	99	99	77	99	99	77	99
XX10	110	111	110	110	110	111	110	110
XX11	111	110	111	111	19	110	111	19
XX12	112	111	112	112	112	111	112	112
XX13	111	110	112	113	111	110	113	111
XX14	114	110	112	114	114	110	114	114
XX15	115	11	115	111	115	11	111	115
XX16	116	116	115	116	116	115	116	115
XX17	117	117	117	117	116	117	117	116
XX18	121	116	118	118	121	116	118	121
XX19	119	119	119	119	119	119	119	119
XX20	220	221	220	220	220	221	220	219
XX21	221	212	221	221	221	212	221	210

В ходе исследования была разработана прогностическая модель комплексного интегрального медико-социального показателя, которая выглядит следующим образом: $Y = 0,1(6) \cdot x_1 + 0,2 \cdot x_2 + 0,28(3) \cdot x_3 + 0,38(3) \cdot x_4 + 0,21(6) \cdot x_5 + 0,12 \cdot x_6 + 0,01 \cdot x_7 + 0,1 \cdot x_8 + 0,02 \cdot x_9 + 0,1 \cdot x_{10} + 0,0(3) \cdot x_{11} + 0,021 \cdot x_{12} + 0,12 \cdot x_{13} + 0,01 \cdot x_{14} + 0,003 \cdot x_{15} + 0,021 \cdot x_{16} + 0,12 \cdot x_{17} + 0,021 \cdot x_{18} + 0,004 \cdot x_{19} + 0,011 \cdot x_{20} + 0,012 \cdot x_{21}$

Таблица 3.
Уровень медико-социального комплексного показателя здоровья

Table 3.
Level of medical and social complex health indicator

Значения медико-социального комплексного показателя здоровья Values of medical and social complex health indicator	Нормальный Normal	Средний Medium	Низкий Low

Заключение

Разработанная методика и модель комплексного интегрального медико-социального показателя были апробированы на базе терапевтического отделения ВГП № 10. Модели показали свою клиническую эффективность.

Результаты исследования свидетельствуют о наличии отрицательной тенденции в динамике состояния здоровья работников АПК, что в первую очередь связано с нерациональным питанием, недостатком двигательной активности, самолечением, редкими обращениями к медицинским специалистам. В связи с этим важными задачами являются, прежде всего, разработка и внедрение профилактических, лечебно-реабилитационных технологий и приоритетных программ в работу предприятий АПК, в частности, рациональная организация питания в предприятиях АПК, оптимизация двигательного режима.

Благодарности

Статья публикуется при грантовой поддержке Федерального агентства по делам молодёжи (Росмолодёжь) Соглашение № 091–10–2023–069 от 23.05.2023 г. проект «Наука рядом».

Литература

- 1 Falissard L., Morgand C., Roussel S., Imbaud C. et al. A deep artificial neural network– based model for prediction of underlying cause of death from death certificates: algorithm development and validation // JMIR Medical informatics. 2020. V. 8. №. 4. P. e17125. doi: 10.2196/17125
- 2 Shirwaikar R.D., Acharya D., Makkithaya K., Surulivelrajan M. et al. Optimizing neural networks for medical data sets: A case study on neonatal apnea prediction // Artificial intelligence in medicine. 2019. V. 98. P. 59-76.
- 3 May A.M., DeSimone C.V., Kashou A.H., Hodge D.O. et al. The WCT formula: a novel algorithm designed to automatically differentiate wide-complex tachycardias // Journal of Electrocardiology. 2019. V. 54. P. 61-68.
- 4 Khudov H., Ruban I., Makoveichuk O., Pevtsov H. et al. Development of methods for determining the contours of objects for a complex structured color image based on the ant colony optimization algorithm // Physics and Engineering. 2020. V. 1. P. 34-47. doi: 10.21303/2461-4262.2020.001108
- 5 Vlachopoulos L., Székely G., Gerber C., Fűrnhstahl P. A scale-space curvature matching algorithm for the reconstruction of complex proximal humeral fractures // Medical image analysis. 2018. V. 43. P. 142-156.
- 6 Kavitha K.S., Ramakrishnan K.V., Singh M.K. Modeling and design of evolutionary neural network for heart disease detection // International Journal of Computer Science Issues (IJCSI). 2010. V. 7. №. 5. P. 272.
- 7 Jeyaraj P.R., Nadar E.R.S. Deep Boltzmann machine algorithm for accurate medical image analysis for classification of cancerous region // Cognitive Computation and Systems. 2019. V. 1. №. 3. P. 85-90. doi: 10.1049/ccs.2019.0004
- 8 Yuan Y., Yan S., Fang Q. Light transport modeling in highly complex tissues using the implicit mesh-based Monte Carlo algorithm // Biomedical Optics Express. 2021. V. 12. №. 1. P. 147-161. doi: 10.1364/BOE.411898
- 9 Kushwaha P.K., Kumaresan M. Machine learning algorithm in healthcare system: A Review // 2021 international conference on technological advancements and innovations (ICTAI). IEEE, 2021. P. 478-481.

- 10 Li X., Li D., Deng Y., Xing J. Intelligent mining algorithm for complex medical data based on deep learning // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. 2021. V. 12. P. 1667-1678.
- 11 Al-Kasasbeh R.T., Korenevskiy N., Alshamasin M.S., Al-Habahbeh O. et al. Fuzzy Mathematical Models for Predicting and Diagnosing Occupational Diseases of Workers in the Agro-industrial Complex in Contact with Pesticides // 2022 8th Annual International Conference on Network and Information Systems for Computers (ICNISC). IEEE, 2022. P. 290-294.
- 12 Karaeva A.P., Magaril E.R., Kiselev A.V., Cioca L.I. Screening of factors for assessing the environmental and economic efficiency of investment projects in the energy sector // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. V. 19. №. 18. P. 11716.
- 13 Mutanov G., Ziyadin S., Shaikh A.A. Graphic model for evaluating the competitiveness and eco-efficiency of eco-innovative projects // Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2019. V. 6. №. 4. doi: 10.9770/jesi.2019.6.4(41)
- 14 Tamošaitienė J., Khosravi M., Cristofaro M., Chan D.W. et al. Identification and prioritization of critical risk factors of commercial and recreational complex building projects: A Delphi study using the TOPSIS method // Applied Sciences. 2021. V. 11. №. 17. P. 7906.
- 15 Ivlev I., Vacek J., Kneppo P. Multi-criteria decision analysis for supporting the selection of medical devices under uncertainty // European Journal of Operational Research. 2015. V. 247. №. 1. P. 216-228.
- 16 Ocampo-Melgar A., Bautista S., deSteiguer J.E., Orr B.J. Potential of an outranking multi-criteria approach to support the participatory assessment of land management actions // Journal of environmental management. 2017. V. 195. P. 70-77.
- 17 Attardi R., Cerreta M., Sannicandro V., Torre C.M. et al. Non-compensatory composite indicators for the evaluation of urban planning policy: The Land-Use Policy Efficiency Index (LUPEI) // European Journal of Operational Research. 2018. V. 264. №. 2. P. 491-507.
- 18 Waibel S., Wu W.L., Smith M., Johnson L. et al. Selection of Pediatric Mental Health Quality Measures for Health System Improvement in British Columbia Based on a Modified Delphi Approach // Frontiers in pediatrics. 2022. V. 10. P. 866391.
- 19 Hassan S., Kumbhare D. Validity and diagnosis in physical and rehabilitation medicine: critical view and future perspectives // American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2022. V. 101. №. 3. P. 262-269. doi: 10.1097/PHM.0000000000001768
- 20 Karpouzias G.A., Ramadan S.N., Cost C.E., Draper T.L. et al. Discordant patient–physician assessments of disease activity and its persistence adversely impact quality of life and work productivity in US Hispanics with rheumatoid arthritis // RMD open. 2017. V. 3. №. 2. P. e000551. doi: 10.15863/TAS.2019.06.74.88

References

- 1 Falissard L., Morgand C., Roussel S., Imbaud C. et al. A deep artificial neural network– based model for prediction of underlying cause of death from death certificates: algorithm development and validation. JMIR Medical informatics. 2020. vol. 8. no. 4. pp. e17125. doi: 10.2196/17125
- 2 Shirwaikar R.D., Acharya D., Makkithaya K., Surulivelrajan M. et al. Optimizing neural networks for medical data sets: A case study on neonatal apnea prediction. Artificial intelligence in medicine. 2019. vol. 98. pp. 59-76.
- 3 May A.M., DeSimone C.V., Kashou A.H., Hodge D.O. et al. The WCT formula: a novel algorithm designed to automatically differentiate wide-complex tachycardias. Journal of Electrocardiology. 2019. vol. 54. pp. 61-68.
- 4 Khudov H., Ruban I., Makoveichuk O., Pevtsov H. et al. Development of methods for determining the contours of objects for a complex structured color image based on the ant colony optimization algorithm. Physics and Engineering. 2020. vol. 1. pp. 34-47. doi: 10.21303/2461-4262.2020.001108
- 5 Vlachopoulos L., Székely G., Gerber C., Fürnstahl P. A scale-space curvature matching algorithm for the reconstruction of complex proximal humeral fractures. Medical image analysis. 2018. vol. 43. pp. 142-156.
- 6 Kavitha K.S., Ramakrishnan K.V., Singh M.K. Modeling and design of evolutionary neural network for heart disease detection. International Journal of Computer Science Issues (IJCSI). 2010. vol. 7. no. 5. pp. 272.
- 7 Jeyaraj P.R., Nadar E.R.S. Deep Boltzmann machine algorithm for accurate medical image analysis for classification of cancerous region. Cognitive Computation and Systems. 2019. vol. 1. no. 3. pp. 85-90. doi: 10.1049/ccs.2019.0004
- 8 Yuan Y., Yan S., Fang Q. Light transport modeling in highly complex tissues using the implicit mesh-based Monte Carlo algorithm. Biomedical Optics Express. 2021. vol. 12. no. 1. pp. 147-161. doi: 10.1364/BOE.411898
- 9 Kushwaha P.K., Kumaresan M. Machine learning algorithm in healthcare system: A Review. 2021 international conference on technological advancements and innovations (ICTAI). IEEE, 2021. pp. 478-481.
- 10 Li X., Li D., Deng Y., Xing J. Intelligent mining algorithm for complex medical data based on deep learning. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. 2021. vol. 12. pp. 1667-1678.
- 11 Al-Kasasbeh R.T., Korenevskiy N., Alshamasin M.S., Al-Habahbeh O. et al. Fuzzy Mathematical Models for Predicting and Diagnosing Occupational Diseases of Workers in the Agro-industrial Complex in Contact with Pesticides. 2022 8th Annual International Conference on Network and Information Systems for Computers (ICNISC). IEEE, 2022. pp. 290-294.
- 12 Karaeva A.P., Magaril E.R., Kiselev A.V., Cioca L.I. Screening of factors for assessing the environmental and economic efficiency of investment projects in the energy sector. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. vol. 19. no. 18. pp. 11716.
- 13 Mutanov G., Ziyadin S., Shaikh A.A. Graphic model for evaluating the competitiveness and eco-efficiency of eco-innovative projects. Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2019. vol. 6. no. 4. doi: 10.9770/jesi.2019.6.4(41)
- 14 Tamošaitienė J., Khosravi M., Cristofaro M., Chan D.W. et al. Identification and prioritization of critical risk factors of commercial and recreational complex building projects: A Delphi study using the TOPSIS method. Applied Sciences. 2021. vol. 11. no. 17. pp. 7906.
- 15 Ivlev I., Vacek J., Kneppo P. Multi-criteria decision analysis for supporting the selection of medical devices under uncertainty. European Journal of Operational Research. 2015. vol. 247. no. 1. pp. 216-228.

16 Ocampo-Melgar A., Bautista S., deSteiguer J.E., Orr B.J. Potential of an outranking multi-criteria approach to support the participatory assessment of land management actions. Journal of environmental management. 2017. vol. 195. pp. 70-77.

17 Attardi R., Cerreta M., Sannicandro V., Torre C.M. et al. Non-compensatory composite indicators for the evaluation of urban planning policy: The Land-Use Policy Efficiency Index (LUPEI). European Journal of Operational Research. 2018. vol. 264. no. 2. pp. 491-507.

18 Waibel S., Wu W.L., Smith M., Johnson L. et al. Selection of Pediatric Mental Health Quality Measures for Health System Improvement in British Columbia Based on a Modified Delphi Approach. Frontiers in pediatrics. 2022. vol. 10. pp. 866391.

19 Hassan S., Kumbhare D. Validity and diagnosis in physical and rehabilitation medicine: critical view and future perspectives. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2022. vol. 101. no. 3. pp. 262-269. doi: 10.1097/PHM.0000000000001768

20 Karpouzias G.A., Ramadan S.N., Cost C.E., Draper T.L. et al. Discordant patient-physician assessments of disease activity and its persistence adversely impact quality of life and work productivity in US Hispanics with rheumatoid arthritis. RMD open. 2017. vol. 3. no. 2. pp. e000551. doi: 10.15863/TAS.2019.06.74.88

Сведения об авторах

Наталья А. Гладских к.т.н., доцент, Воронежский институт высоких технологий, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия, ngladskikh@rambler.ru

Максим Г. Устимов аспирант, Воронежский институт высоких технологий, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия, ngladskikh@rambler.ru

Егор Н. Левицкий аспирант, Воронежский институт высоких технологий, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия, nglad-skikh@rambler.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalia A. Gladskikh Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Voronezh Institute of High Technologies, st. Lenina, 73a, Voronezh, 394043, Russia, ngladskikh@rambler.ru

Maxim G. Ustimov graduate student, Voronezh Institute of High Technologies, st. Lenina, 73a, Voronezh, 394043, Russia, ngladskikh@rambler.ru

Egor N. Levitsky graduate student, Voronezh Institute of High Technologies, st. Lenina, 73a, Voronezh, 394043, Russia, ngladskikh@rambler.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 29/09/2023	После редакции 18/10/2023	Принята в печать 10/11/2023
Received 29/09/2023	Accepted in revised 18/10/2023	Accepted 10/11/2023