

МОДИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Д.В. Гилёв¹, denis.gilev@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1040-5696>

О.В. Логиновский², loginovskii@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3582-2795>

¹ Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

² Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. В статье анализируется модель прогнозирования финансово-экономического состояния, рассматривается возможность её трансформации для управления развитием учреждений медицинской отрасли, приводится соответствующая модификация при помощи использования методов дискриминантного анализа и математического программирования. Сформулированная модификация модели имеет чёткое математическое обоснование, позволяющее, с одной стороны, доказать её справедливость, а с другой стороны, конструктивно показывает возможность её использования с учётом специфики медицинской отрасли. **Цель исследования.** Целью данной работы является проработка изменений модели прогнозирования финансово-экономического состояния с учётом особенностей отрасли, а также оценка применения методов дискриминантного анализа, сведения их к задаче математического программирования, ограничения которой приводятся к системам линейных неравенств, получаемых с помощью построения максимально совместных подсистем. **Материалы и методы.** Предлагается использовать метод дискриминантного анализа с расширяемыми прецедентными множествами. Предполагается, что для улучшения качества решения этой задачи привлекаются суждения экспертов об объектах, вначале не вошедших в обучающую выборку. При этом ставится цель – определить наилучшие объекты для привлечения их в материал обучения с тем, чтобы максимально улучшить решение задачи. Для формализации модели на базе прогнозных значений зашифруем в вектор состояний все имеющиеся данные. Рассмотренные методы показывают свою результативность. **Результаты исследования.** В ходе модификации модели экономико-финансового состояния делается вывод о линеаризации модели, что связано и с операцией дифференцирования. Также демонстрируется возможность использования нейронных сетей речь для случая дифференцирования сложных функций, а в случае выпуклого программирования – о маргинальных оценках, получаемых с помощью операции дифференцирования по направлению. **Заключение.** Полученные результаты позволяют утверждать, что использование строгого математического инструментария, модифицированная модель экономико-финансового состояния для медицинской отрасли является простой в использовании для управления развитием, так как может быть реализована как некоторый компонент компьютерной программы (нейронной сети), в который администратор вводит данные, а на выходе получает обработанный результат.

Ключевые слова: экономико-финансовое состояние, управление, дискриминантный анализ, математическое программирование, нейронные сети

Для цитирования: Гилёв Д.В., Логиновский О.В. Модификация модели прогнозирования финансово-экономического состояния для задачи управления развитием медицинских учреждений // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2024. Т. 24, № 3. С. 82–89. DOI: 10.14529/ctcr240307

MODIFICATION OF THE FINANCIAL AND ECONOMIC FORECASTING MODEL FOR THE TASK OF MANAGING THE DEVELOPMENT OF MEDICAL INSTITUTIONS

D.V. Gilev¹, denis.gilev@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1040-5696>

O.V. Loginovskiy², loginovskiiiov@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3582-2795>

¹ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

² South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The article analyzes the model of forecasting the financial and economic condition, considers the possibility of its transformation for managing the development of medical institutions, and provides an appropriate modification using methods of discriminant analysis and mathematical programming. The formulated modification of the model has a clear mathematical justification, which allows, on the one hand, to prove its validity, and on the other hand constructively shows the possibility of its use, taking into account the specifics of the medical industry. **The purpose of the work.** The purpose of this work is to study changes in the forecasting model of the financial and economic condition, taking into account the specifics of the industry, as well as to evaluate the application of methods of discriminant analysis, reducing them to a mathematical programming problem, the limitations of which are reduced to systems of linear inequalities obtained by building maximally joint subsystems. **Materials and methods.** It is proposed to use the method of discriminant analysis with extensible precedent sets. It is assumed that in order to improve the quality of solving this problem, expert judgments about objects that were not initially included in the training sample are involved. At the same time, the goal is to determine the best objects to involve them in the learning material in order to maximize the solution of the problem. To formalize the model based on the predicted values, we will encrypt all available data into a vector of states. The considered methods show their effectiveness. **The results of the study.** During the modification of the economic and financial condition model, a conclusion is made about the linearization of the model, which is also associated with the differentiation operation. The possibility of using neural networks is also demonstrated for the case of differentiation of complex functions, and in the case of convex programming, for marginal estimates obtained using the directional differentiation operation. **Conclusion.** The results obtained allow us to assert that the use of strict mathematical tools, a modified model of the economic and financial condition for the medical industry is easy to use for development management, since it can be implemented as some component of a computer program (neural network) into which the administrator enters data, and at the output receives a processed result.

Keywords: economic and financial condition, management, discriminant analysis, mathematical programming, neural networks

For citation: Gilev D.V., Loginovskiy O.V. Modification of the financial and economic forecasting model for the task of managing the development of medical institutions. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2024;24(3):82–89. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr240307

Введение

Финансово-экономическое развитие любого предприятия или организации – важнейшая задача в современных условиях бизнеса. При этом главенствующими проблемами управления организационными структурами в последние годы встают те вызовы, перед которыми оказывается наша страна. Обособленно стоит обратить внимание не только на оборонный, промышленный комплекс, но и на медицинскую сферу, так как она играет важнейшую роль и при управлении ею должны быть учтены и социально-экономическая нестабильность, и военно-политическая обстановка. При этом если модели прогнозирования финансово-экономического состояния промышленного предприятия уже хорошо известны и имеются описания их использования для управления развитием компаний, то для медицинских учреждений требуются их модификация и детальная проработка [1]. В последнее время возрастает потребность в медицинских услугах на всех уровнях, при этом недостаток финансирования ощущается всё чаще, а новых вливаний в медицину подчас взять неоткуда. В связи с этим медицинские учреждения вынуждены планировать

и выстраивать все процессы оказания медицинской помощи, начиная от формулировки финансовых запросов [2], заканчивая осуществлением функцией социальной взаимопомощи [3]. При этом нельзя забывать, что медицинская деятельность является социально-ориентированной, поэтому и оценка состояния медицинского учреждения, да и всей отрасли в целом, не может быть определена только с помощью набора бухгалтерских и экономических показателей [4].

В настоящей статье обсуждается модель оценки состояния медицинского учреждения не только с финансовой точки зрения, но и всеобъемлюще, учитывая все аспекты, связанные с управлением развития отрасли в целом и с учётом всех возникающих внешних вызовов.

1. Обзор литературы

Хорошо известна и описана модель прогнозирования финансово-экономического состояния предприятия [5], которая связывает оценочные балансовые показатели и отчётные доходы и расходы. Так, предлагается описать модель баланса предприятия через множество некоторых балансовых статей:

$$B = \{FA, CF, CL, D, Eq\},$$

где FA – внеоборотные активы;

CA – оборотные активы;

CL – текущие пассивы;

D – кредиты;

Eq – собственный капитал.

Аналогично описывается модель об отчётах доходов и расходах.

Такая структура моделей прогнозирования финансового состояния имеет свою действенность, однако никак не учитывает специфику медицинской отрасли. Нельзя в таком случае учитывать только сухие цифры, необходимо увязывать также показатели, связанные с социальной составляющей, которую условно можно назвать «сбережением здоровья и жизни пациентов».

Нами ранее уже предлагалась формализация модели финансового состояния медицинского учреждения в [6–8], сейчас же мы предлагаем её модификацию с учётом модели прогнозирования баланса при помощи отчёта о прибыли и убытках, а также с использованием математического моделирования.

Математическое моделирование позволяет использовать поиск закономерностей в материале наблюдений для решения задач мониторинга сложных систем, задач планирования и управления [9]. Существенны понятия выбора вариантов, обмена, диагностики и прогнозирования [10]. При этом обнаруживаются глубинные скрытые закономерности. Вообще рассматриваемые экономико-математические модели разделяются на две группы. В одну из них входят модели, служащие для исследования общих качественных свойств организационных систем. Коэффициенты, параметры и признаки объектов в таких моделях не обязательно оценивать по эмпирическим данным. Например, когда речь идет об улавливании эффектов обмена между большим числом подсистем. Это собственно относится к экономической теории. Во вторую группу входят модели, в которых коэффициенты зависимостей поддаются их идентификации по эмпирическим данным, по наблюдениям. Имеются модели двойственности (описывающие некоторые стороны фактического равновесия) в задачах управления, в общих моделях выбора и диагностики применительно к сложным системам. В работах [11, 12] построена общая схема двойственности, объединяющая конструкции для задач оптимизации, исследования операций и распознавания образов. При этом модель двойственности использует аналоги функции Лагранжа. При этом от простых моделей приходится переходить к сложным. Простые модели – с линейными связями, с аддитивностью отклика на факторы, с небольшим числом факторов, статические, детерминистские, с возможностью аналитического решения. Сложные модели – с нелинейными связями, с неаддитивностью откликов, с большим числом переменных, динамические и вероятностные, с компьютерной симуляцией вместо аналитического решения.

Имеются различные математические модели [13, 14], каждая из которых выделяет свои особые определенные стороны экономической и управленческой деятельности:

- достижение равновесия или сбалансированной динамики через конкурентный рынок;
- равновесие через коллективные договоры;
- принцип прецедентности и обучение диагностике ситуаций принятия решений.

2. Материалы и методы

Для формализации модели на базе прогнозных значений зашифруем в вектор состояний все имеющиеся данные, а именно такие, как: внеоборотные активы, оборотные активы, текущие пассивы, кредиты, собственный капитал, данные из отчётов о расходах и доходах, а также включим неформальные признаки, такие как количество вылечившихся пациентов, количество жалоб и т. д.

В такой постановке можно говорить о задаче дискриминантного анализа с расширяемыми прецедентными множествами. Предполагается, что для улучшения качества решения этой задачи привлекаются суждения экспертов об объектах, вначале не вошедших в обучающую выборку. При этом ставится цель – определить наилучшие объекты для привлечения их в материал обучения с тем, чтобы максимально улучшить решение задачи [15].

Определим эту задачу формально. Пусть имеются два аффинно-разделимых конечных множества A и B в пространстве R^n . Это представители двух классов, потенциально бесконечных размерностей, однако они могут быть как счётными, так и несчётными. Для наших целей мы можем использовать конечную структуру, так как для бесконечного случая всё будет описываться аналогичным образом.

Решаем задачу дискриминантного анализа:

$$\begin{cases} (a, x) + y < 0, & a \in A, \\ (a, x) + y > 0, & a \in B. \end{cases}$$

Решение этой задачи обозначим через $[\tilde{x}, \tilde{y}]$. Далее введём обозначения:

$$z_i = \tilde{x}_i (i = \overline{1, n}), z_{n+1} = \tilde{y} z = [z_1, \dots, z_{n+1}], I^+ = \{i: z_i > 0\}, I^- = \{i: z_i < 0\}.$$

Рассмотрим следующую задачу математического программирования:

$$\begin{cases} \min(\sum_{i \in I^+} z_i - \sum_{i \in I^-} z_i) \\ \left\{ \begin{array}{l} (\tilde{a}, z) < 1, \quad a \in A, \\ (\tilde{b}, z) > 1, \quad b \in B, \\ z_i \geq 0, \quad i \in I^+, \\ z_i \leq 0, \quad i \in I^-. \end{array} \right. \end{cases}$$

Здесь $\tilde{a} = [a; 1]$, $\tilde{b} = [b; 1]$.

Обозначим: A – матрица со строками a_1, \dots, a_k ; B – матрица со строками b_1, \dots, b_l ; \tilde{A} – матрица со строками $\tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_k$; \tilde{B} – матрица со строками $\tilde{b}_1, \dots, \tilde{b}_l$. Если P – матрица со столбцами p_1, \dots, p_n , то через $P(I)$, где $I = [i_1, \dots, i_s]$, обозначим матрицу со столбцами p_{i_1}, \dots, p_{i_s} .

Пусть множества I^+ , I^- упорядочены по возрастанию, $z = [z_1; z_2] = [x(I^+); x(I^-)]$. Рассмотрим задачу:

$$\begin{cases} \min(z_1 + \dots + z_n) \\ \tilde{A}(I^+)z_1 - \tilde{A}(I^-)z_2 \leq -1, \\ \tilde{B}(I^+)z_1 - \tilde{B}(I^-)z_2 \geq -1, \\ z = [z_1; z_2] \geq 0. \end{cases}$$

Обозначим $\tilde{A}(I^+) = A_1$, $\tilde{A}(I^-) = A_2$, $\tilde{B}(I^+) = B_1$, $\tilde{B}(I^-) = B_2$. Тогда задача линейного программирования принимает вид:

$$\begin{cases} \min(z_1 + \dots + z_n) \\ -A_1 z_1 + A_2 z_2 \geq 1, \\ B_1 z_1 - B_2 z_2 \geq 1, \\ y \geq 0. \end{cases}$$

Задача, двойственная к последней, выглядит так:

$$\begin{cases} \max(y_1 + y_2 + \dots) \\ -y_1 A_1 + y_2 B_1 \leq 1, \\ y_1 A_2 - y_2 B_2 \leq 1, \\ y \geq 0. \end{cases}$$

Пусть $y_{i0} = \max\{\tilde{y}_{1i}: i = \overline{1, k}\}$, $y_{i1}^* = \max\{\tilde{y}_{2i}: i = \overline{1, l}\}$. Если $\tilde{y}_{i0} > y_{i1}^*$, то полагаем $c = a_{i0}$, иначе $c = b_{i1}$. Далее находим окрестность вектора c , не содержащую других векторов материала обучения. Это и есть область для выбора новых объектов для экспертизы.

Здесь стоит отметить, что система неравенств может оказаться несовместной, для её решения в этом случае используется метод комитетов, описанный в [16].

3. Модели выбора как модификация модели прогнозирования финансово-экономического состояния

Для широкого класса проблем выбора и принятия решений, а также их интерпретации важна задача оценки корректности модели выбора, а в связи с этим и устойчивости решения, полученного по этой модели. С этой целью привлекается сопряженная модель, которая строится так: материал наблюдений, на основе которого идентифицируется модель выбора, разбивается на обучение и контроль. Соотношения модели, выполняющиеся на материале обучения, должны как следствия выполняться на контроле. Условия такого следования и составляют содержание сопряженной задачи. Степень выполнимости (устойчивость) этих условий характеризует устойчивость идентификации модели и, соответственно, устойчивость решающего правила, генерируемого по этой модели. В распознавании образов такая – импликационная – сопряженность получается как некоторая реализация принципа внешнего дополнения при моделировании. При этом внешнее дополнение может генерироваться и искусственно из материала наблюдений, и выбор такого дополнения должен быть согласован с некоторым критерием оптимальности, который может быть задан формальным образом.

Реализуем этот подход в алгоритме. Пусть имеется допустимое множество объектов D . Оно разбито на обучение и контроль:

$$D = D_1 \cup D_2.$$

Импликационная сопряженность – это условие того, что некоторая закономерность, выявленная на множестве D_1 , должна как следствие выполняться на множестве D_2 . То есть мы берем некоторый класс функций F (это могут быть как линейные, так и аффинные функции) и выделяем подмножество F_1 такое, что $f(x) \in M(f) \forall f \in F_1, x \in D_1$. Затем в качестве сопряженной задачи записываем условия следования того же самого для $x \in D_2$. Решение сопряженной задачи даст оценку устойчивости вывода закономерностей.

Сопряженность в моделировании и в принятии решений оказалась глубоким и содержательным явлением. Сопряженность традиционно идет от геометрии (отделимость множеств), от механики (метод вариаций, условия оптимальности и устойчивости механических систем), от экономики (оценивание факторов, условия равновесия и эффективности). На самом деле концептуальный генезис понятия сопряженности можно проследить из более общих принципов логики. Так, например, сопряженность связана с операцией отрицания. Фундаментальность понятия сопряженности проявляется и в важных для теории и практики содержательных результатах относительно устойчивости выбора вариантов решений, получаемых на основе алгоритмов анализа сопряженных задач.

Одна из ипостасей сопряженности – линейаризация модели, что связано и с операцией дифференцирования. В случае нейронных сетей речь идет о дифференцировании сложных функций. В случае выпуклого программирования – о маргинальных оценках, получаемых с помощью операции дифференцирования по направлению.

Здесь также рассмотрим случай включения представленного алгоритма в нейронную сеть, а именно, когда реакция нейросети на вход $x = [x_1, \dots, x_n]$ с вещественными координатами выражается дифференцируемой функцией $y = f(x)$. Пусть $\text{var}(x_i)$ – вариация переменной x_i , $\text{var}(x) = [\text{var}(x_1), \dots, \text{var}(x_n)]$. И мы можем сейчас применить обычную технику теории погрешностей. Обозначим $\text{var}(y) = f(x + \text{var}(x)) - f(x)$.

Поскольку функция f дифференцируема, то $\text{var}(y) = (df(x), \text{var}(x))$. Интересно сравнить это с более общей формулой. Если задача

$$\tilde{f}(y) = \max\{f(x, y) : f_j(x, y) \leq 0 (j = \overline{1, m})\}$$

есть задача выпуклого программирования при любом y из окрестности некоторого \tilde{y} , причем выполнен ряд условий, включая условие регулярности и

$$\tilde{M}(\tilde{y}) = \text{Arg}\{(1) : y = \tilde{y}\}$$

$$\tilde{M}^*(\tilde{y}) = \left\{ \begin{array}{l} \exists \tilde{x} \in \tilde{M}(\tilde{y}) \text{ такой, что} \\ \tilde{u} > 0 : [\tilde{x}, \tilde{u}] - \text{седло функции Лагранжа} \\ F(x, u, y) = f(x, y) - \sum_{j=1}^m u_j f_j(x, y) \end{array} \right\},$$

то производная по направлению l : $\frac{d\tilde{f}(\tilde{y})}{dl} = \left(\frac{d}{dy} (F(\tilde{x}, \tilde{u}, \tilde{y}))_{y=\tilde{y}}, l \right)$.

Выводы

Авторами предложена модификация модели прогнозирования финансово-экономического состояния медицинского учреждения с учетом специфики отрасли. Несмотря на использование строгого математического инструментария, модель является простой в использовании для пользователя, так как по сути может быть реализована как некоторый компонент компьютерной программы (нейронной сети), в который администратор вводит данные, а на выходе получает обработанный результат. В совокупности с уже ранее разработанными моделями предложенная модель будет представлять большой интерес для руководителей медицинской отрасли в случае ее программной реализации.

Список литературы

1. Титов В.А., Цыганов С.Н. Влияние средств автоматизации деятельности лечебно-профилактических учреждений на показатели эффективности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 3-3. С. 505–506.
2. Кадыров Ф.Н. Экономические методы оценки эффективности деятельности медицинских учреждений. 2-е актуализир. изд. М.: Менеджер здравоохранения, 2011. 495 с.
3. Современные подходы к решению задач управления медицинских организаций / С.Б. Чолоян, А.К. Екимов, Е.Н. Байгазина и др. // Менеджер здравоохранения. 2021. № 10. С. 4–13. DOI: 10.21045/1811-0185-2021-10-4-13
4. Газизова Л.Р., Галимулина Ф.Ф. Система массового обслуживания в частной медицине // Управление устойчивым развитием. 2018. № 6 (19). С. 5–10.
5. Эффективное управление организационными и производственными структурами / О.В. Логиновский, А.В. Голлай, О.И. Дранко и др. М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. 450 с. (Научная мысль). ISBN 978-5-16-016217-1. DOI: 10.12737/1087996
6. Методы и модели управления промышленными предприятиями и корпорациями / О.В. Логиновский, А.В. Голлай, К.А. Коренная и др. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2022. 221 с. ISBN 978-5-696-05241-0.
7. Гилёв Д.В., Логиновский О.В. Модель интегральной оценки эффективности управления медицинской организацией на основе математического подхода // Прикладная математика и вопросы управления. 2022. № 4. С. 108–122. DOI: 10.15593/2499-9873/2022.4.06
8. Логиновский О.В., Гилёв Д.В. Совершенствование алгоритма управления оказанием медицинских услуг на основе комитетных методов // Прикладная математика и вопросы управления. 2020. № 4. С. 105–120. DOI: 10.15593/2499-9873/2020.4.07
9. Мазуров В.Д. Линейная оптимизация и моделирование. Свердловск: Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького, 1986. 68 с.
10. Mazurov V.D., Krivonogov A.I., Kazantsev V.S. Solving of optimization and identification problems by the committee methods // Pattern Recognition. 1987. Vol. 20, no 4. P. 371–378. DOI: 10.1016/0031-3203(87)90061-6
11. Еремин И.И., Мазуров Вл.Д. Нестационарные процессы математического программирования. М.: Наука, 1979. 287 с.
12. Мазуров В.Д., Мазуров А.Д., Шестаков А.А. Математические модели диагностики и прогнозирования в медицине и биологии // Вестник Уральского института экономики, управления и права. 2012. № 4 (21). С. 98–108.
13. Имитационное моделирование в задачах управления медицинской организацией амбулаторного типа / С.М. Щербаков, Е.Д. Теплякова, С.А. Румянцев, А.В. Василенок // Социальные аспекты здоровья населения. 2017. № 4 (56). С. 1–18. DOI: 10.21045/2071-5021-2017-56-4-7
14. Соколов Е.В., Самойлов Д.И. Экономико-математическая модель управления финансовым результатом работы структурных подразделений и поликлиники в целом // Экономика и управление: проблемы, решения. 2015. Т. 2, № 8. С. 22–32.
15. Prendergast L.A., Smith J.A. Influence functions for linear discriminant analysis: Sensitivity analysis and efficient influence diagnostics // Journal of Multivariate Analysis. 2022. Vol. 190. P. 104993. DOI: 10.1016/j.jmva.2022.104993
16. Мазуров Вл.Д. Комитеты систем неравенств и задача распознавания // Кибернетика. 1971, № 3. С. 140–146.

References

1. Titov V.A. [The influence of automation tools of medical and preventive institutions on performance indicators]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016;3-3:505–506. (In Russ.)
2. Kadyrov F.N. *Ekonomicheskie metody otsenki effektivnosti deyatel'nosti meditsinskikh uchrezhdeniy* [Economic methods of evaluating the effectiveness of medical institutions]. 2nd actualization. ed. Moscow: Menedzher zdravookhraneniya; 2011. 495 p. (In Russ.)
3. Choloyan S.B., Ekimov A.K., Baigazina E.N., Molodtsov N.S., Kalinina E.A., Posnov A.A. Modern approaches to solving the tasks of management of medical organizations. *Manager zdravookhraneniya*. 2021;(10):4–13. (In Russ.) DOI: 10.21045/1811-0185-2021-10-4-13
4. Gazizova L.R., Galimulina F.F. Mass service system in private medicine. *Managing sustainable development*. 2018;6(19):5–10. (In Russ.)
5. Loginovskiy O.V., Gollay A.V., Dranko O.I., Shestakov A.L., Shinkarev A.A. *The effective management of organizational and production structures: Monograph*. Moscow: INFRA-M; 2020. 450 p. (In Russ.) ISBN 978-5-16-016217-1. DOI: 10.12737/1087996
6. Loginovskiy O.V., Gollay A.V., Korennaya K.A., Shestakov A.L., Shinkarev A.A. *Metody i modeli upravleniya promyshlennymi predpriyatiyami i korporatsiyami* [Methods and models of management of industrial enterprises and corporations]. Chelyabinsk: South Ural St. Univ. Publ.; 2022. 221 p. (In Russ.) ISBN 978-5-696-05241-0.
7. Gilev D.V., Loginovskiy O.V. Integrated assessment model of medical organization management efficiency based on mathematical approach. *Applied mathematics and control sciences*. 2022;(4):108–122. (In Russ.) DOI: 10.15593/2499-9873/2022.4.06
8. Loginovskiy O.V., Gilev D.V. Improving the algorithm for managing the provision of medical services based on committee methods. *Applied mathematics and control sciences*. 2020;(4):105–120. (In Russ.) DOI: 10.15593/2499-9873/2020.4.07
9. Mazurov V.D. *Lineynaya optimizatsiya i modelirovanie* [Linear optimization and modeling]. Sverdlovsk: Ural State University named after A.M. Gorkiy; 1986. 68 p. (In Russ.)
10. Mazurov V.D., Krivonogov A.I., Kazantsev V.S. Solving of optimization and identification problems by the committee methods. *Pattern Recognition*. 1987;20(4):371–378. DOI: 10.1016/0031-3203(87)90061-6
11. Eremin I.I., Mazurov V.D. *Nestatsionarnye protsessy matematicheskogo programmirovaniya* [Nonstationary processes of mathematical programming]. Moscow: Nauka, 1979. 287 p. (In Russ.)
12. Mazurov V.D., Mazurov A.D., Shestakov A.A. Mathematical models of diagnostics and forecasting in medicine and biology. *Herald of the Ural institute of economics, management and law*. 2012;4(21):98–108. (In Russ.)
13. Shcherbakov S.M., Teplyakova E.D., Rumyantsev S.A., Vasilenok A.V. Simulation for outpatient medical organization management. *Social aspects of population health*. 2017;4(56):1–18. (In Russ.) DOI: 10.21045/2071-5021-2017-56-4-7
14. Sokolov E.V., Samoilov D.I. The economic-mathematical model of management of financial result of the structural units and outpatient clinics in general. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2015;2(8):22–32. (In Russ.)
15. Prendergast L.A., Smith J.A. Influence functions for linear discriminant analysis: Sensitivity analysis and efficient influence diagnostics. *Journal of Multivariate Analysis*. 2022;190:104993. DOI: 10.1016/j.jmva.2022.104993
16. Mazurov V. D. [Committees of systems of inequalities and the task of recognition]. *Cybernetics*. 1971;(3):140–146. (In Russ.)

Информация об авторах

Гилёв Денис Викторович, канд. техн. наук, доц. кафедры экономики, Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия; denis.gilev@urfu.ru.

Логиновский Олег Витальевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; loginovskiiiov@susu.ru.

Information about the authors

Denis V. Gilev, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Economics, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia; denis.gilev@urfu.ru.

Oleg V. Loginovskiy, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Informational and Analytical Support of Control in Social and Economic Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; loginovskiiiov@susu.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.12.2023

The article was submitted 25.12.2023