

Научная статья

DOI: 10.15593/2499-9873/2022.4.06

УДК 51-74+005

Д.В. Гилёв¹, О.В. Логиновский²

¹ Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

² Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Рассматривается задача формирования интегрального показателя оценки эффективности управления в части ранжирования факторов по их информативности на основе математических методов распознавания образов. Поскольку в современных реалиях кризиса, пандемии и иных социально-политических вызовов медицинская проблематика приобретает всё более актуальный характер, предлагается более качественно подходить к оценке эффективности управления этой сферой. Выдвигаются предположения о комплексном подходе к разработке такой оценки, который бы позволил охватить весь пул необходимых показателей. Однако на этом пути есть затруднения, поскольку в таком случае будет много факторов; при таком объёме данных вычисления затруднены даже при имеющихся вычислительных мощностях. Предполагается, что некоторые из параметров можно отбросить, но возникает вопрос: какие действительно менее важны, а какие просто необходимы. Для этого предлагается воспользоваться алгоритмом выявления наиболее информативных факторов, а также использовать интегральный показатель оценки.

Вся процедура построения интегрального показателя оценки эффективности управления разделяется на несколько частей. Важнейшей частью является выбор информативных факторов. Предлагается рассматривать факторы как некоторый вектор, с априорными весами, найденными определенным образом. Под информативностью с математической точки зрения предлагается понимать среднее расстояние между некоторыми величинами. Затем с помощью комитета большинства непосредственно решается задача распознавания образов. При этом возникает вопрос относительно построения самого комитета большинства, а также указывается основной недостаток этого подхода. Комитет старшинства в данном случае не рассматривается из-за его неэффективности.

Для устранения всех уязвимых мест предлагается проблему построения разделяющего комитета большинства для множеств решить с помощью модификации алгоритма линейной коррекции Н. Нильсона, которая является новизной данного метода. Данная модификация позволяет построить необходимый разделяющий комитет большинства для множества, впоследствии приводящий к выбору информативных факторов. Алгоритм выбора наиболее информативных показателей проводится для каждой укрупненной группы факторов. После его реализации получаем определенное количество показателей, намного меньшее, чем их было вначале, при этом остаётся открытым вопрос присвоения веса каждому фактору. Для решения данной проблемы авторами предлагается использование экспертных оценок. Таким образом, внутри каждой укрупненной группы показателей мы получаем сумму показателей с весовыми коэффициентами, откуда уже и получается интегральный показатель эффективности управления медицинской организацией.

Ключевые слова: эффективность управления, повышение качества, обучающее множество, интегральная оценка, метод комитетов, информативность признаков, распознавание образов, дискриминантный анализ, алгоритм линейной коррекции, экспертная оценка.

D.V. Gilev¹, O.V. Loginovskiy²

¹Ural federal university, Ekaterinburg, Russian Federation

²South Ural state university, Ekaterinburg, Russian Federation

INTEGRATED ASSESSMENT MODEL OF MEDICAL ORGANIZATION MANAGEMENT EFFICIENCY BASED ON MATHEMATICAL APPROACH

The article considers the problem of forming an integral indicator for evaluating the effectiveness of management in terms of ranking factors by their informativeness based on mathematical methods of pattern recognition. Since in the modern realities of the crisis, pandemic and other socio-political challenges, medical issues are becoming more and more relevant, it is proposed to take a more qualitative approach to assessing the effectiveness of management in this area. Assumptions are made about an integrated approach to the development of such an assessment that would cover the entire pool of necessary indicators. However, there are difficulties on this path, because in this case there will be many factors; with such a volume of data, calculations are difficult even with the available computing power. It is assumed that some of the parameters can be discarded, but the question arises: which are really less important, and which are simply necessary. To do this, it is proposed to use an algorithm to identify the most informative factors, as well as to use an integral evaluation indicator.

The whole procedure for constructing an integral indicator for evaluating the effectiveness of management is divided into several parts. The most important part is the choice of informative factors. It is proposed to consider factors as some vector, with a priori weights found in a certain way. From a mathematical point of view, informativeness is proposed to be understood as the average distance between certain quantities. Then, with the help of the majority committee, the problem of pattern recognition is directly solved. At the same time, a question arises regarding the construction of the majority committee itself, and the main drawback of this approach is also indicated. The Seniority Committee is not considered in this case because of its inefficiency.

To eliminate all the vulnerabilities, it is proposed to solve the problem of constructing a separating majority committee for sets by modifying the N. Nilson linear correction algorithm, which is the novelty of this method. This modification makes it possible to build the necessary dividing majority committee for the set, which subsequently leads to the choice of informative factors. The algorithm for selecting the most informative indicators is carried out for each enlarged group of factors. After its implementation, we get a certain number of indicators, much smaller than they were at the beginning, while the question of assigning weight to each factor remains open. To solve this problem, the authors propose the use of expert assessments. Thus, within each enlarged group of indicators, we get the sum of indicators with weighting coefficients, from which an integral indicator of the effectiveness of the management of a medical organization is already obtained.

Keywords: management efficiency, quality improvement, training set, integral evaluation, committee method, informative features, pattern recognition, discriminant analysis, linear correction algorithm, expert evaluation.

Введение

Вопросы управления здравоохранением являются важнейшими в любой стране мира, поскольку на современном этапе сохранение и укрепление здоровья населения является приоритетным для государственной политики. Целью управленческих решений является сокращение потерь от бремени заболеваемости, инвалидности и смертности в условиях современных вызовов: кризиса, санкционной политики и дефицита бюджетных средств [1]. При таком положении дел лица,

принимающие решения, стремятся к минимизации затрат, а также к формированию финансовых резервов, в том числе с доходов от платных медицинских услуг [2]. Подобные действия могут привести к ухудшению качества оказываемых услуг, поэтому необходимо разрабатывать механизмы их оценки. При этом точечный подход не представляется результативным в данном случае, иными словами, возникает необходимость комплексной всесторонней оценки эффективности управления медицинской организацией с подразделением на несколько уровней [3; 4].

Каждый уровень представляет собой некоторую совокупность количественных и качественных факторов, направленных на оценку результативности таких отраслей деятельности, как общеклиническая, экономическая и социальная [5]. Сложность и особенность такой оценки заключается в специфике отрасли – главенствующим здесь является достижение цели, которая основывается на обеспечении доступности качественной медицинской помощи и повышении эффективности медицинских услуг [6]. В связи с вышесказанным создание интегральной оценки эффективности управления медицинской организацией является важнейшей вспомогательной задачей, которая будет входить как некоторая составная часть в механизм управления, направленный на повышение качества и эффективности всех процессов управления.

Разработку интегральной оценки можно разбить на несколько этапов:

1. Формирование общего описания оценки как некоторого совокупного показателя, представляющего собой сумму показателей с весовыми коэффициентами.
2. Математическая модель каждой составляющей в совокупности, а именно процедура отбора каждого показателя, учитывающая информативность фактора.
3. Проверка качества интегральной оценки на конкретных данных при определенном комплексе условий.

В настоящей статье будем рассматривать только первые два этапа.

Теория. Формирование интегрального показателя комплексной оценки эффективности управления

Известны и хорошо себя зарекомендовали модели интегральной оценки деятельности промышленного предприятия [7], содержащие в себе несколько моделей, однако все они основываются на концепции «доход – расход», что в нашем случае не является подходящим. Для

численной оценки факторов эффективности предлагается алгоритм моделирования такого показателя. Заключается он в следующих шагах.

1. Определение групп показателей эффективности.
2. Выбор наиболее информативных показателей в каждой группе, оказывающих важное влияние.
3. Присвоение ранга каждому показателю в зависимости от его приоритетности. Так, факторам, относящимся к определению приоритетности каждого показателя общеклинической деятельности, присваивается ранг выше, чем, например, экономическим показателям.
4. Расчёт весов каждой группы показателей.
5. Нормирование данных, приведение отобранных показателей к одной шкале измерения.
6. Расчёт интегрального показателя как суммы показателей с соответствующими весами.

Определим следующие укрупненные группы показателей:

– медицинские: охват диспансеризацией взрослого населения, доля больных с выявленными различными опасными заболеваниями (список таковых большой, опустим его здесь; для примера это могут быть злокачественные новообразования на начальных стадиях, смертность от этих заболеваний, количество качественно пролеченных пациентов, то есть таких, у которых в течение года после болезни не произошло никаких осложнений;

– социальные: смертность, рождаемость, средняя продолжительность жизни, заболеваемость, удовлетворенность населения качеством медицинской помощи в районе, где действует медицинское учреждение;

– материальные: повышение уровня целевого использования коечного фонда, повышение уровня рационального использования коечного фонда, сокращение простоя койки, сокращение сроков госпитализации за счет увеличения эффективности и интенсивности лечения, сокращение числа госпитализаций за счет лечения в дневных стационарах и внедрения новых технологий в амбулаторно-поликлинических учреждениях, сокращение коечного фонда за счет дневных стационаров и повышения интенсивности лечения, доля финансовых средств медицинского учреждения, направленных на профилактические мероприятия. Эти факторы были предложены в [8];

– экономические: показатели, отражающие соотношение затрат и полученного результата [9];

– кадровые: условия и качество труда, медианная заработная плата, текучесть кадров, количество высококвалифицированных специалистов и другие [10].

Авторы данной статьи не ставят перед собой в текущий момент цель перечислить все показатели, так как это займёт достаточно много места и не является значимым для математического решения проблемы, а лишь хотят показать, что таких факторов большое количество, что создает проблему их обработки. В связи с этим авторы выбирают укрупненные показатели, внутри которых возникает проблема выбора наиболее информативных факторов; и именно она является здесь наиболее сложной с технической точки зрения. В настоящей статье опустим блок, связанный с обоснованием выбора таких показателей, а рассмотрим математический метод, позволяющий достаточно результативно отбирать наиболее информативные факторы.

После того как в каждой укрупнённой группе показатели будут определены, станет возможным присвоить им веса, а также рассчитать групповые коэффициенты.

Данные и методы. Преобразование материала обучения

Пусть задано множество $\{S\}$ допустимых объектов. Допустимый объект определен значениями некоторых характеристик, то есть задано описание $a(S)$ объекта S в виде n -мерного вектора из R^n :

$$a(S) = (a_1, \dots, a_n),$$

где $a_i \in R^1$, $i = 1, \dots, n$.

Множество объектов $\{S\}$ покрыто конечным числом подмножеств: Q_1, \dots, Q_l :

$$\{S\} = \cup_{j=1}^l Q_j.$$

Подмножества Q_1, \dots, Q_l называются классами. Покрытие множества $\{S\}$ определено не полностью, а заданы лишь подмножества X_1, \dots, X_l описаний объектов классов Q_1, \dots, Q_l .

Множество

$$X = \bigcup_{j=1}^l X_j$$

называется обучающим множеством. Компонентами векторов обучающего множества являются числовые характеристики, содержание которых на данный момент неважно [11].

Задачу выделения информативных признаков (характеристик) можно сформулировать следующим образом.

Пусть задано обучающее множество X и $I = \{1, \dots, n\}$ – множество номеров признаков.

Требуется выделить из множества I подмножество $J = \{i_1, \dots, i_k\} \subset I$, $k < n$, номеров наиболее информативных, в некотором смысле признаков.

Под информативностью признаков в распознавании образов понимается обычно величина, зависящая от его значимости, необходимости.

Сформулируем задачу дискриминантного анализа.

Пусть заданы обучающее множество X и множество $\{a(S)\}$ описаний допустимых объектов S .

Требуется построить правило, вычисляющее для объекта S по его описанию $a(S)$ значения предикатов $P_j(S) = "S \in Q_j"$, $j = 1, \dots, l$.

Пусть задано обучающее множество X . Элементами его являются n -мерные векторы $a = (a_1, \dots, a_n)$, где $a_i \in R^1$ – значения i -го признака объекта.

Обычно у каждого признака имеется свой интервал (шкала) принимаемых им значений, поэтому необходимо преобразовать обучающее множество таким образом, чтобы зависимость от шкалы не влияла на вычисляемую далее информативность признаков.

Модель. Выбор информативных признаков

Часто бывает также необходимо учесть и знание об информативности признаков, полученное ранее, например, при измерении других характеристик объекта, при экспертной оценке об информативности признаков. То есть предположим, что известны веса p_1, \dots, p_n признаков, где $p_i \geq 0$ и вес признака тем больше, чем выше его «априорная» информативность.

Пусть a_i^{\max} и a_i^{\min} – максимальное и минимальное значения i -го признака для точек обучающего множества, $i = 1, \dots, n$. В таком случае вектор $a = (a_1, \dots, a_n) \in X$ преобразуется к виду

$$a_i := p_i \frac{a_i - a_i^{\min}}{a_i^{\max} - a_i^{\min}}, \quad i = 1, \dots, n.$$

В каждом подмножестве $X_i \subset X$, $i \in \overline{1, n}$ вычислим A_1^i, \dots, A_n^i – средние значения признаков для векторов из X_i :

$$A_j^i = \frac{1}{|X_i|} \sum_{x=(x_1, \dots, x_n) \in X_i} x_j.$$

Тогда под информативностью g_j j -го признака, $j \in \overline{1, n}$, будем понимать среднее расстояние между величинами A_1^j, \dots, A_n^j :

$$g_j = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i_1 < i_2} |A_{j^1}^i - A_{j^2}^i|.$$

Для простоты изложения введем $(n+1)$ -ю координату для описаний $a(S) = (a_1, \dots, a_n)$, равную 1, то есть положим:

$$a(S) := (a_1, \dots, a_n, 1), \quad n := n + 1.$$

Напомним понятие разделяющего комитета большинства [12] для множеств X_1 и X_2 , $X_1 \cap X_2 = \emptyset$.

Множество векторов $\omega_1, \dots, \omega_q \in R^n$ называется разделяющим комитетом большинства для множеств X_1 и X_2 , если выполняются следующие неравенства:

$$\sum_{i=1}^q \operatorname{sgn}(\omega_i, a) > 0 \forall a \in X_1,$$

$$\sum_{i=1}^q \operatorname{sgn}(\omega_i, a) < 0 \forall a \in X_2,$$

где

$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x > 0, \\ -1, & \text{если } x \leq 0. \end{cases} \quad \omega_i,$$

Будем говорить, что член комитета, $i \in \overline{1, q}$, голосует за вектор a , если $(\omega_i, a) > 0$. Тогда в разделяющем множества X_1 и X_2 в комитете за каждую точку из X_1 голосует более половины членов, а за точку из X_2 – менее половины членов.

Известно [5], что разделяющий комитет большинства существует для любых конечных множеств X_1 и X_2 с пустым пересечением, что является достаточным условием существования.

Комитет большинства $\omega_1, \dots, \omega_q$ дает правило, по которому можно произвольный объект S по его описанию $a(S)$ отнести к классу Q_1 или Q_2 , либо комитет отказывается от классификации, а именно:

$$S \text{ относим к } Q_1, \text{ если } \sum_{i=1}^q \text{sgn}(\omega_i, a(S)) > 0;$$

$$S \text{ относим к } Q_2, \text{ если } \sum_{i=1}^q \text{sgn}(\omega_i, a(S)) < 0;$$

при

$$\sum_{i=1}^q \text{sgn}(\omega_i, a(S)) = 0$$

комитет отказывается от классификации объекта S .

Стоит также заметить, что при четном q правило комитета большинства обладает следующим недостатком: при

$$\sum_{i=1}^q \text{sgn}(\omega_i, a(S)) = 0$$

комитет отказывается от классификации. Указанный недостаток можно устранить, относя объект S и в данном случае к Q_2 . Это эквивалентно введению $(q+1)$ -го члена $\omega_{q+1} = \theta$ и применению правила комитета большинства, $\theta = (0, \dots, 0) \in R^n$.

Возможно следующее решение задачи дискриминантного анализа с помощью разделяющих комитетов большинства.

Пусть задано обучающее множество X :

$$X = \bigcup_{i=1}^l X_i.$$

Выделим произвольное подмножество $X_i \subset X$, $i \in \overline{1, l}$.

Будем решать задачу построения разделяющего комитета для множеств X_i и $X \setminus X_i$. Тогда решения l таких задач дадут решение задачи дискриминантного анализа для обучающего множества X , то есть для произвольного объекта S по его описанию $a(S)$ можно сказать, принадлежит он классу Q_i или нет, $i = 1, \dots, l$.

Задачу построения разделяющего комитета большинства для множеств X_i и $X \setminus X_i$, $i \in \overline{1, l}$, решаем с помощью следующей модификации алгоритма линейной коррекции Н. Нильсона [13]. Алгоритм, предложенный Н. Нильсоном, требует зафиксировать в начале процесса

построения (обучения) комитета число его членов. Предлагается начинать обучение с приближения комитета, состоящего из одного члена, и в процессе обучения добавляются по мере необходимости новые члены.

Заменим в обучающем множестве X точки из подмножества $X \setminus X_i$ на противоположные, то есть

$$a := -a \forall a \in X \setminus X_i.$$

Тогда задача построения разделяющего комитета сведется к задаче построения комитета большинства для множества X , то есть нахождения векторов $\omega_1, \dots, \omega_q$ из R^n таких, что

$$\sum_{i=1}^q \operatorname{sgn}(\omega_i, a) > 0 \forall a \in X.$$

Возрастом члена ω называется число $\alpha(\omega) \in R : \alpha(\omega) \geq \alpha_0$, где α_0 – параметр алгоритма.

Сопротивлением члена ω на векторе $a \in R^n$ называется число

$$s(\omega, a) = |(a, \omega)|(\alpha(\omega) + \gamma),$$

где $\gamma \in R : \alpha_0 + \gamma \geq 0$ – параметр алгоритма.

Член ω называется *корректируемым* (исправленным) в ответ на вектор $a \in R^n$, если сопротивление его на a меньше некоторого параметра алгоритма $s_{\max} \geq 0$.

Коррекцией члена ω относительно вектора a будем называть изменение

$$\omega := \omega + \frac{\beta}{\alpha(\omega)} a,$$

$$\alpha(\omega) := \alpha(\omega) + 1,$$

где $\beta > 0$ – параметр алгоритма.

Пусть обучающее множество $X = \{a_1, \dots, a_m\}$. Составим из точек X обучающую последовательность $\{a_i\} = a_1, \dots, a_m, a_1, \dots, a_m a_1, \dots$

В качестве начального приближения возьмем вектор $\omega_1 = \theta = (0, \dots, 0) \in R^n$, $\alpha(\omega_1) = \alpha_0$.

Алгоритм построения комитета большинства состоит в последовательном предъявлении приближению комитета точек обучающей

последовательности и изменении приближения в случае, когда за предъявляемую точку голосует не более половины членов [14; 15].

Допустим, что построено приближение $C = \{\omega_1, \dots, \omega_q\}$ и предъявляется точка a_i обучающей последовательности.

Пусть

$$C_+(a_i) = \{\omega_j \in C : (a_i, \omega_j) > 0\},$$

$$C_-(a_i) = C \setminus C_+(a_i).$$

Если $p = |C_-(a_i)| - |C_+(a_i)| < 0$, то за точку a_i голосует более половины членов C и приближение не изменяется; если $p \geq 0$, то изменяем приближение следующим образом: из множества $C_-(a_i)$ выделяем подмножество $\tilde{C}_-(a_i)$ членов, корректируемых в ответ на a_i .

Если $|\tilde{C}_-(a_i)| \geq \{p/2 + 1\}$, то из $\tilde{C}_-(a_i)$ выбираем $\{p/2 + 1\}$ членов с минимальным сопротивлением на a_i и корректируем их относительно a_i .

Если $|\tilde{C}_-(a_i)| < \{p/2 + 1\}$, то корректируем относительно a_i все члены $\tilde{C}_-(a_i)$. Вводим

$$u = p - 2|\tilde{C}_-(a_i)| + 1$$

новых членов приближения $\omega_{q+1}, \dots, \omega_{q+u}$:

$$\omega_{q+j} = \theta, \alpha(\omega_{q+j}) = \alpha_0, \quad j = 1, \dots, n$$

и корректируем их относительно a_i .

Полученные результаты

Выше был указан алгоритм выбора наиболее информативных показателей для каждой укрупненной группы факторов. После его реализации мы получим определенное количество показателей, намного меньшее, чем их было вначале, при этом остаётся открытым вопрос присвоения веса каждому фактору. Для решения данной проблемы авторами предлагается использование экспертных оценок. Некоторому количеству экспертов (их число не является принципиальным) пред-

лагается присвоить ранг каждому из оставшихся показателей (от 1 самому малозначимому до номера показателя, равному количеству факторов для самого высокозначимого). Затем результаты опроса можно оформить в таблицу, у каждого показателя посчитать сумму экспертных оценок, которые мы назовём параметром показателя. Далее рассчитываем вес показателя как конкретный параметр текущего фактора, разделенный на сумму всех параметров всех факторов укрупненной группы.

Теперь мы имеем выбранные показатели с весами. Чтобы возможно были эти показатели складывать, их необходимо нормировать в единой шкале. Нормированное значение показателя находим как фактическое значение показателя за вычетом минимального значения показателя среди всех, разделив полученную разность на максимальное значение показателя среди всех, за вычетом минимального значения показателя среди всех.

Таким образом, внутри каждой укрупненной группы показателей мы получаем сумму показателей с весовыми коэффициентами. Далее остаётся присвоить веса укрупненным группам, в нашем случае таких пять. И вновь здесь можно применить экспертные оценки подобным внутри групп образом.

Заключение

Разработанный выше алгоритм позволяет решить важнейшую задачу в формировании интегрального показателя эффективности управления. Следующим этапом является вычисление весов каждой группы факторов, формирование формулы интегрального показателя, а также определение диапазона критериальных значений эффективности, но это уже выходит за рамки данного исследования и будет рассмотрено в дальнейшем.

Список литературы

1. Лень Л.С., Никулина Т.Н. Управление медицинским учреждением в современных условиях: проблемы и пути решения // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2016. – № 2. – С. 73–80.
2. Зинчук Ю.Ю. Экономические механизмы управления качеством медицинской помощи и эффективностью лечебного процесса (практический

опыт внедрения в муниципальной больнице) // Проблемы управления здравоохранением. – 2009. – № 2. – С. 9–17.

3. Шахабов И.В., Мельников Ю.Ю., Смышляев А.В. Оценка эффективности управления медицинской организацией // Главный врач Юга России. – 2020. – № 5(75). – С. 6–9.

4. Тришкин Д.В., Гуров А.Н. Методические подходы к оценке эффективности внедрения результатов проектной деятельности в работу медицинских организаций и органов управления здравоохранением // Менеджер здравоохранения. – 2021. – № 2. – С. 19–24. – DOI 10.21045/1811-0185-2021-2-19-24.

5. Бударин С.С., Эльбек Ю.В., Ватолин Д.О. Оценка эффективности использования финансовых ресурсов медицинских организаций // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 2, № 7. – С. 32–38. – DOI 10.34684/ek.ur.p.r.2020.07.02.005.

6. Яшина Н.И., Артамонычева Е.В., Яшин К.С. Совершенствование методических аспектов оценки финансового состояния учреждений здравоохранения в целях реализации бюджетной политики, ориентированной на результат [Текст] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. – 2014. – № 3. – С. 163–178.

7. Эффективное управление организационными и производственными структурами: монография / О.В. Логиновский, А.В. Голлай, О.И. Дранко [и др.]; под ред. О.В. Логиновского. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 450 с. – (Научная мысль).

8. Качкова О.Е., Кришталева Т.И. Оценка качества условий оказания услуг медицинскими организациями // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. – 2018. – №3. – С. 40–46.

9. Коробкова О.К. Разработка системы сбалансированных показателей для оценки социально-экономической эффективности деятельности продуцентов услуг сферы здравоохранения // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. – 2018. – №1. – С. 88–95.

10. Иванова Е.А. Развитие процесса управления качеством организации в сфере медицинских услуг // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2016. – № 5. – С. 72–76.

11. Мазуров В.Д., Смирнов А.И. Методы нейронных сетей и распознавания образов и их применение в экономике, технике и медицине // Инновации в современном мире: цели, приоритеты, решения: материалы международного научно-практического форума, Екатеринбург, 22–25 апреля 2014 года. – Екатеринбург: Уральский институт экономики, управления и права, 2014. – С. 187–201.

12. Мазуров Вл.Д. Комитеты систем неравенств и задача распознавания // Кибернетика. – 1971. – № 3. – С. 140–146.

13. Нильсон Н. Обучающиеся машины. – М.: Мир, 1967. – 180 с.

14. Белецкий Н. Г. Применение комитетов для многоклассовой классификации // Численный анализ решения задач линейного и выпуклого программирования. – Свердловск: АН СССР УИЦ ИММ, 1983. – С. 156–162.

15. Mazurov V.D., Polyakova E.Y. Committees: History and Applications in Machine Learning // Communications in Computer and Information Science. – 2019. – Vol. 1090. – P. 3–16. – DOI 10.1007/978-3-030-33394-2_1.

References

1. Len', L. S. Upravlenie meditsinskim uchrezhdeniem v sovremennykh usloviyakh: problemy i puti resheniia [Management of a medical institution in modern conditions: problems and solutions]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2016, no 2, pp. 73-80.

2. Zinchuk, Iu. Iu. Ekonomicheskie mekhanizmy upravleniia kachestvom meditsinskoj pomoshchi i effektivnost'iu lechebnogo protsessa (prakticheskii opyt vnedreniia v munitsipal'noi bol'nitse) [Economic mechanisms for managing the quality of medical care and the effectiveness of the treatment process (practical experience of implementation in a municipal hospital)]. *Problemy upravleniia zdравookhraneniem*, 2009, no 2, pp. 9-17.

3. Shakhobov, I. V. Otsenka effektivnosti upravleniia meditsinskoj organizatsiei [Evaluation of the effectiveness of the management of a medical organization]. *Glavnyi vrach Iuga Rossii*, 2020, no 5(75), pp. 6-9.

4. Trishkin, D. V. Metodicheskie podkhody k otsenke effektivnosti vnedreniia rezul'tatov proektnoi deiatel'nosti v rabotu meditsinskikh organizatsii i organov upravleniia zdравookhraneniem [Methodological approaches to assessing the effectiveness of the implementation of the results of project activities in the work of medical organizations and health management bodies]. *Menedzher zdравookhraneniia*, 2021, no 2, pp. 19-24.

5. Budarin, S. S. Otsenka effektivnosti ispol'zovaniia finansovykh resursov meditsinskikh organizatsii [Evaluation of the effectiveness of the use of financial resources of medical organizations]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniia*, 2020. V. 2, no 7, pp. 32-38.

6. Artamonycheva E.V. Sovershenstvovanie metodicheskikh aspektov otsenki finansovogo sostoianiia uchrezhdenii zdравookhraneniia v tseliakh realizatsii biudzhetnoi politiki, orientirovannoi na rezul'tat [Improving methodological aspects of assessing the financial condition of healthcare institutions in order to implement a results-oriented budget policy]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Ekonomicheskie nauki*, 2014, no 3, pp. 163-178.

7. Effektivnoe upravlenie organizatsionnymi i proizvodstvennymi strukturami: monografiia [Effective management of organizational and production structures], Moskva: *INFRA-M*, 2020, 450 p.

8. Kachkova O. E., Krishtaleva T. I. Otsenka kachestva uslovii okazaniia uslug meditsinskimi organizatsiiami [Assessment of the quality of conditions for the provision of services by medical organizations]. *Aktual'nye problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiia Rossii*, 2018, no 3, pp. 40–46.

9. Korobkova O. K. Razrabotka sistemy sbalansirovannykh pokazatelei dlia otsenki sotsial'no-ekonomicheskoi effektivnosti deiatel'nosti produtsentov uslug sfery zdravookhraneniia [Development of a system of balanced indicators to assess the socio-economic efficiency of the activities of producers of health services]. *Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava*, 2018, no 1, pp. 88–95.

10. Ivanova, E. A. Razvitie protsessa upravleniia kachestvom organizatsii v sfere meditsinskikh uslug [Development of the quality management process of the organization in the field of medical services]. *Ekonomika i biznes: teoriia i praktika*. 2016, no 5, pp. 72-76.

11. Mazurov, V. D. Metody neironnykh setei i raspoznavaniia obrazov i ikh primeneniie v ekonomike, tekhnike i meditsine [Methods of neural networks and pattern recognition and their application in economics, engineering and medicine], *Innovatsii v sovremennom mire: tseli, priority, resheniia: Materialy Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma, Ekaterinburg, 22–25 aprelia 2014.* – Ekaterinburg: Ural'skii institut ekonomiki, upravleniia i prava, 2014, pp. 187-201.

12. Mazurov V. D. Komitety sistem neravenstv i zadacha raspoznavaniia. [Committees of systems of inequalities and the task of recognition], *cybernetics*. 1971, no 3. pp. 140-146.

13. Nil'son N. Obuchaiushchiesia mashiny [Learning machines]. Moscow, *Mir*, 1967, 180 p.

14. Beletskii N. G. Primeneniie komitetov dlia mnogoklassovoi klassifikatsii. – V kn.: Chislennyi analiz resheniia zadach lineinogo i vypuklogo programmirovaniia [Numerical analysis of solving linear and convex programming problems]. Sverdlovsk, *AN SSSR UNTs IMM*, 1983, pp 156-162.

15. Mazurov, V. D. Committees: History and Applications in Machine Learning *Communications in Computer and Information Science*. 2019, Vol. 1090, Pp. 3-16. DOI 10.1007/978-3-030-33394-2_1.

Сведения об авторах

Гилёв Денис Викторович (Екатеринбург, Россия) – кандидат технических наук, доцент, кафедра экономики института экономики и управления Уральского федерального университета (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, e-mail: deni-gilev@narod.ru)

Логиновский Олег Витальевич (Челябинск, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор, кафедра информационно-аналитического

обеспечения управления в социальных и экономических системах Южно-Уральского государственного университета (454080, г. Челябинск, ул. Ленина, 76, e-mail: loginovskiiiov@susu.ru)

About the authors

Denis V. Gilev (Ekaterinburg, Russian Federation) – Ph. D. in Engineering, Associate Professor, Department of Economics Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University (19, Mira-street, Ekaterinburg, 620002, e-mail: deni-gilev@narod.ru)

Oleg V. Loginovskiy (Chelyabinsk, Russian Federation) – Dr. Habil. in Engineering, Professor, Professor, Department of Information and Analytical Support of Management in Social and Economic Systems, South Ural State University (76, Lenina-street, Chelyabinsk, 454080, e-mail: loginovskiiiov@susu.ru)

Библиографическое описание статьи согласно ГОСТ Р 7.0.100–2018:

Гилёв, Д.В. Модель интегральной оценки эффективности управления медицинской организацией на основе математического подхода / Д. В. Гилёв, О.В. Логиновский. – текст : непосредственный. – DOI: 10.15593/2499-9873/2022.4.06 // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2022. – № 4. – С. 108–122.

Цитирование статьи в изданиях РИНЦ:

Гилёв, Д.В. Модель интегральной оценки эффективности управления медицинской организацией на основе математического подхода / Д. В. Гилёв, О.В. Логиновский // Прикладная математика и вопросы управления. – 2022. – № 4. – С. 108–122. – DOI: 10.15593/2499-9873/2022.4.06

Цитирование статьи в references и международных изданиях

Cite this article as:

Gilev D.V., Loginovskiy O.V. Integrated assessment model of medical organization management efficiency based on mathematical approach. *Applied Mathematics and Control Sciences*, 2022, no. 4, pp. 108–122. DOI: 10.15593/2499-9873/2022.4.06 (in Russian)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов равноценен.

Поступила: 07.11.2022

Одобрена: 25.11.2022

Принята к публикации: 12.12.2022