

УДК 004.891.2: 519.23

DOI:10.25729/ESI.2023.31.3.003

## Методика определения параметров выбора приоритетов при организации первичной медицинской помощи в сельской местности

Ерженин Роман Валерьевич<sup>1</sup>, Хребтова Таисия Петровна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет,

Россия, Иркутск, *erzhenin@gmail.com*

<sup>2</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет,

Россия, Иркутск

**Аннотация.** В статье рассматривается актуальная проблема приоритетного выбора сельских населенных пунктов, где необходимо улучшить условия оказания медицинской помощи. Для концептуального понимания проблемы выбора оптимального решения сформирован краткий тезаурус и разработана онтология предметной области. В качестве основного алгоритма выбора предлагается использовать алгоритм решения многокритериальной задачи на основе теории антагонистических игр, с учетом неполной информации о предпочтениях лица, принимающего решения. Авторами статьи предложена многопараметрическая модель принятия решений, включающая три основные группы критериев: доступность медпомощи, параметры здания и параметры медперсонала. Для подготовки данных с параметрами населенных пунктов используются методы кластеризации ближайшего соседа и центроидного отношения. Результатами обработки матрицы данных Оёкского куста Иркутской области стали табличные данные и графическое отображение кластеров и их центров на оси географических координат. Модифицированный алгоритм обработки двух матриц позволил рассчитать оптимальные расстояния внутри кластеров. Решение задачи многокритериального выбора на примере одного куста субъекта РФ по выбранным предпочтениям лица, принимающего решения, позволило обоснованно сформировать аргументы для принятия решения. Разработанная модель данных и алгоритмы определения параметров выбора могут использоваться в качестве основы для формирования технического задания для разработки полнофункциональной экспертно-ориентированной системы, способной поднять качество принятия решений на более высокий уровень.

**Ключевые слова:** фап; лпр; принятия решений; многокритериальный выбор; кластерный анализ; здравоохранение; экспертно-ориентированная система

**Цитирование:** Ерженин Р.В. Методика определения параметров выбора приоритетов при организации первичной медицинской помощи в сельской местности / Р.В. Ерженин, Т.П. Хребтова // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 3(31). – С. 27-40. – DOI:10.25729/ESI.2023.31.3.003

**Введение.** В целях улучшения состояния сельского здравоохранения в рамках Национального проекта «Здравоохранение» (федеральный проект «Модернизация первичного звена здравоохранения РФ») в ближайшие годы планируется построить, реконструировать и отремонтировать более 11 тыс. медицинских пунктов. Таким образом ежегодно в сельской местности должно вводиться в эксплуатацию в среднем 1-2 тыс. медицинских пункта (фельдшерско-акушерских пунктов (ФАП), амбулаторий и т.п.) [1]. В тоже самое время эксперты подсчитали, что увеличение числа медицинских пунктов в селе одновременно сопровождается ростом количества пунктов, переходящих в аварийное состояние и требующих сноса [2]. Схожая картина складывается и с капитальным ремонтом.

Таким образом, при решении вопросов первоочередного финансирования мероприятий, связанных с организации медицинской помощи в сельской местности, наиболее трудным является выбор тех населенных пунктов, где здания медпунктов имеют наихудшее состояние, а население территориально удалено от доступа к медицинской помощи. Такие решения принимаются в условиях, когда также необходимо учитывать еще и показатели укомплектованности медицинским персоналом, наличия необходимого медоборудования и коммунальной инфраструктуры.

Во всех перечисленных задачах ЛПП может столкнуться с трудностями оценки приоритетов, где основные сложности связаны со значительным количеством показателей, которые необходимо учитывать при оценке условий оказания первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) в каждом населенном пункте. При этом следует отметить, что каждый показатель и каждая характеристика одного и того же объекта могут рассматриваться разными ЛПП с различной степенью важности и относительной предпочтительности. В подобной ситуации многокритериального выбора возникает необходимость в разработке понятного логического механизма и инструмента определения рационального варианта, способного обеспечивать принятие обоснованных решений, в короткие сроки и ориентированные на удовлетворение потребности в оказании ПМСП наиболее широкому кругу населения [3].

**1. Концептуальное описание предметной области.** Для описания функциональных структур и представления компонентов технических систем в контексте задач функционального проектирования наиболее часто используются специализированные объектно-ориентированные тезаурусы [4]. Основные термины тезауруса, используемого в данном исследовании, указаны в таблице 1.

**Таблица 1.** Основные термины предметной области

<i>Термин</i>	<i>Описание</i>
Медицинский пункт	Учреждение, предназначенное для оказания медицинской помощи немногочисленным жителям населенных пунктов, удалённых от больницы или поликлиники
Населенный пункт	Застроенная жилыми домами территория, где постоянно живут люди. Населённые пункты различаются между собой размерами, а также количеством жителей и образом их жизни. Самые распространённые населённые пункты — город, село и деревня. В современном мире появились ещё посёлки городского типа и городские округа, которые объединяют сразу несколько населённых пунктов.
Первичная медикосанитарная помощь (ПМСП)	Общемедицинская помощь, направленная на лечение наиболее распространенных болезней, травм, отравлений и других неотложных состояний преимущественно по месту жительства граждан, а также проведение санитарных, противоэпидемических, профилактических мероприятий, гигиенического обучения, мер по охране семьи, материнства, отцовства и детства.
Скорая медицинская помощь (СМП)	Вид медицинской помощи, оказываемой гражданам при заболеваниях, несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях, требующих срочного медицинского вмешательства.
Фельдшерско-акушерский пункт (ФАП)	Амбулаторное лечебно-профилактическое учреждение, в котором оказывают медицинскую помощь населению сельской местности. Находится в ведении амбулатории или участковой больницы. ФАПом заведует фельдшер, который проводит лечебные и профилактические мероприятия: ведёт прием, оказывает доврачебную помощь, занимается профилактикой заболеваемости; проводит санитарный надзор в детских образовательных учреждениях, на предприятиях общепита, торговли, водоснабжения; производит анализ заболеваемости населения, состояния окружающей среды. Фельдшерско-акушерский пункт является структурным подразделением медицинской организации.
Передвижной медицинский пункт	Мобильный ФАП - предназначен для проведения доврачебной первичной медико-санитарной помощи в сельской местности. Медицинский пункт состоит из одного или более специализированных вагон-домов.

При разработке современных интеллектуальных систем и основной базы данных, ее каркасом, как правило, являются прикладные онтологии, обеспечивающие эффективное функционирование систем [5]. Их построение – наиболее ответственный и сложный этап в разработке ИС [6].

Концептуальная модель сущностей и отношений предметной области принятия решений отображена на рисунке 1. В модели выделены четыре ключевые сущности (населенный пункт, медпомощь, здание и медик), обозначены отношения между ними и выделены основные характеристики.

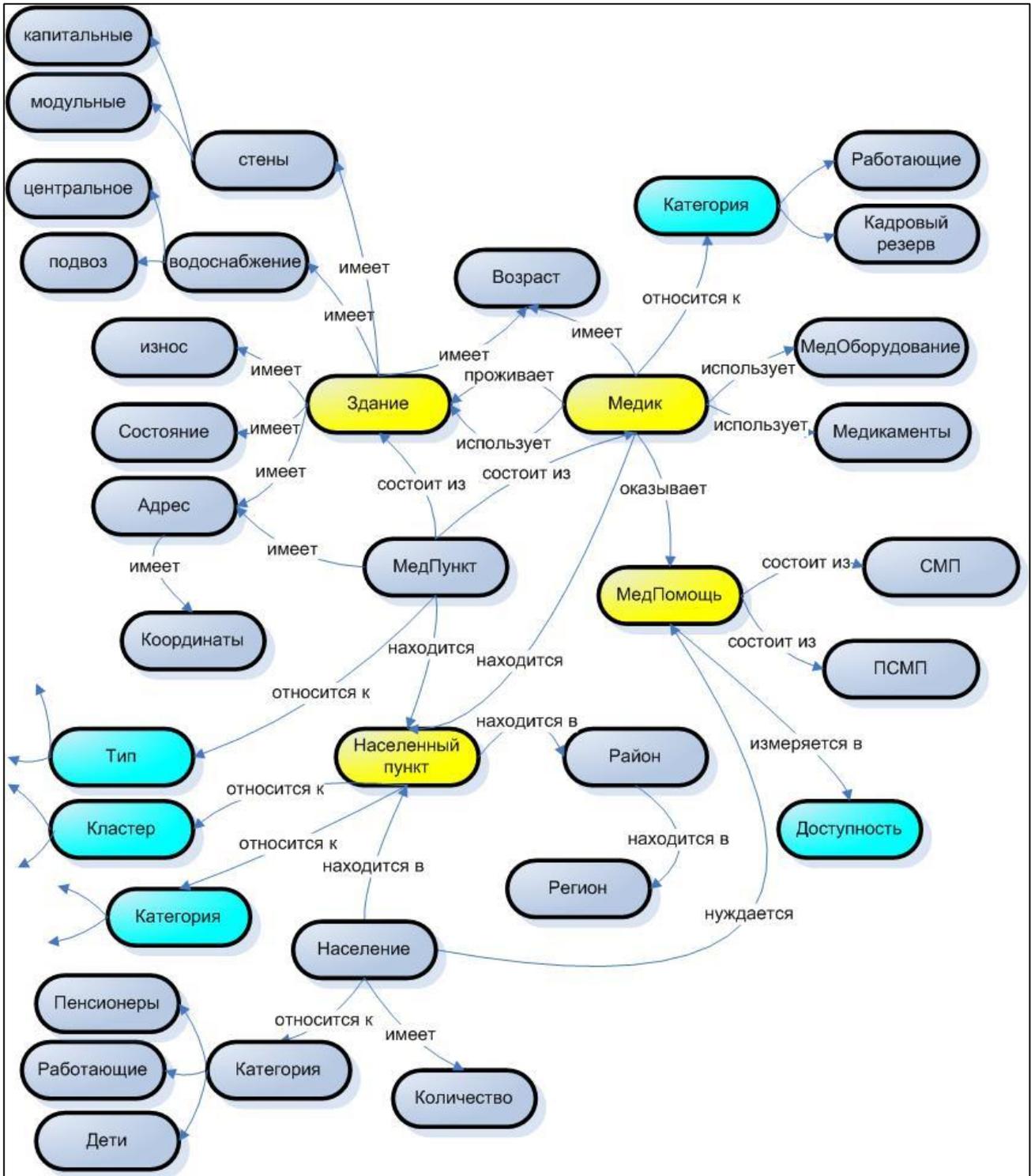


Рис. 1. Онтология предметной области

**2. Методика решения многокритериальной задачи на основе гарантированного результата.** Выбор эффективных решений в ситуациях, когда наблюдается конфликт интересов участников, характеризуются антагонистическими отношениями [7, 8]. С позиции выбора населенного пункта, где необходимо организовать оказание первичной медицинской помощи, интересы групп населения этих территорий являются антагонистическими: «выигрыш одного участника конфликта всегда равен проигрышу другого».

Таким образом, следуя теории антагонистических игр [9], у нас дано:

Множество альтернатив, состоящее из антагонистических объектов – групп населения населенных пунктов:  $x_i \in X, i = \overline{1, n}$ ;

Множество критериев, которыми руководствуется ЛПР для сравнения объектов:  $q_j \in Q, j = \overline{1, m}$ ;

Значения критериев:  $q_{ij}$  ;

Предпочтения ЛПР на множестве частных критериев:  $q_k > q_l, k, l \in \overline{1, m}$  ;

Предпочтения ЛПР на множестве альтернатив  $x_p > x_l, p, q \in \overline{1, n}$

Таким образом, мы имеем матрицу значений  $Q = [q_{ij}]$ , где  $q_{ij}$  – оценка i-го объекта по j-му критерию  $q_{ij} = q_j(x_i)$ .

Для получения обобщённого критерия оптимального принятия решения будем использовать аддитивный метод:

$$F(\vec{Q}(x_i), \vec{\omega}) = \sum_{j=1}^n \omega_j q_j(x_i) = \sum_{j=1}^n \omega_j q_{ij};$$

где  $\omega_j$  - значение весовых коэффициентов.

В качестве нормирующих делителей принимаются максимальные значения критериев оптимальности, достигаемые в области допустимых решений:

$$\min_i F(Q(x_i), \omega) \rightarrow \max$$

Предложенная модель решения многокритериальной задачи на основе гарантированного результата использует принципы решения задачи линейного программирования с некоторыми ограничениями на области допустимых значений весовых коэффициентов важности.

**3. Решение задачи многокритериального выбора с учетом неполной информации о предпочтениях ЛПР.** Для решения многокритериальной задачи выбора приоритетного населенного пункта будем использовать модель, предложенную в работе [10], которая одновременно учитывает дополнительную качественную информацию как на множестве частных критериев, так и на множестве альтернатив. Такой подход позволяет различным ЛПР комбинированно использовать дополнительную информацию о критериях и альтернативах, в том числе с учетом весовых коэффициентов, и принимать решения, с одной стороны, исходя из своих предпочтений, а с другой – в рамках установленных моделью границ.

Сформулируем задачу многокритериального выбора (МКВ). Медицинские пункты обозначим, как  $x_1, \dots, x_n$ . Множество критериев, которыми руководствуется ЛПР, представим в виде:

$q_1$  – параметры доступности медицинской помощи;

$q_2$  – параметры здания;

$q_3$  – параметры медперсонала.

Весовые коэффициенты критериев зададим, как  $\omega_1, \dots, \omega_n$ .

Задача МКВ:

	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$q_1$	$\omega_1 q_{11}$	$\omega_1 q_{12}$	$\omega_1 q_{13}$
$q_2$	$\omega_2 q_{21}$	$\omega_2 q_{22}$	$\omega_2 q_{23}$
$q_3$	$\omega_3 q_{31}$	$\omega_3 q_{32}$	$\omega_3 q_{33}$

Выбранные критерии характеризуют степень достижения поставленной цели и общую ценность принятия решений, однако выбранные критерии являются достаточно емкими для измерения и сложными для анализа. Поэтому каждый из них разобьем на подкритерии, таким образом, получим три подзадачи МКВ. Смысл каждой из них, с учетом предпочтений ЛПР, заключается в определении оптимального варианта (либо множества оптимальных вариантов).

Определим параметры доступности медицинской помощи (см. табл. 2), параметры здания (см. табл. 3) и характеристики персонала (табл. 4.)

**Таблица 2.** Параметры доступности медицинской помощи

		$q_i$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Доступность первичной помощи	Транспортная доступность	$AP_1$			
	Расстояние до пункта ПМСП	$AP_2$			
	Время на дорогу	$AP_3$			
	Автобусное сообщение	$AP_4$			
	Транспортные расходы пациента	$AP_5$			
Доступность скорой помощи	Транспортная доступность	$AE_1$			
	Расстояние до пункта СМП	$AE_2$			
	Среднее время ожидания	$AE_3$			
Доступность к передвижным медицинским комплексам		$AK$			
Интернет-доступ к телемедицине		$AI$			

**Таблица 3.** Параметры здания

	Критерий	$q_i$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Параметры сооружения	Состояние	$BB_1$			
	Год постройки здания	$BB_2$			
	Износ здания	$BB_3$			
Обеспечивающая инфраструктура	Холодное водоснабжение	$BI_1$			
	Горячее водоснабжение	$BI_2$			
	Канализация	$BI_3$			
	Отопление	$BI_4$			
Инфраструктура связи	Мобильная связь	$BC_1$			
	Высокоскоростной Интернет-канала	$BC_2$			
Коэффициент удорожания строительства (капремонта)		$BK$			

**Таблица 4.** Характеристики медперсонала

	Критерий	$q_i$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Характеристики медицинских кадров	Укомплектованность	$PS_1$			
	Максимальный возраст	$PS_2$			
	Средний возраст	$PS_3$			
Жилье	Холодное водоснабжение	$PH_1$			
	Горячее водоснабжение	$PH_2$			
	Канализация	$PH_3$			
	Отопление	$PH_4$			
	Мобильная связь	$PH_5$			
	Высокоскоростной Интернет-канала	$PH_6$			

**Весовые коэффициенты.** Весовые коэффициенты решения задачи МКВ связаны с демографическими показателями населенного пункта, поэтому будем считать, что эти показатели и определяют весовые коэффициенты. Численность населения также влияет и на объем необходимой медицинской помощи. Установим строгую логическую связь между количеством жителей и необходимым объемом оказания им медицинской помощи посредством весовых коэффициентов, при этом значение самого весового коэффициента задается ЛПР.

Весовые коэффициенты рассчитываются по формуле:

$$\omega_j = p_i k_j,$$

где  $p_i$  – показатель численности населения  $x_i$ -го населенного пункта,

$k_j$  - коэффициент важности, устанавливаемый для каждой из групп критериев.

**4. Алгоритм выбора данных для определения расстояния до пункта ПМСП.** Расстояние до пункта ПМСП является одним из ключевых параметров, т.к. это в первую очередь влияет на время, в пределах которого пациент получит первичную помощь. При этом не следует забывать и о финансовых затратах, который несет пациент, преодолевая это расстояние для получения медицинской помощи.

Рассмотрим качестве примера данные по Оёкскому кусту – группе населенных пунктов, определенных в Аналитической записке к схемам размещения объектов здравоохранения<sup>1</sup> (см. таблицу 5).

Как видно из таблицы, некоторые населенные пункты имеют здания, но не укомплектованы кадрами, а некоторые населенные пункты не имеют и зданий. Подготовим данные для дальнейшего анализа.

**Таблица 5.** Данные по населенным пунктам Оёкского куста

Населенный пункт, $x$	Население ( $p$ ), ед.	AP1, 1/0	AP2, км	AP3, мин	AE1, 1/0	BB2, год	PS1, %
д. Бургаз	309	1	0	0	1	1980	100
д. Бутырки	673	1	10	12	1	2008	0
д. Галки	682	1	10	12	1	1980	0
д. Егоровщина	401	1	0	0	1	1921	100
д. Жердовка	321	1	0	0	1	1980	100
д. Зыкова	178	1	11	13	1	2021	0
д. Каштак	62	1	2	5	1	-	-
д. Коты	624	1	13	15	1	1985	0
д. Кыцигировка	506	1	8	13	1	1975	0
д. Максимовщина	290	1	23	28	1	-	-
д. Мишонкова	102	1	15	18	1	-	-
д. Ревякина	769	1	0	0	1	2012	100
д. Рязановщина	210	1	11	20	1	1994	0
д. Сосновый Бор	1689	1	4	6	1	-	-
д. Турская	309	1	0	0	1	2019	100
д. Черемушка	553	1	37	42	1	2012	0
с. Никольск	1142	1	0	0	1	1989	94
с. Оек	4094	1	0	0	1	1990	72

На первом этапе определим расстояния по дорогам между населенными пунктами по принципу – «каждый с каждым» (таблица 6).

<sup>1</sup> Приложение № 5 к региональной программе модернизации первичного звена здравоохранения Иркутской области на 2021 -2025 годы

Таблица 6. Расстояния между населенными пунктами Оекского кушта

Населенный пункт, x	д. Бургаз	д. Бутырки	д. Галки	д. Егоровщина	д. Жердовка	д. Зыкова	д. Каштак	д. Коты	д. Кыцигировка	д. Максимовщина	д. Мишонкова	д. Ревякина	д. Рязановщина	д. Сосновый Бор	д. Турская	д. Черемушка	с. Никольск	с. Оек
д. Бургаз	0	17	27	32	31	26	9	20	45	20	32	7	42	31	26	15	42	22
д. Бутырки	17	0	10	14	14	10	8	4	28	9	14	10	24	14	9	18	26	5
д. Галки	27	10	0	5	11	7	17	10	24	18	5	20	15	11	10	27	16	4
д. Егоровщина	32	14	5	0	16	12	23	15	20	23	10	25	11	16	15	32	11	9
д. Жердовка	31	14	11	16	0	13	22	15	14	23	16	24	26	4	16	32	26	10
д. Зыкова	26	10	7	12	13	0	17	10	28	18	12	21	22	14	11	27	23	4
д. Каштак	9	8	17	23	22	17	0	11	36	11	22	3	33	22	16	10	33	13
д. Коты	20	4	10	15	15	10	11	0	29	12	15	14	25	15	9	20	26	6
д. Кыцигировка	45	28	24	20	14	28	36	29	0	37	29	38	30	17	30	45	8	24
д. Максимовщина	20	9	18	23	23	18	11	12	37	0	23	13	34	23	17	20	33	14
д. Мишонкова	32	14	5	10	16	12	22	15	29	23	0	25	20	16	17	32	20	9
д. Ревякина	7	10	20	25	24	21	3	14	38	13	25	0	35	25	19	8	36	16
д. Рязановщина	42	24	15	11	26	22	33	25	30	34	20	35	0	26	26	43	22	19
д. Сосновый Бор	31	14	11	16	4	14	22	15	17	23	16	25	26	0	16	32	27	10
д. Турская	26	9	10	15	16	11	16	9	30	17	17	19	26	16	0	26	26	11
д. Черемушка	15	18	27	32	32	27	10	20	45	20	32	8	43	32	26	0	43	23
с. Никольск	42	26	16	11	26	23	33	26	8	33	20	36	22	27	26	43	0	20
с. Оек	22	5	4	9	10	4	13	6	24	14	9	16	19	10	11	23	20	0

Для практического решения задачи кластеризации будем использовать Google Colaboratory – бесплатную интерактивную облачную среду для работы с кодом.

**5. Данные для принятия решений при нулевой укомплектованности.** Сформируем данные для принятия решений без учета информации об укомплектованности кадрами, т.е. примем, что во всех медицинских пунктах нет медицинского персонала и нам необходимо определить, где наиболее приоритетно нужно организовать такой пункт и обеспечить его кадрами.

Сформируем кластеры на основе матрицы расстояний. Так как нам неизвестно число кластеров, воспользуемся агломеративной иерархической кластеризацией<sup>2</sup>, так как число данных небольшое и этот метод подходит для работы с симметричными матрицами расстояний. Визуализация результата решения задачи кластеризации по методу ближайшего соседа [11], когда кластеры формируются на основе наименьшего расстояния между точками внутри кластеров, представлена на рисунке 2, т.е.:

$$d(u, v) = \min(\text{dist}(u[i], v[j])),$$

для всех точек  $i$  в кластере  $u$  и всех точек  $j$  в кластере  $v$ .

Дендрограмма позволяет отобразить взаимные связи между объектами из заданного множества [12].

Визуализации результата решения задачи кластеризации по методу Центроидное расстояние (центры кластеров) UPGMC-algorithm<sup>3</sup> [13] представлена на рисунке 3.

<sup>2</sup> Агломеративная иерархическая кластеризация – это тип неконтролируемого алгоритма машинного обучения, используемого для кластеризации немаркированных точек данных, где точки группируются с использованием восходящего подхода, начиная с отдельных точек, заканчивая их полным объединением

<sup>3</sup> UPGMC – unweighted pairgroup method using arithmetic averages

Из рисунков 2-3 предварительно можно выделить 4 кластера, однако, необходимо оценить, насколько точно определено число кластеров, для этого воспользуемся Silhouette Score<sup>4</sup>. Из графика на рис. 4 видно, что 4 кластера являются наилучшим решением.

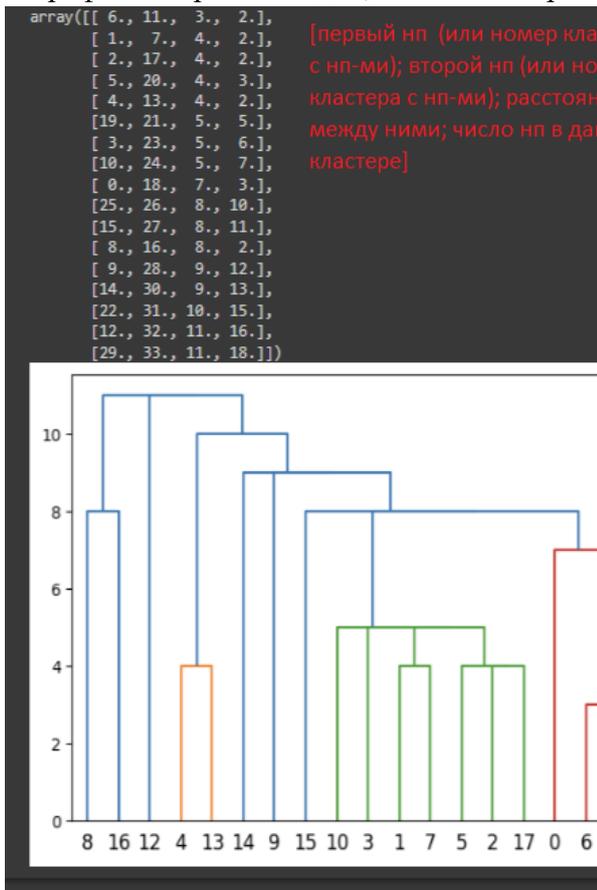


Рис. 2. Метод ближайшего соседа

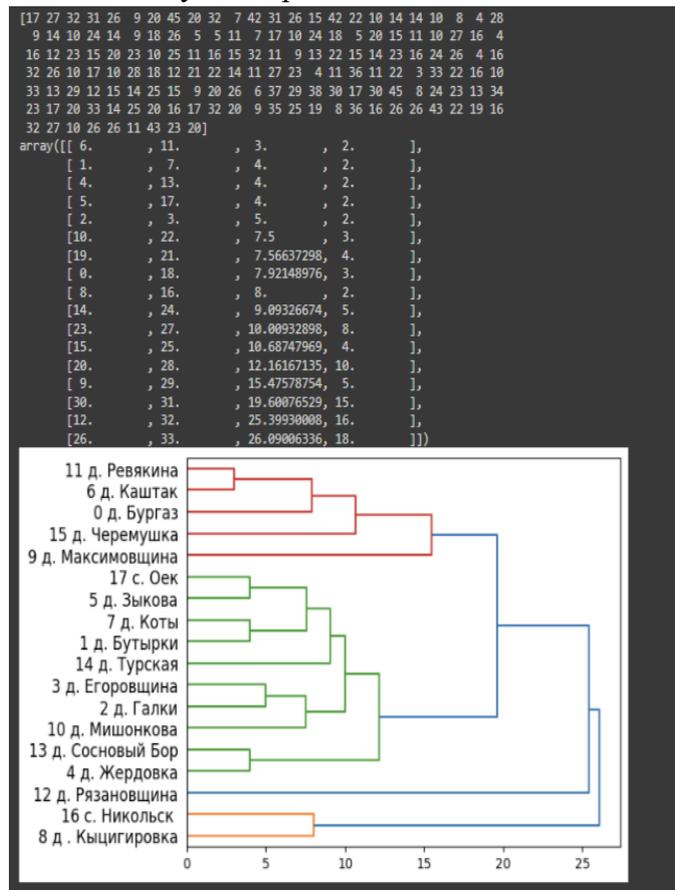


Рис. 3. Метод UPGMC-algorithm

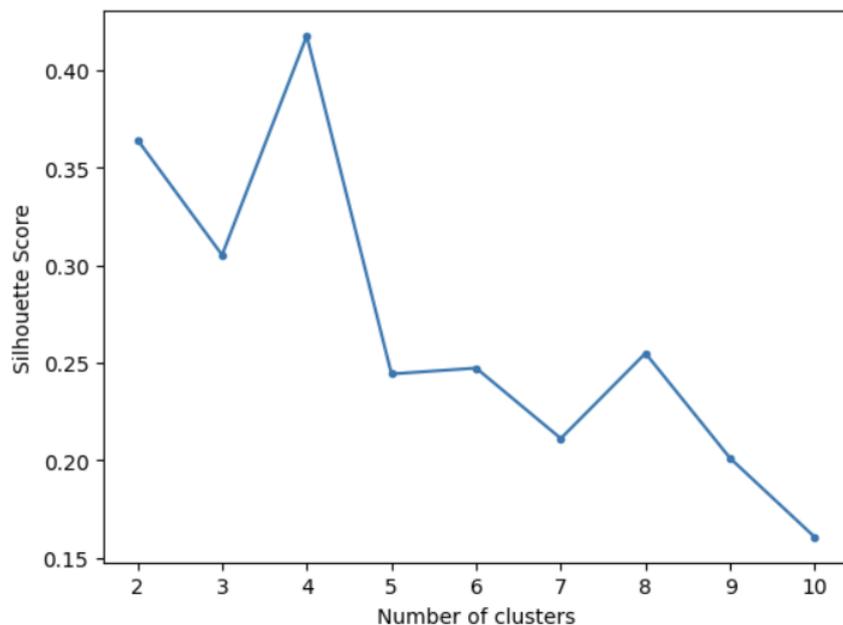


Рис. 4. Silhouette score metric

<sup>4</sup> Silhouette Score – это инструмент для оценки соответствия результатов кластеризации, предоставляющий количественный показатель того, насколько четко определены и отчетливы кластеры

Отображение результата решения задачи кластеризации по методу UPGMC-algorithm в пространстве координат представлено на рисунке 5. Кластеры сформированы по методу центроидного расстояния (по среднему для широты и долготы), зеленым выделены населенные пункты, наиболее благоприятные для размещения медицинского пункта, т.к. вокруг этой точки сосредоточено наибольшее количество населения. Следуя этим данным, процедура выбора объектов упростилась, т.к. количество объектов снизилось с 18 до 4-х населенных пунктов – центров кластеров (см. таблицу 7).

Таким образом, мы кластеризовали данные для принятия решений, связанные с определением минимальных расстояний до оптимальных точек расположения пунктов ПМСП на выбранном участке местности (Оёкский куст).

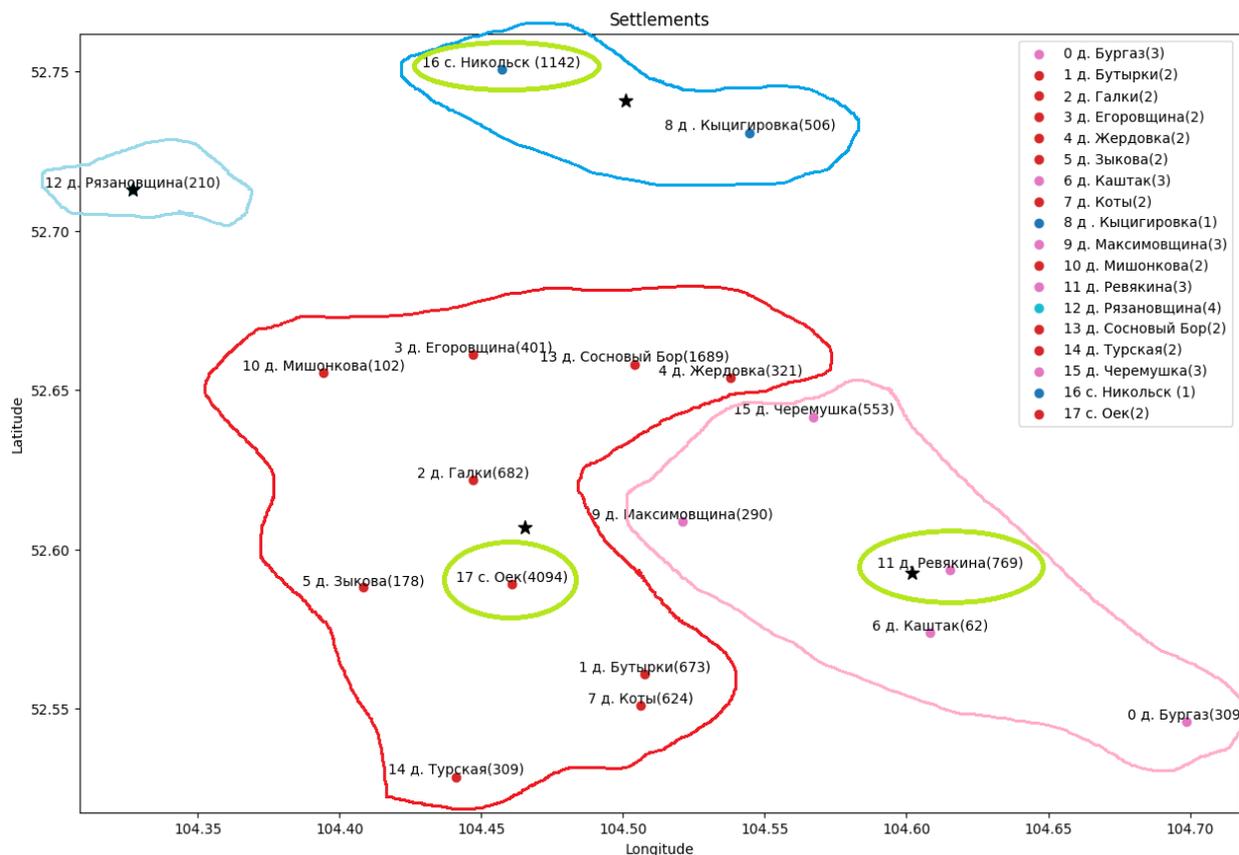


Рис. 5. Кластеры Оекского куста

Таблица 7. Центры кластеров и их параметры при нулевой укомплектованности

Кластер, x	Центр кластера - населенный пункт	Население кластера (p), ед.	ВВ2, год постройки здания	PSI, укомплект., %
1	с. Никольск	1 648	1989	94
2	с. Оек	9 073	1990	72
3	д. Ревякина	1 983	2012	100
4	д. Рязановщина	210	1994	0

**6. Данные для принятия решений с учетом информации об укомплектованности.**

Полученные в предыдущем разделе результаты кластеризации были построены на матрице данных, в которую мы не включали информацию об наличии пунктов ПМСП. Из данных таблицы 5 видно, что только 7 из 18 населенных пунктов имеют укомплектованные медицинским персоналом медицинские пункты. Примем это за основание, и сформируем вторую матрицу населенных пунктов, где медицинские пункты укомплектованы медицинским персоналом.

Блок-схема кластеризации по двум матрицам по алгоритмам, предложенным в предыдущем разделе, отображена на рисунке 6. Результаты кластеризации по двум матрицам отображены на рисунке 7 и 8.

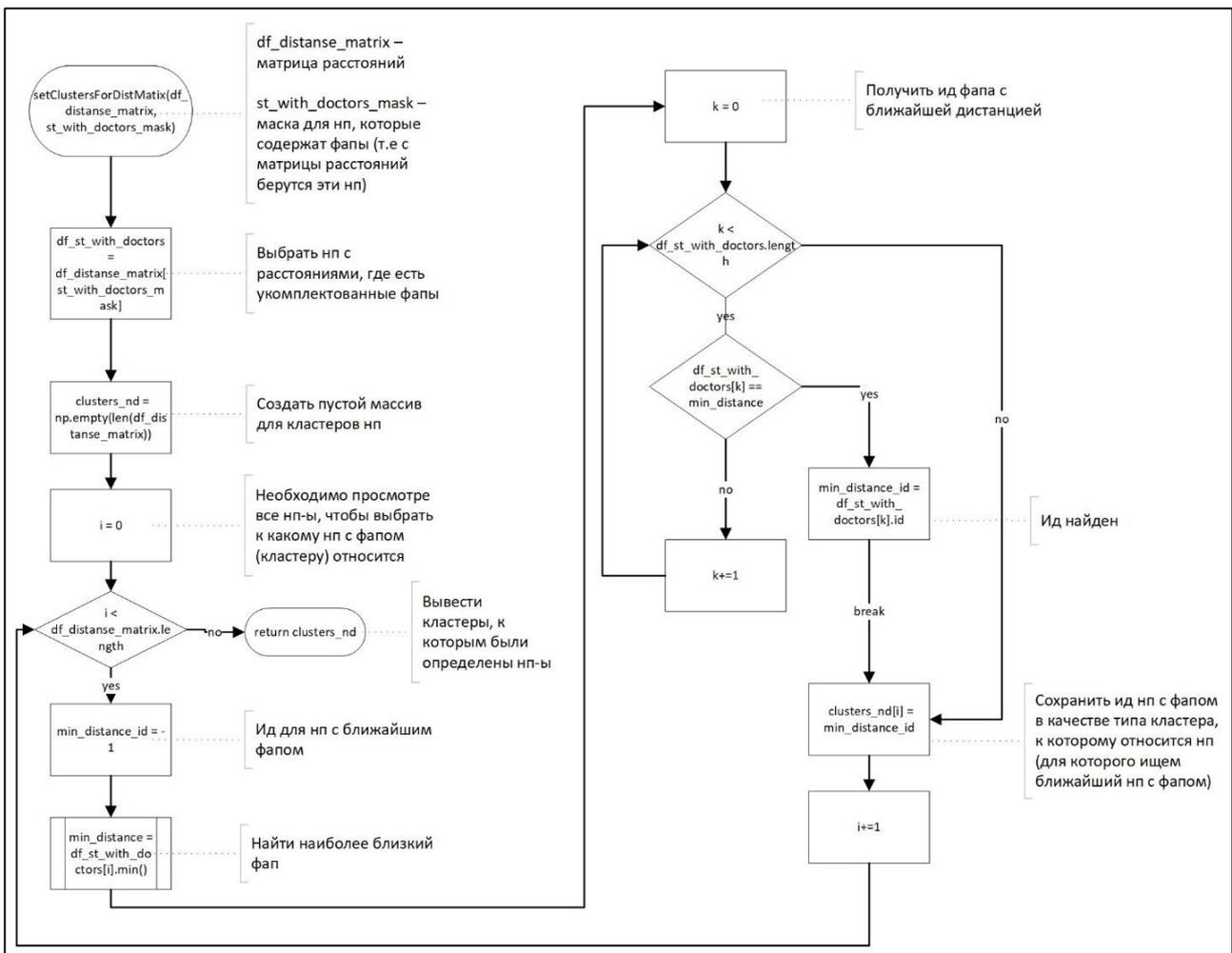
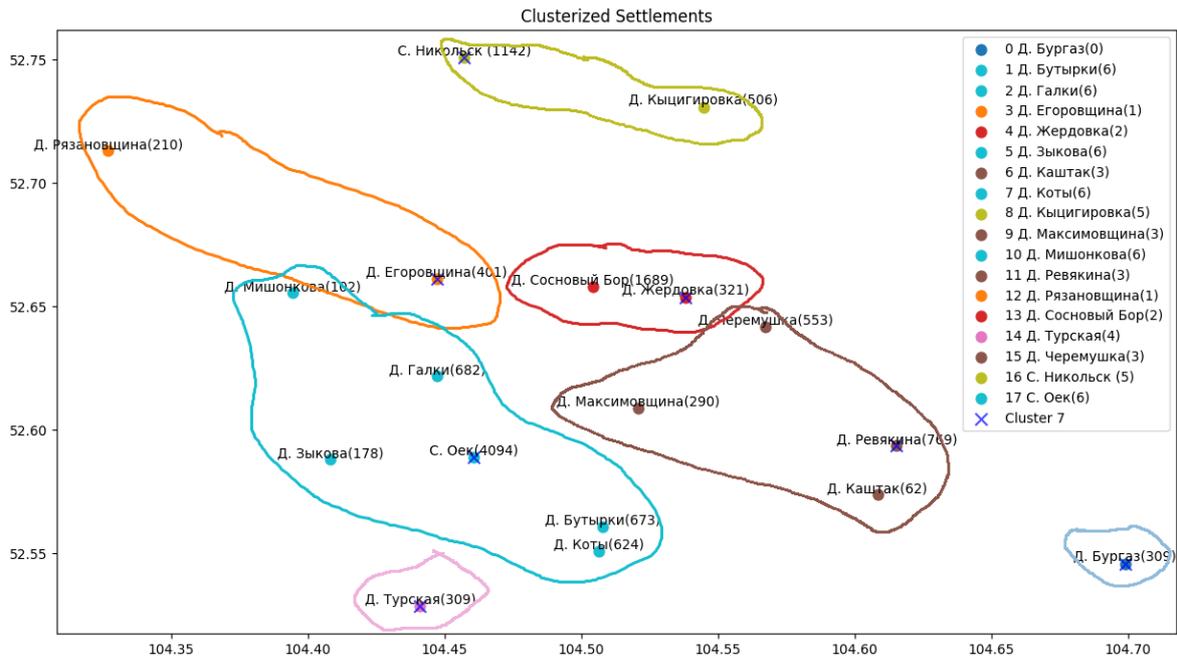


Рис. 6. Блок схема кластеризации по двум матрицам

```

0 д. Бургаз to_id 0 min_distance 0
1 д. Бутырки to_id 17 min_distance 5
2 д. Галки to_id 17 min_distance 4
3 д. Егоровщина to_id 3 min_distance 0
4 д. Жердовка to_id 4 min_distance 0
5 д. Зыкова to_id 17 min_distance 4
6 д. Каштак to_id 11 min_distance 3
7 д. Коты to_id 17 min_distance 6
8 д. Кыцигировка to_id 16 min_distance 8
9 д. Максимовщина to_id 11 min_distance 13
10 д. Мишонкова to_id 17 min_distance 9
11 д. Ревякина to_id 11 min_distance 0
12 д. Рязановщина to_id 3 min_distance 11
13 д. Сосновый Бор to_id 4 min_distance 4
14 д. Турская to_id 14 min_distance 0
15 д. Черемушка to_id 11 min_distance 8
16 с. Никольск to_id 16 min_distance 0
17 с. Оек to_id 17 min_distance 0
array([ 0., 17., 17.,  3.,  4., 17., 11., 17., 16., 11., 17., 11.,  3.,
        4., 14., 11., 16., 17.])
    
```

Рис. 7. Данные кластеров



**Рис. 8.** Населенные пункты и кластеры на осях графических координат

Полученные результаты кластеризации по двум матрицам можно использовать в качестве параметров расстояний до ближайших медицинских пунктов ПСМП.

**7. Результаты решения задачи МКВ.** Для решения задачи МКВ будем использовать следующие предпочтения ЛПР:

- выбор населенных пунктов осуществим на основе критерия отсутствия медицинского персонала и наличия здания – всего таких объектов в Оёкском кусте – семь (см. таблицу 8);
- в качестве предпочтительных критериев выбора населенных пунктов определим: год постройки (реконструкции); расстояние до ближайшего пункта ПМСП (до центра кластера); расстояние до ближайшего пункта скорой медицинской помощи; наличие автобусного сообщения;

Весовой коэффициент для параметров возраста здания и расстояний установим, исходя из показателя численности населения, в расчете на 1 тыс. человек, кроме показателя «автобусное сообщение». Коэффициент важности параметра  $k$  – установим индивидуально для каждого из параметров (см. таблицу 8).

Результатом решения задачи МКВ при выбранных предпочтениях ЛПР являются д. Черемушка и д. Кыцигировка:

- в первом населенном пункте ключевыми параметрами, влияющими на конечный результат выбора, стали численность населения, расстояние до пункта ПМСП, а особенно расстояние до ближайшего пункта СМП и отсутствие автобусного сообщения;
- во втором населенном пункте – возраст здания и расстояния до пунктов ПМСП и СМП стали определяющими для выбора.

Произведенный выбор по разработанной методике вполне логичен – чем больше населения в населенном пункте, тем больше вероятность обращений за медицинской помощью. Чем дальше населенный пункт от первичной помощи, тем больше тратится времени и денег (бюджетных и/или гражданина). В части оказания скорой медицинской помощи действует правило «золотого часа», поэтому в предложенной методике расстояние для связанного параметра играет ключевое значение. Наличие или отсутствие автобусного сообщения определяет возможность жителя добраться до ближайшего пункта ПСМП.

Таблица 8. Данные для решения задачи МКВ

Кластер	Населенный пункт	Население	Критерии												Итого баллов
			ВВ2, год	к	Баллы	АР2, км	к	Баллы	АЕ2, км	к	Баллы	АР4, км	к	Баллы	
			(x)	(p), ед.	(Год постройки здания)	Расстояние до пункта ПМСП	Расстояние до пункта СМП	Автобусное сообщение с ЦРБ							
6	д. Бутырки	673	2008	0,3	3	5	1	34	40	0,7	19	1	4	0	56
6	д. Галки	682	1980	0,3	9	4	1	27	42	0,7	20	1	4	0	56
6	д. Зыкова	178	2021	0,3	0	4	1	7	42	0,7	5	1	4	0	12
6	д. Коты	624	1985	0,3	7	6	1	37	40	0,7	17	1	4	0	62
5	д. Кыцигировка	506	1975	0,3	7	8	1	40	60	0,7	21	1	4	0	69
1	д. Рязановщина	210	1994	0,3	2	11	1	23	65	0,7	10	0	4	4	38
3	д. Черемушка	553	2012	0,3	2	8	1	44	57	0,7	22	0	4	4	72

При наличии данных о физическом состоянии здания результат выбора может быть и другим. При наличии информации о предпочтении медика в выборе населенного пункта результат также может быть другим.

Таким образом, добавляя (либо отменяя) предпочтения ЛПР, можно получать различные результаты, которые при определённых комбинациях могут оказаться одинаковыми или близкими. В этом случае у ЛПР появляется больше качественных оснований для принятия окончательного решения.

**Заключение.** Для решения задачи поиска оптимального решения при выборе населенного пункта, наиболее нуждающегося в организации медицинской помощи, в данном исследовании использовались полу-ручные методы сбора и обработки информации и сторонние программные решения. На данный момент, по нашему мнению, успешно прошла сама апробация методики выбора и алгоритмов многокритериального выбора, и алгоритма кластеризации. Для более полной автоматизации процесса обработки данных, а также создания удобного для пользователя интерфейса, в дальнейшем планируется разработать отдельную программную систему, для которой структура параметров выбора ЛПР станет требованием к структуре базы данных, а предложенные алгоритмы решения задачи МКР и решения задачи кластеризации – функциональными требованиями к системе. Созданная полнофункциональная экспертно-ориентированная система позволит осуществлять выбор населенных пунктов на новом – более качественном уровне, достичь который без использования средств вычислительной техники не представляется возможным.

#### Список источников

1. Анна Шушкина. Минздрав: за два года в России открыли 1752 фельдшерско-акушерских пункта. Парламентская газета, – URL: <https://www.pnp.ru/social/minzdrav-za-dva-goda-v-rossii-otkryli-1752-feldshersko-akusherskikh-punkta.html> (дата обращения: 06.07.2023).
2. Количество ФАП продолжает снижаться. Медвестник. – URL: <https://medvestnik.ru/content/news/Kolichestvo-FAP-prodoljajet-snijatsya.html> (дата обращения: 06.07.2023)
3. Еругина М.В. Современные проблемы организации медицинской помощи сельскому населению / М.В. Еругина, И.Л. Кром, О.В. Ермолаева, Е.П. Ковалев, Г.Н. Бочкарева // Современные проблемы науки и образования, 2016. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25246> (дата обращения: 05.07.2023).
4. Фоменков С.А. Представление физических знаний для автоматизированных систем обработки информатизации: Монография. / С.А. Фоменков, А.В. Петрухин, В.А. Камаев, Д.А. Давыдов. – Волгоград: ТОО «Принт», 1998. – 152 с.

5. Темникова Е.А. Онтологическое моделирование предметной области учреждения дополнительного профессионального образования / Е.А. Темникова, В.С. Асламова, О.Г. Берестнева // Онтология проектирования, 2015. – Т. 5. – № 4(18). – С. 369-386.
6. Загорюлько Г.Б. Разработка онтологии задач и методов для инструментария построения интеллектуальных СППР / Г.Б. Загорюлько // Информационные и математические технологии в науке и управлении: труды XVII Байкальской Всероссийской конференции, Иркутск, 2012 / Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН; ответственный редактор Л. В. Массель. Том 3. Иркутск: Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, 2012. – С. 43-50.
7. Friedman A., Miles S. Stakeholders: theory and practice. Oxford: Oxford University Press, 2006, 360 p., available at: <https://readli.net/stakeholders-theory-and-practice>.
8. Петров М.А. Теория заинтересованных сторон: пути практического применения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент, 2004. – № 2. – С. 51-67.
9. Юрлов Ф.Ф. Выбор эффективных решений в конфликтных ситуациях с учетом интересов стейкхолдеров / Ф.Ф. Юрлов, С.Н. Яшин, А.Ф. Плеханова // Вестник Самарского университета. Экономика и управление, 2021. – Т. 12. – № 3. – С. 137-146.
10. Аношина С.В. Модель и методика многокритериального выбора с учетом неполной информации о предпочтениях ЛППР / С.В. Аношина // Информация и космос, 2015. – № 4. – С. 88-98.
11. Hastie T. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction: with 200 full-color illustrations. New York, Springer, 2001, 533 p.
12. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия / М. Жамбю. – М.: Финансы и статистика, 1988. 345 с.
13. Sneath P.H.A., Sokal R.R. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and Co, San Francisco, 1973.

**Ерзенин Роман Валерьевич.** Кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического менеджмента, Байкальская международная бизнес-школа, Иркутский государственный университет. ScopusID: 57204457721, ORCID: 0000-0001-9380-0987, SPIN: 6438-1418, AuthorID: 752554, [erzhenin@gmail.com](mailto:erzhenin@gmail.com), 664003, Россия, Иркутск, Карла Маркса, 1.

**Хребтова Таисия Петровна.** Студентка института информационных технологий и анализа данных, Иркутского национального исследовательского технического университета. [tasya132002@gmail.com](mailto:tasya132002@gmail.com), 664074, Россия, Иркутск, Лермонтова, д. 83.

UDC 004.891.2: 519.23

DOI:10.25729/ESI.2023.31.3.003

## Methodology for determining of priorities in the organization primary medical care in the rural space

Roman V. Erzhenin<sup>1</sup>, Taisiya P. Hrebtova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State University, Russia, Irkutsk, [erzhenin@gmail.com](mailto:erzhenin@gmail.com)

<sup>2</sup> Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk

**Abstract.** The article deals with the urgent problem of the priority choice of rural settlements, where it is necessary to improve the conditions for the provision of medical care. For a conceptual understanding of the problem of choosing the optimal solution, a brief thesaurus has been formed and an ontology of the subject area has been developed. As the main selection algorithm, it is proposed to use an algorithm for solving a multicriteria problem based on the theory of antagonistic games, taking into account incomplete information about the preferences of the decision maker. The authors of the article proposed a multi-parameter decision-making model, which includes three main groups of criteria: the availability of medical care, the parameters of the building and the parameters of the medical staff. To prepare data with settlement parameters, nearest neighbor clustering and centroid ratio methods are used. The results of processing the data matrix of the Oeksky bush of the Irkutsk region were tabular data and a graphical display of clusters and their centers on the axis of geographical coordinates. The modified algorithm for processing two matrices made it possible to calculate the optimal distances within the clusters. The solution of the problem of multi-criteria choice on the example of one cluster of the subject of the Russian Federation according to the chosen preferences of the decision maker made it possible to reasonably formulate

arguments for making a decision. The developed data model and algorithms for determining the selection parameters can be used as the basis for the formation of the terms of reference for the development of a full-featured expert-oriented system that can raise the quality of decision making to a higher level.

**Keywords:** fap; lpr; decision making; multi-criteria choice; cluster analysis; healthcare; expert-oriented system

### References

1. Anna Shushkina Minzdrav: za dva goda v Rossii otkryli 1752 fel'dshersko-akusherskih punkta [Ministry of Health: 1,752 feldsher-obstetric points were opened in Russia in two years]. Parliamentary newspaper, available at: <https://www.pnp.ru/social/minzdrav-za-dva-goda-v-rossii-otkryli-1752-feldshersko-akusherskikh-punkta.html> (access date: 07/06/2023).
2. Kolichestvo FAP prodolzhaet snizhat'sya [The number of FAPs continues to decline]. Medvestnik, available at: <https://medvestnik.ru/content/news/Kolichestvo-FAP-prodoljdet-snijatsya.html> (access date: 07/06/2023)
3. Erugina M.V., Krom I.L., Ermolaeva O.V. [et al.] Sovremennye problemy organizacii medicinskoj pomoshchi sel'skomu naseleniyu [Modern problems of organizing medical care for the rural population]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education], 2016, no. 5, available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25246> (accessed: 07/05/2023).
4. Fomenkov S.A., Petrukhin A.V., Kamaev V.A. [et al.] Predstavlenie fizicheskikh znaniy dlya avtomatizirovannykh sistem obrabotki informatizacii: Monografiya [Physical knowledge representation for automated informatization processing systems: Monograph]. Volgograd: Print LLP, 1998, 152 p.
5. Temnikova E.A., Aslamova V.S., Berestneva O.G. Ontologicheskoe modelirovanie predmetnoj oblasti uchrezhdeniya dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya [Ontological modeling of the subject area of an additional professional education institution]. Ontologia proektirovaniya [Ontology of design], 2015, vol. 5, no. 4(18), pp. 369-386.
6. Zagorulko G. B. Razrabotka ontologii zadach i metodov dlya instrumentariya postroeniya intellektual'nykh SPPR [Development of an ontology of tasks and methods for tools for building intelligent DSS]. Information and mathematical technologies in science and management: Proceedings of the XVII Baikal All-Russian conference, Irkutsk, June 30, 2012. Institute of Energy Systems. L. A. Melent'eva SB RAS; executive editor L. V. Massel. Volume 3. Irkutsk, Institute of Energy Systems. L.A. Melent'eva SB RAS, 2012, pp. 43-50.
7. Friedman A., Miles S. Stakeholders: theory and practice. Oxford: Oxford university press, 2006. 360 p., available at: <https://readli.net/stakeholders-theory-and-practice>.
8. Petrov M.A. Teoriya zainteresovannykh storon: puti prakticheskogo primeneniya [Stakeholder theory: ways of practical application]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Menedzhment [ Bulletin of St. Petersburg university. Management], 2004, no. 2, pp. 51-67.
9. Yurlov F.F., Yashin S.N., Plekhanova A.F. Vybore effektivnykh reshenij v konfliktnykh situatsiyah s uchetom interesov steykholderov [The choice of effective solutions in conflict situations, taking into account the interests of stakeholders]. Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravleniye [Bulletin of the Samara university. Economics and management], 2021, vol. 12, no 3, pp. 137-146.
10. Anoshina S.V. Model' i metodika mnogokriterial'nogo vybora s uchetom nepolnoy informatsii o predpochteniyakh LPR [Model and methodology of multi-criteria choice taking into account incomplete information about the preferences of the decision maker]. Informatsiya i kosmos [Information and space], 2015, no. 4, pp. 88-98.
11. Hastie Trevor. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction: with 200 full-color illustrations. New York, Springer, 2001, 533 p.
12. Zhambyu M. Ierarhicheskij klaster-analiz i sootvetstviya [Hierarchical cluster analysis and correspondences]. M.: Finansy i statistika [Finance and statistics], 1988, 345 p.
13. Sneath P.H.A., Sokal R.R. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and Co, San Francisco, 1973.

**Erzhenin Roman Valerievich.** Ph. D, associate professor of the Department of strategic management, Baikal International business school, Irkutsk state university. ScopusID: 57204457721, ORCID: 0000-0001-9380-0987, SPIN: 6438-1418, AuthorID: 752554, [erzhenin@gmail.com](mailto:erzhenin@gmail.com), 664003, Russia, Irkutsk, Karla Marx, 1.

**Khrebtova Taisiya Petrovna.** Student Institute of information technologies and data analysis Irkutsk National research technical university. [tasya132002@gmail.com](mailto:tasya132002@gmail.com), 664074, Russia, Irkutsk, Lermontova, 83.

Статья поступила в редакцию 11.07.2023; одобрена после рецензирования 18.09.2023; принята к публикации 25.09.2023.

The article was submitted 07/11/2023; approved after reviewing 09/18/2023; accepted for publication 09/25/2023.