

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 3 / 2023, Vol. 15, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/71ECVN323.pdf>

DOI: 10.15862/71ECVN323 (<https://doi.org/10.15862/71ECVN323>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Сальникова, К. В. Способ определения оптимального места размещения объектов общественного питания / К. В. Сальникова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/71ECVN323.pdf> DOI: 10.15862/71ECVN323

For citation:

Salnikova K.V. Method for determining the optimal location of public catering facilities. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(3): 71ECVN323. Available at: <https://esj.today/PDF/71ECVN323.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/71ECVN323

Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность за помощь в проведении исследования и написании статьи Домбравеу Александру Николаевичу, кандидату технических наук, начальнику отдела интеллектуальной собственности ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

УДК 004.89

Сальникова Кристина Владимировна

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», Ижевск, Россия

Доцент

Кандидат экономических наук

E-mail: kristina-zhelnova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2780-8857>

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=799657

Способ определения оптимального места размещения объектов общественного питания

Аннотация. Актуальность и цели. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью комплексного изучения проблем выбора пространственного расположения в условиях стремительного распространения цифровых технологий. Цель исследования — попытка обосновать целесообразность реализации технического решения, а именно разработки цифровой геоинформационной системы, направленной на определение оптимального места размещения объектов общественного питания. Материалы и методы. Предложен подход для оптимизации схемы размещения объектов как совокупность трех взаимосвязанных последовательных элементов (этапов), состоящая из определения наилучшей операционно-территориальной единицы, определения предполагаемых рациональных границ рынка обслуживания потребителей, определения координат места размещения объекта общественного питания и нахождение оптимальной структуры продажи продукции, обеспечивающей объекту общественного питания максимальную прибыль. Достоинством рассматриваемого технического решения является повышение точности оптимального размещения объектов общественного питания, обеспечивающей повышение скорости проведения действий по определению точки размещения, в том числе обеспечение скорости реакций объектов общественного питания на непрерывные изменения динамичных конкурентных рынков в режиме реального времени; появление возможности максимально достоверно делать выводы об оптимальном размещении объекта общественного питания в любой момент времени. Методология исследования базируется на использовании общенаучных методов: описании, измерении, анализе, синтезе, сравнении, эконометрическом моделировании, а также на использовании статистических методов и линейного

программирования. Результаты. Создание в дальнейшей перспективе программы, реализующей предложенную модель и алгоритмы. Выводы. Результаты исследования показали возможность применения предлагаемого подхода с возможностью большой точности определить предполагаемое оптимальное место размещение объекта общественного питания. Область применения результатов исследования связана с последующим созданием информационной технологии по управлению оптимизацией места размещения объектов общественного питания.

Ключевые слова: оптимальное размещение; объекты общественного питания; цифровая карта; географические координаты; границы рынка поставщика; потребитель; операционно-территориальная единица; точность; максимальная прибыль; синергетический эффект

Введение

Анализ показал, что научные исследования в области общественного питания, в основном, ориентированы на изучение технологии производства продукции и организации обслуживания населения на предприятиях отрасли. Вместе с тем, остаются малоизученными вопросы эффективного управления общественным питанием, к которым можно отнести следующее: оптимальное размещение предприятий общественного питания, увеличение количества посадочных мест, оценка качества продукции, совершенствование методов конкурентоспособности и др. Существуют различные методики определения оптимального места размещения объектов [1–6]. За счет применения кластерного подхода возможно решение вопроса оптимального размещения предприятий общественного питания, определяющего рентабельность предприятия [7; 8]. Как показывает проведенное исследование в сфере определения оптимального места размещения объектов общественного питания, существуют проблемы в низкой точности их определения и отсутствия информационных технологий, позволяющих реализовать оптимизацию схемы размещения объектов.

В последнее время обозначился переход к применению геоинформационных систем в качестве основы для решения задач такого уровня, однако оптимизация получаемой сложной системы не может быть выполнена детерминированными методами, поскольку они не обеспечивают нахождение решения необходимой степени точности в заданных временных ограничениях [9]. Географическая информационная система (геоинформационная система) представляет собой систему, предназначенную для хранения, обработки, поиска, распространения и представления пространственной информации¹. Под цифровой картой следует понимать цифровую модель значительного участка земной поверхности, сформированную с учетом генерализации изображаемых объектов и принятой картографической проекции².

Методы и материалы

В данной статье рассматривается попытка, с технической точки зрения, решения проблемы определения оптимального места размещения объектов. Технический результат достигается тем, что способ размещения объектов общественного питания включает в себя

¹ Блиновская Я.Ю. Введение в геоинформационные системы: учебник / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. — 2-е изд. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. — 112с.

² Коугия В.А. Инженерная геодезия и геоинформатика. Краткий курс: учебник для вузов / М.Я. Брын, Е.С. Богомоллова, В.А. Коугия [и др.]; под редакцией В.А. Коугия. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с.

разработку цифровой геоинформационной системы, состоящей из топографической основы населенного пункта и дополнительных слоев, содержащих пространственные данные, которые не могут быть прямо нанесены на карту; синтез цифровой карты, содержащей информацию о географических координатах объектов недвижимости населенного пункта, классифицированных по назначению как нежилые помещения для общественного питания.

На цифровую карту наносят сетку, делящую населенный пункт на n составляющих его операционно-территориальных единиц; для каждой i -ой операционно-территориальной единицы выполняют измерение показателей, характеризующих уровень развития упомянутой единицы; вычисляют коэффициент развития каждой i -ой операционно-территориальной единицы и коэффициент ее доходности. Определяют индекс вероятности размещения ($I_{вр}$) объекта общественного питания внутри i -ой операционно-территориальной единицы и выбирают операционно-территориальную единицу, характеризующуюся максимальным значением индекса $I_{вр}$. Для выбранной операционно-территориальной единицы выполняют формирование множеств поставщиков и покупателей, каждый элемент которых характеризуется географическими координатами поставщика или покупателя, при этом географические координаты поставщиков определяют на основе упомянутой цифровой карты. Для каждого элемента множества поставщиков определяют границы рынка поставщика, исходя из условия равенства продажной цены текущего поставщика и цен поставщиков, характеризующихся остальными элементами множества. На основе элементов множества покупателей определяют координаты точки желаемого местоположения объекта общественного питания как центра тяжести облака точек, определяющего место нахождения покупателей. Выявляют геометрическую фигуру, характеризующую границы рынка поставщика, внутри которой находится найденный центр тяжести; осуществляют выбор в качестве места размещения объекта общественного питания географические координаты поставщика, границы рынка которого характеризуются выявленной фигурой и определяют количество планируемой к продаже продукции, размещаемой в упомянутом объекте.

В качестве аппаратно-программной системы для выявления геометрической фигуры, характеризующей границы рынка поставщика, внутри которой находится координата точки желаемого местоположения объекта общественного питания, представляющая собой центр тяжести облака точек координат покупателей, и для определения количества планируемой к продаже продукции на объекте общественного питания используют планшетный компьютер или мобильное устройство для связи с установленной операционной системой ОС «Android», при этом определение планируемой к продаже продукции осуществляют на основе Симплекс-метода.

Цифровую карту, содержащую информацию о географических координатах объектов недвижимости населенного пункта, классифицированных по назначению как нежилые помещения для общественного питания, сохраняют и публикуют в виде веб-карты, при этом упомянутую цифровую карту создают с возможностью передачи информации о географических координатах объектов недвижимости населенного пункта, классифицированных по назначению как нежилые помещения для общественного питания, всем заинтересованным лицам.

Цифровую карту создают с возможностью ее сохранения в растровых графических файлах форматов bmp, tif, jpg и wmf, а также с возможностью добавления к ней слоев и управления данными.

Положительным техническим результатом, обеспечиваемым указанной совокупностью упомянутых взаимосвязанных элементов, а именно разработки цифровой геоинформационной системы, включающей определение наилучшей операционно-территориальной единицы, определения предполагаемых рациональных границ рынка обслуживания потребителей,

определения координат места размещения объекта общественного питания и нахождение оптимальной структуры продажи продукции, обеспечивающей объекту общественного питания максимальную прибыль в найденной операционно-территориальной единице с полученными координатами, является повышение точности оптимального размещения объектов общественного питания. Дополнительными техническими результатами от использования изобретения являются следующие:

- снижение транспортной нагрузки для возведения объектов общественного питания, сокращение времени процесса принятия управленческого решения (подготовки, принятия, реализации) по размещению объектов общественного питания, повышение доступности услуг (качество, быстрота) объектов общественного питания;
- возможность определения пропускной способности объектов общественного питания;
- сокращение количества задействованных людей при реализации действий по размещению объектов общественного питания, вплоть до полного исключения людей из исполнения (повышение производительности);
- получение эффекта масштабирования деятельности объектов общественного питания (расширение зон обслуживания) за счет оптимального подхода к размещению;
- возможность корректировки использования основных и оборотных средств за счет получаемого синергетического эффекта от взаимодействия с внешней средой;
- значительное усиление конкурентоспособности объектов общественного питания в силу фундаментального прорыва в управляемости, контролируемости и прозрачности выполнения действий по оптимальному размещению объектов общественного питания.

Возможность реализации способа можно показать на карте, изображенной на рисунке 1, на которую нанесена сетка, делящая населенный пункт на составляющие его операционно-территориальные единицы; окружности представляют собой номер операционно-территориальной единицы.

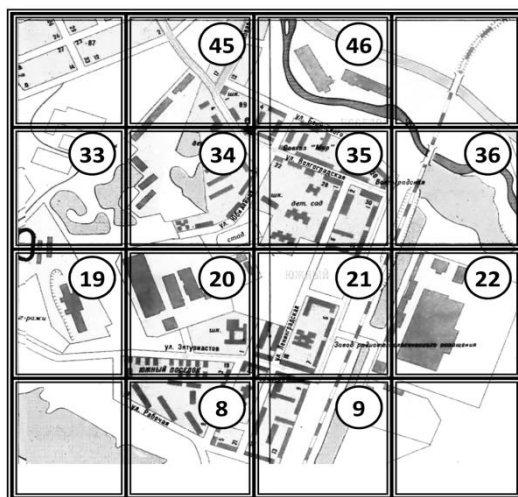


Рисунок 1. Фрагмент карты исследуемой территории населенного пункта (составлено автором)

$$I_{вр} = 1 / \left(\frac{K_d}{K_p} \right) \leq 1, \quad (1)$$

$$K_d = a + b \cdot x, \quad (2)$$

где $I_{вр} \in [0 \dots 1]$; K_d — статистически определяемая линейная функция, отражающая степень доходности территории в зависимости от пропускной способности, характеризующейся показателем (x); K_p — коэффициент развития территории.

2. После определения наилучшей операционно-территориальной единицы для размещения в ней объекта общественного питания, характеризующейся условием $I_{вр} = \max$, строится зависимость по определению предполагаемых рациональных границ рынка для объектов общественного питания (множества поставщиков) по обслуживанию потребителей, исходя из предположения, что границы рынка будут зависеть от себестоимости услуг и нормы прибыли, которые в сумме составляют:

$$C_{пр.i} = C_i + (C_i \cdot H_{при}) \cdot R_i, \quad (3)$$

где $C_{пр.i}$ — продажная цена услуги i -го объекта общественного питания, руб.; C_i — себестоимость услуги, руб.; $H_{при}$ — норма прибыли i -го объекта общественного питания, в %; R_i — расстояние i -го объекта общественного питания до границы рынка.

Границей рынка является такая точка безупречности для каждого объекта общественного питания, которая определяется из условия равенства продажной цены обоих объектов общественного питания.

Границы рынка после соединения точек безупречности образуют некоторую геометрическую фигуру, представляющую собой возможную оптимальную площадь обслуживаемой территории поставщиком (объектом общественного питания).

3. После определения возможных предполагаемых рациональных границ рынка объектов общественного питания в наилучшей операционно-территориальной единице формируется целевая функция, отражающая центр тяжести множества координат нахождения потребителей услуг (продукции) объекта общественного питания Ц:

$$Ц = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i}, \quad (4)$$

где Ц — центр тяжести множества координат нахождения потребителей услуг (продукции) объекта общественного питания; Π_i — посещаемость i -го потребителя; K_i — координаты i -го потребителя; n — число потребителей.

Центр тяжести — это геометрическая точка, положение которой определяется относительно системы объектов и это среднее положение всех частей системы, взвешенное в соответствии с их массами.

Методом центра тяжести определим координаты предполагаемого оптимального места размещения объекта общественного питания. Для определения центра тяжести нанесем на карту координатные оси, а затем точки, в которых размещены потребители. Определим координаты центра тяжести, то есть точку, в окрестностях которой может быть размещен объект общественного питания по целевой функции (4). Указываем полученную точку на карте.

Таким образом, на основании точки, попадающей в геометрическое пространство фигуры, образующей возможные рациональные границы рынка, можно предположить, что оптимальным местом размещения будут координаты точки — центра тяжести либо геометрическое пространство фигуры с этой точкой.

После определения координат предполагаемого оптимального места расположения объекта общественного питания в вероятно наилучшей операционно-территориальной единице, линейным программированием находим оптимальную структуру продажи продукции, обеспечивающей объекту общественного питания максимальную прибыль ($\max z$), сформировав систему неравенств:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i, i = \overline{1, m} \\ x_j \leq k_j \\ x_j \geq 0, j = \overline{1, n} \end{cases}, \quad (5)$$

где $R_1, R_2, \dots, R_m$ – определенные ресурсы в количествах, соответственно, $b_1, b_2, \dots, b_m$ единиц; с помощью этих ресурсов могут производиться товары $T_1, T_2, \dots, T_n$. Для производства одной единицы товара T_j необходимо a_{ij} единиц ресурса R_i ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$). Себестоимость каждой единицы товара T_j равна s_j , а цена каждой такой единицы равна c_j . Рынок не может поглотить более чем k_j единиц товара T_j [10].

Наглядно построение математической модели задачи о распределении ресурсов представлено в таблице 1.

Таблица 1

Построение математической модели задачи о распределении ресурсов

Товары \ Ресурсы		s_1	s_2	$\dots$	s_n
		k_1	k_2	$\dots$	k_n
		c_1	c_2	$\dots$	c_n
		T_1	T_2	$\dots$	T_n
b_1	R_1	a_{11}	a_{12}	$\dots$	a_{1n}
b_2	R_2	a_{21}	a_{22}	$\dots$	a_{2n}
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
b_m	R_m	a_{m1}	a_{m2}	$\dots$	a_{mn}

Составлено автором

Обозначим через $x_1, x_2, \dots, x_n$ планируемое к производству количество товаров $T_1, T_2, \dots, T_n$, соответственно. Ресурсов, которыми располагает предприятие, должно быть достаточно для обеспечения планируемого производства. Значит, должны выполняться следующие неравенства: $\sum_{j=1}^n a_{1j}x_j \leq b_1, \sum_{j=1}^n a_{2j}x_j \leq b_2, \dots, \sum_{j=1}^n a_{mj}x_j \leq b_m$. С учетом условий спроса продукцию следует произвести в количествах, не больших, чем их можно продать, то есть $x_1 \leq k_1, x_2 \leq k_2, \dots, x_n \leq k_n$.

Далее выполняется обращение в максимум функции этих переменных:

$$z = \sum_{j=1}^n q_j x_j, \quad (6)$$

где $q_j = c_j - s_j$ — чистая прибыль, получаемая от реализации одной единицы товара T_j .

Поясним работу каждого предложенного в способе элемента.

Сначала территория населенного пункта, составляющая 112,18 км², была разбита на микроучастки. В результате на карту населенного пункта нанесена сетка с равными ячейками, которая разделила город на 93 операционно-территориальные единицы, представляющие собой исходную единичную ячейку пространства, в пределах которой производят описание или измерение показателей. Каждой ячейке сетки присвоено цифровое обозначение.

Проанализируем один из районов населенного пункта (рис. 1). Для определения индекса вероятности размещения в ней объекта общественного питания необходимо найти два коэффициента: развития и доходности.

Операционно-территориальные единицы, входящие в данный район города, проранжированы с помощью факторов, оказывающих влияние на развитие территории для сферы услуг объектов общественного питания: численность жителей, наличия автобусных остановок, объектов розничной и бытовой торговли, образования, детских учреждений, здравоохранения, административных, культурных (спортивных) и промышленных объектов. Для измерения тесноты связи между ранжируемыми факторами применим формулу конкордации⁴:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (7)$$

где S — сумма квадратов отклонений суммы m рангов от их средней величины и определяемая по формуле:

$$S = \sum_1^n (\sum_1^m R_{ij})^2 - \frac{(\sum_1^n \sum_1^m R_{ij})^2}{n}, \quad (8)$$

m — число ранжируемых признаков; n — число ранжируемых единиц.

Коэффициент конкордации составил:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)} = 0,347.$$

Существенность коэффициента конкордации оценена критерием χ^2 по формуле:

$$\chi_{\text{расч.}}^2 = \frac{12 \cdot S}{m \cdot n \cdot (n+1)}. \quad (9)$$

На уровне значимости $\alpha = 0,05$ значение $\chi_{\text{табл.}}^2 = 11,07 < \chi_{\text{расч.}}^2 = 12,14$ — коэффициент конкордации существенный.

Коэффициент развития территории определим по формуле:

$$K_p = \frac{\sum_1^m R_{ij}}{\sum_1^m R_{ij\max}} \cdot 100 \%. \quad (10)$$

Коэффициент развития территории района населенного пункта для каждой операционно-территориальной единицы, входящей в данный район представлен в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициент развития территории района населенного пункта

Операционно-территориальная единица	Сумма рангов $\sum_1^m R_{ij}$	Коэффициент развития территории (K_p)
20	11	0,4
21	27	0,9
33	17	0,6
34	30	1,0
35	30	1,0
36	21	0,7

Составлено автором

⁴ Елисеева И.И. Статистика: учебник для вузов / И.И. Елисеева [и др.]; ответственный редактор И.И. Елисеева. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 619 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15117-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517575> (дата обращения: 06.02.2023).

Для нахождения коэффициента доходности, используя статистический пакет⁵ для анализа данных показателей, получено регрессионное уравнение коэффициента доходности по зависимости (2):

$$K_d = 0,07587 + 0,05206 \cdot x.$$

На основании зависимости (1) определим индекс вероятности размещения ($I_{вр}$) в ней объекта общественного питания для сформированного множества: $I_{вр20} = 0,06$, $I_{вр21} = 0,12$, $I_{вр33} = 0,07$, $I_{вр34} = 0,11$, $I_{вр35} = 0,18$, $I_{вр36} = 0,10$.

Полученные значения индексов вероятности размещения объектов общественного питания ($I_{вр}$) в операционно-территориальной единице определяют операционно-территориальную единицу 35 наилучшей.

Следующим действием является определение возможных рациональных границ рынка объектов общественного питания по зависимости (3) в единице 35. В данной операционно-территориальной единице имеется 3 объекта общественного питания (R_1, R_2, R_3), с условием, что:

- себестоимость услуг на одного потребителя: $C_1 = 2\,000$ руб.; $C_2 = 2\,800$ руб.; $C_3 = 2\,500$ руб.;
- норма прибыли на одного потребителя составляет: $H_{пр1} = 20\%$; $H_{пр2} = 30\%$; $H_{пр3} = 25\%$;
- расстояние между объектами общественного питания составляет: $R_1R_2 = 8$ км; $R_1R_3 = 4$ км; $R_2R_3 = 12$ км.

Границей рынка является точка безупречности для каждого объекта общественного питания, которая определяется из условия равенства продажной цены обоих объектов общественного питания: $C_{пр.1} = C_{пр.2}$.

Продажная цена для объекта общественного питания R_1 :

$$C_{пр.1} = C_1 + (C_1 \cdot H_{пр1}) \cdot R_1R_{1-2}.$$

Продажная цена для объекта общественного питания R_2 :

$$C_{пр.2} = C_2 + (C_2 \cdot H_{пр2}) \cdot R_{1-2}R_2$$

Так как расстояние между объектами общественного питания $R_1R_2 = 8$ км, то:

$$R_{1-2}R_2 = R_1R_2 - R_1R_{1-2} = 8 - R_1R_{1-2}.$$

Подставив значения в равенство, получим:

$$C_1 + (C_1 \cdot H_{пр1}) \cdot R_1R_{1-2} = C_2 + (C_2 \cdot H_{пр2}) \cdot (8 - R_1R_{1-2})$$

или

$$2\,000 + 400 \cdot R_1R_{1-2} = 2\,800 + 840 \cdot (8 - R_1R_{1-2}),$$

откуда

$$R_1R_{1-2} = 6 \text{ км}, R_{1-2}R_2 = 8 - 6 = 2 \text{ км}.$$

Аналогично для объектов общественного питания R_2 и R_3 :

⁵ Программа Statistica. URL: <https://statsoft-statistica.ru> (дата обращения 01.02.2023).

$$C_3 + (C_3 \cdot H_{\text{пр3}}) \cdot R_2 R_{2-3} = C_3 + (C_3 \cdot H_{\text{пр3}}) \cdot (R_2 R_3 - R_2 R_{2-3})$$

или

$$2\,800 + 840 \cdot R_2 R_{2-3} = 2\,500 + 625 \cdot (12 - R_2 R_{2-3}),$$

откуда

$$R_2 R_{2-3} = 5 \text{ км}, R_{2-3} R_3 = 12 - 5 = 7 \text{ км}.$$

Проведя аналогичные расчеты для объектов общественного питания R_1 и R_3 , получаем:

$$R_1 R_{1-3} = 3 \text{ км}, R_{1-3} R_3 = 4 - 3 = 1 \text{ км}.$$

На рисунке 2 представлена схема размещения поставщиков в предполагаемых рациональных границах рынка обслуживания потребителей.

Заключительным действием является определение предполагаемых координат оптимального места расположения объекта общественного питания в операционно-территориальной единице, характеризующейся наибольшим значением индекса вероятности размещения в ней объекта общественного питания в пределах пространства треугольника с предполагаемыми рациональными границами рынка обслуживания потребителей.

Исследуемая территория сегментирована на 5 потребителей услуг (продукции) объекта общественного питания: учащиеся (студенты) (1), домохозяйки с детьми (2), пенсионеры (3), служащие (4), предприниматели (5) (табл. 3).

Нанесем на карту координатные оси и координаты точек, в которых размещены потребители продукции общественного питания. Определим координаты центра тяжести (X, Y) , то есть точки, в окрестностях которой существует вероятность размещения объекта общественного питания. В таблице 3 приведены относительные от левого нижнего угла операционно-территориальной единицы 35 координаты места расположения потребителей в районе обслуживания (6) и их посещаемость.

Таблица 3

Посещаемость и относительных координаты обслуживаемых потребителей

№ потребителя (позиция на фиг. 2)	Координата X, км	Координата Y, км	Посещаемость, чел./час
1	3	3	5
2	4	8	3
3	8	10	6
4	10	8	2
5	18	9	4

$$X = \frac{3 \cdot 5 + 4 \cdot 3 + 8 \cdot 6 + 10 \cdot 2 + 18 \cdot 4}{5 + 3 + 6 + 2 + 4} = 8,4 \text{ км};$$

$$Y = \frac{3 \cdot 5 + 8 \cdot 3 + 10 \cdot 6 + 8 \cdot 2 + 9 \cdot 4}{5 + 3 + 6 + 2 + 4} = 7,5 \text{ км}.$$

Соответственно (рис. 2) координаты желаемого местоположения объекта общественного питания (7) имеет координаты $X = 8,4$; $Y = 7,5$. Найденная точка находится в треугольнике, образованном вершинами $R_{2-3} R_{1-2} R_2$, характеризующем границы рынка поставщика R_2 , поэтому в качестве места размещения объекта общественного питания, признаваемого оптимальным, выбраны географические координаты поставщика R_2 , которые были получены на основе данных цифровой карты, содержащей информацию о географических координатах объектов недвижимости населенного пункта, классифицированных по

назначению, как нежилые помещения для общественного питания, представленные в формате WGS-84.

Зная оптимальное место размещения объекта общественного питания, целесообразно определить оптимальную структуру продаж продукции, обеспечивающей объекту общественного питания максимальную прибыль на основании системы неравенств (4) и (5).

Определим структуру продажи, обеспечивающую максимальную прибыль для объекта общественного питания.

Пусть x_1 , x_2 и x_3 — планируемое к продаже количество продукции «Продукция 1», «Продукция 2» и «Продукция 3» соответственно. Тогда прибыль, получаемая объектом общественного питания, будет иметь вид:

$$z = 500x_1 + 800x_2 + 600x_3,$$

а ограничения на переменные x_1 , x_2 и x_3 будут задаваться следующей системой неравенств:

$$\begin{cases} 0,5x_1 + 0,7x_2 + 0,6x_3 \leq 370 \\ 10x_1 + 19x_2 + 14x_3 \leq 9\,000 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}$$

Приведем задачу к основной задаче линейного программирования. Введем в рассмотрение функцию $\tilde{z} = -z$ и фиктивные переменные $x_4, x_5 \geq 0$, тогда задача примет вид:

$$\begin{cases} \tilde{z} = -500x_1 - 800x_2 - 600x_3, \\ \begin{cases} 0,5x_1 + 0,7x_2 + 0,6x_3 + x_4 = 370 \\ 10x_1 + 19x_2 + 14x_3 + x_5 = 9\,000 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,5} \end{cases} \end{cases}$$

Воспользуемся алгоритмом симплекс-метода. Найдём опорное решение. Имеем:

$$\begin{cases} 0,5x_1 + 0,7x_2 + 0,6x_3 + x_4 = 370 \\ 10x_1 + 19x_2 + 14x_3 + x_5 = 9\,000 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 10x_4 = 3\,700 \\ 10x_1 + 19x_2 + 14x_3 + x_5 = 9\,000 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 10x_4 = 3\,700 \\ 5x_2 + 2x_3 - 20x_4 + x_5 = 1\,600 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = 292 - \frac{136}{25}x_3 - \frac{78}{5}x_4 + \frac{7}{25}x_5 \\ x_2 = 320 - \frac{2}{5}x_3 + 4x_4 - \frac{1}{5}x_5 \end{cases}$$

Решение $(292, 320, 0, 0, 0)$ является опорным. Найдём оптимальное решение. Подставим базисные переменные в целевую функцию, получим:

$$\tilde{z} = -402\,000 + 396x_3 + 4\,600x_4 + 20x_5.$$

Так как все коэффициенты при свободных переменных положительны, то найденное решение является оптимальным и $\max z = 402\,000$. Таким образом, объекту общественного питания следует планировать к продаже «Продукция 1» и «Продукция 2» в количествах 292 и

320 штук соответственно и отказаться от продажи «Продукция 3», при этом прибыль составит 402 000 рублей.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что применяя данное техническое решение, возможно с большой точностью определить предполагаемое оптимальное место размещение объекта общественного питания. В нашем случае, по исследуемой территории населенного пункта, этим местом оказалась операционно-территориальная единица 35 с географическими координатами места расположения объекта поставщика R_2 и максимальной прибылью в указанной точке 402 000 рублей.

Заключение

По результатам проведенного исследования найдена попытка решения проблемы определения оптимального места размещения объектов общественного питания. Научная новизна исследования заключается в техническом решении проблемы. В дальнейшем возможно создание компьютерной программы, реализующей предложенную модель, и алгоритмов управления оптимизацией места размещения объектов общественного питания. Выдвинутая гипотеза подтвердилась, поскольку заявленное техническое решение позволило с большой точностью определить предполагаемое оптимальное место размещение объекта общественного питания с географическими координатами и максимальной прибылью в указанной точке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов, А.К. Формирование модели рационального размещения Предприятий общественного питания по муниципальному образованию «Город Воткинск» / А.К. Осипов, К.В. Желнова // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». — 2012. — № 1. — С. 57–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-modeli-ratsionalnogo-razmescheniya-predpriyatiy-obschestvennogo-pitaniya-po-munitsipalnomu-obrazovaniyu-gorod-votkinsk> (дата обращения: 04.04.2023).
2. Котельникова, А.В. Оптимальный выбор расположения предприятия общественного питания / А.В. Котельникова // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. — 2009. — № 115. — С. 126–132. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnyy-vybor-raspolozheniya-predpriyatiya-obschestvennogo-pitaniya> (дата обращения: 12.03.2023).
3. Зинич, Л.В. Определение оптимального пространственного размещения предприятий по производству молочной продукции / Л.В. Зинич, Н.А. Кузнецова, Е.А. Астахова — DOI 10.18334/epp.13.1.116849 // Экономика, предпринимательство и право. — 2023. — Т. 13, № 1. — С. 221–232.
4. Бельц, Е.А. Оптимизация размещения предприятий с учетом минимально допустимых расстояний / Е.А. Бельц, А.А. Колоколов // Вестник ОмГУ. 2012. № 4(66). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-razmescheniya-predpriyatiy-s-uchetom-minimalno-dopustimyh-rasstoyaniy> (дата обращения: 10.04.2023).

5. Соседко, В.В. Методы и средства определения оптимального местоположения промышленного предприятия / В.В. Соседко, А.Г. Янишевская — DOI: 10.25206/2310-9793-2018-6-2-65-70 // ОмГТУ. 2018. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-opredeleniya-optimalnogo-mestopolozheniya-promyshlennogo-predpriyatiya> (дата обращения: 02.05.2023).
6. Дулесов, А.С. Методика решения задачи об оптимальном размещении производственных объектов / А.С. Дулесов, М.А. Прутовых // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=10671> (дата обращения: 17.05.2023).
7. Желнова, К.В. Система управления общественным питанием. Кластерный подход: монография / К.В. Желнова, А.К. Осипов // Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2013. — 184 с. — ISBN 978-3-8443-5243-6. URL: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-3-8443-5243-6/система-управления-общественным-питанием-кластерный-подход?locale=ru> (дата обращения: 18.03.2023).
8. Salnikova, K.V. Cluster Approach For Territorial Development Management. / K.V Salnikova, R.V. Faizullin — DOI: 10.15405/epsbs.2021.09.02.231 // Economic and Social Trends for Sustainability of Modern Society (ICEST-II 2021). — 2021. — № 116 — P. 2053–2060. European Publisher.
9. Головнин, О.К. Оптимизация схемы размещения торговых объектов на основе математико-картографической модели / О.К. Головнин., А.А. Игоница — DOI: 10.21685/2227-8486-2021-2-8 // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-shemy-razmescheniya-torgovyh-obektov-na-osnove-matematiko-kartograficheskoy-modeli> (дата обращения: 30.03.2023).
10. Шипицына, Р.Е. Сравнение результатов применения методов решения транспортной задачи линейного программирования / Р.Е. Шипицына, Е.Е. Витвицкий — DOI: 10.51955/2312-1327_2021_2_6 // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2021. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-rezultatov-primeneniya-metodov-resheniya-transportnoy-zadachi-lineynogo-programmirovaniya> (дата обращения: 11.04.2023).

Salnikova Kristina Vladimirovna

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

E-mail: kristina-zhelnova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2780-8857>

RSCI: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=799657

Method for determining the optimal location of public catering facilities

Abstract. Relevance and goals. The relevance of the research topic is due to the need for a comprehensive study of the problems of choosing a spatial location in the context of the rapid spread of digital technologies. The purpose of the study is an attempt to substantiate the feasibility of implementing a technical solution, namely the development of a digital geographic information system aimed at determining the optimal location for public catering facilities. Materials and methods. An approach is proposed for optimizing the layout of facilities as a set of three interrelated sequential elements (stages), consisting of determining the best operational-territorial unit, determining the expected rational boundaries of the consumer service market, determining the coordinates of the location of the catering facility and finding the optimal structure for the sale of products that provides the facility catering maximum profit. The advantage of the considered technical solution is to increase the accuracy of the optimal placement of public catering facilities, which ensures an increase in the speed of actions to determine the location point, including ensuring the speed of response of public catering facilities to continuous changes in dynamic competitive markets in real time; the emergence of the ability to most reliably draw conclusions about the optimal placement of a public catering facility at any time. The research methodology is based on the use of general scientific methods: description, measurement, analysis, synthesis, comparison, modeling, as well as the use of statistical methods and linear programming. Results. Creation in the future of a program that implements the proposed model and algorithms. Conclusions. The results of the study showed the possibility of applying the proposed approach with the ability to determine the expected optimal location of the catering facility with great accuracy. The scope of the research results is associated with the subsequent creation of information technology to manage the optimization of the location of public catering facilities.

Keywords: optimal location; catering facilities; digital map; geographic coordinates; supplier market boundaries; consumer; operational-territorial unit; accuracy; maximum profit; synergistic effect