

**Список литературы**

1. Гутер Р. С. Программирование и вычислительная математика / Р. С. Гутер, П. Т. Резниковский, С. М. Резник. – Москва : Наука, 1971. – 696 с.
2. Джермейн К. Программирование на IBM/360 / К. Джермейн. – Москва : Мир, 1973. – 870 с.
3. Карманов В. Г. Математическое программирование / В. Г. Карманов. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 264 с.
4. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа / Н. Н. Моисеев. – Москва : Наука, 1981. – 487 с.

**References**

1. Guter R. S., Reznikovsiy P. T., Reznik S. M. *Programmirovaniye i vychislitel'naya matematika* [Programming and calculus mathematics]. Moscow, Nauka, 1971. 696 p.
2. Dzhermeyn K. *Programmirovaniye na IBM/360* [Programming by IBM/360]. Moscow, Mir, 1973. 870 p.
3. Karmanov V. G. *Matematicheskoye programmirovaniye* [Mathematical programming]. Moscow, 2011. 264 p.
4. Moiseev N. N. *Matematicheskiye zadachi sistemnogo analiza* [Mathematical problems of system analysis]. Moscow, Nauka, 1981. 487 p.

УДК 519.863

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ  
ОБЪЕКТОВ СЕТИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ  
НА ОСНОВЕ ЗАКОНА ОБРАТНОГО КВАДРАТА**

*Шиккульская Ольга Михайловна*, доктор технических наук, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: shikul@mail.ru

*Набережная Алена Владимировна*, аспирант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: naberezhnaya\_av@mail.ru

Создание новых и развитие имеющихся сетей торговых объектов – актуальная проблема современного рынка. Но необходимо учитывать, что создание розничной торговой сети требует решения ряда важных вопросов, среди которых первоочередным является оптимальное месторасположение новых торговых точек, поскольку убытки от нерационального расположения могут оказаться колоссальными.

На сегодняшний день существует большое число разнообразных методов и моделей размещения торговых объектов, но ни один из указанных методов не является универсальным, отвечающим всем требованиям и запросам современного рынка.

Наиболее эффективные решения проблем достигаются посредством переноса законов, открытых для одной области знаний, в другую. Одним из таких универсальных законов является закон обратного квадрата, который описывает взаимодействие гравитационных полей (закон Ньютона), взаимодействие заряженных частиц (закон Кулона), закон Био-Савара-Лапласа – магнитный аналог закона Кулона.

Авторами была рассмотрена возможность применения закона обратного квадрата для исследуемой предметной области. При этом наиболее подходящим оказался закон Кулона, учитывающий направление сил взаимодействия в зависимости от знаков зарядов взаимодействующих частиц. Также авторами были проанализированы все факторы, влияющие на размер получаемой прибыли / убытков от функционирования объектов торговой сети.

**Ключевые слова:** сеть торговых объектов, оптимизация размещения, метод, модель, адаптация метода, закон Кулона, критерии оптимизации, объект размещения, конкуренты, клиентская база, проницаемость среды, оценочная функция, нормирование критериев

**DEVELOPMENT OF A MODEL BASED ON THE LAW OF INVERSE SQUARES  
TO BE USED FOR OPTIMIZING THE PLACEMENT  
OF RETAIL NETWORKS**

*Shikulskaya Olga M.*, D.Sc. (Engineering), Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: shikul@mail.ru

*Naberezhnaya Alena V.*, post-graduate student, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: naberezhnaya\_av@mail.ru

The article says the modern market is facing an acute problem related to the development of existing retail chains and the establishment of new ones. However, a number of important issues – such as the emplacement of new stores to replace inefficient older ones – need to be resolved as a pre-condition to creating new retail networks.

The paper indicates that currently there are a large number of different methods available for selecting the placement of retail networks, but none of these is universal nor addresses all of the market-related demands.

The most effective solutions, in the critique's view, could be achieved through the transfer of laws from one area of knowledge to another. One of these universal laws is the inverse square law (Newton's law), which describes the interaction of gravitational fields, while another (Coulomb's law) covers the interaction of charged particles and the Biot-Savart-Laplace magnetic analog.

The study has considered the possibility of using either Newton's or Coulomb's law to resolve the challenge at hand. The latter, which it suggests is most suitable, would take into account the direction of the forces of interaction, depending on the activity caused by interacting participants. In conclusion, the research paper has analyzed all of the factors affecting the incurrence of profits (or losses) from the perspective of a retail network.

**Keywords:** retail trade network, optimization of location, method, model, adaptation of method, Coulomb's law, optimization criteria, placement object, competitors, clients, medium penetrability, estimator, valuation criteria

Создание розничных торговых сетей является одним из современных методов управления торговым капиталом, позволяющим получать экономию затрат от изменения масштаба деятельности. В условиях усиливающейся конкуренции в торговле возникает необходимость скорейшего возврата денежных активов, вкладываемых в товарно-материальные ценности. На данном этапе развития розничной торговли, по мнению специалистов, наибольшую скорость возврата денежных активов обеспечивают розничные торговые сети. Поэтому сетевая розничная торговля является не только самым крупным, но и наиболее важным сектором как для торговли, так и для экономики в целом.

Общеизвестно, что в развитых странах торговыми сетями охвачено все рыночное пространство, на долю прочих розничных точек (маленькие магазины, лавки) приходится не более 4–6 % рынка розничной торговли. В России рынок сетевой торговли только набирает оборот. На сегодняшний день в нашей стране на сетевую розничную торговлю приходится примерно 20–30 % рынка розничной торговли, поэтому у нее есть достаточно большие перспективы для своего дальнейшего развития [1].

В связи с этим создание новых и развитие имеющихся сетей торговых объектов – актуальная проблема современного рынка. Но необходимо учитывать, что создание розничной торговой сети требует решения ряда важных вопросов, среди которых первоочередным яв-

ляется оптимальное месторасположение новых торговых точек и распределительных центров, поскольку убытки от нерационального расположения могут оказаться колоссальными. Эта проблема многоаспектна, а ее решение охватывает экономические, социальные, градостроительные и иные задачи. Оптимальность местоположения торговой точки зависит от ряда факторов, начиная с инфраструктуры района и заканчивая социально-экономическим уровнем развития населения рассматриваемого района.

На сегодняшний день существует большое количество разнообразных методов и моделей размещения торговых объектов: математико-статистические методы (теория игр, географические информационные системы, системный анализ, картографирование, теория случайных полей и др.), количественные методы (основанные на разработках экономико-математических и экономико-статистических методов) [3]. Однако они предназначены для выбора месторасположения отдельного торгового предприятия и не применимы для решения задачи оптимального размещения сети торговых объектов, так как не учитывают взаимовлияния объектов сети и всего многообразия влияющих факторов. Этим обусловлена актуальность решаемой проблемы.

Наиболее эффективные решения проблем достигаются посредством переноса законов, открытых для одной области знаний, в другую: «...философы и естествоиспытатели всех времен глубоко убеждены, что существует внутренняя гармония мира, и эту общность можно раскрыть с помощью математики, описывающей обобщенность и совершенство законов природы» [2, с. 486]. Одним из таких универсальных законов является закон обратного квадрата, который описывает взаимодействие гравитационных полей (закон Ньютона), взаимодействие заряженных частиц (закон Кулона), закон Био-Савара-Лапласа – магнитный аналог закона Кулона. Теория информационного поля [2] внесла значительный вклад в распространение закона обратного квадрата на различные области знаний. Более чем в 200 работах отечественных и зарубежных ученых показано существование закона обратного квадрата для физики, химии, космологии и галактики, математики, медицины.

Авторами была рассмотрена возможность применения закона обратного квадрата для исследуемой предметной области. Причем наиболее подходящим оказался закон Кулона (1), учитывающий направление сил взаимодействия в зависимости от знаков зарядов взаимодействующих частиц. Спрос потребителей на товары (потенциальных клиентов) и предложение товаров примем, используя терминологию теории статического электричества, соответственно за отрицательный и положительный заряды. Носителями отрицательных зарядов являются потребители продукции (население), носителями положительных зарядов являются поставщики продукции (размещаемые объекты торговой сети и конкурирующие торговые объекты). Так как потребители с их разнообразными запросами распределены по исследуемой территории неравномерно, то в совокупности их можно рассматривать как неоднородное отрицательно заряженное электрическое поле. Для упрощения задачи заменим непрерывную функцию распределения отрицательного электрического заряда (потребительского спроса) по координатной плоскости на карте местности на дискретную. Разобьем территорию координатными линиями на участки прямоугольной формы. Для упрощения будем считать «поле потребительского спроса» такого участка, аналогичное отрицательно заряженному электрическому полю, равномерным. За точечный отрицательный заряд примем «центр» такого участка прямоугольной формы, населенного потребителями, находящийся на пересечении диагоналей. Отрицательные заряды «потребительского спроса» и положительные заряды «предложения», создаваемые конкурирующими центрами торговли, будем считать неподвижными, а проектируемый объект торговой сети – подвижной положительно заряженной частицей (рис. 1).



Рис. 1. Схема размещения объектов потребительского спроса и предложения на координатной плоскости карты местности

Получаем для логической связи закон, подобный закону Кулона (1): все торговые объекты будут отталкиваться друг от друга, а к рассматриваемым «точкам» с потенциальными клиентами торговые точки будут притягиваться:

$$F = \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{kr^2} \quad (1)$$

Описание обозначений в формуле (1) представлено в табл. 1 величин-аналогов.

Таблица 1

Соотношение величин-аналогов

Обозначение	Величина	
	Закон Кулона	Взаимодействие объектов торговой сети
$F$	Сила взаимодействия зарядов	Величина взаимного влияния объектов и субъектов торговли
$q_1, q_2$	Величины взаимодействующих зарядов	Величины, характеризующие спрос на товары и его удовлетворение
$k$	$k = 4\pi\epsilon$ , где $\epsilon$ – диэлектрическая проницаемость	Коэффициент проницаемости среды взаимодействия
$r$	Расстояние между зарядами	Расстояние между объектами и субъектами торговли

Величина зарядов будет зависеть от различных факторов. Авторами были проанализированы все факторы, влияющие на размер получаемой прибыли / убытков от функционирования объектов торговой сети. Результаты анализа сведены в табл. 2.

**Критерии оптимального размещения объектов торговой сети**

<b>Оцениваемый объект</b>	<b>Наименование критерия</b>	<b>Индикаторы</b>
<b>Размещаемый торговый объект и конкурент</b>	Уровень цен	Цена на отдельные виды товаров
	Качество обслуживания	1. Количество профессиональных продавцов 2. Наличие менеджера по работе с персоналом
	Размер капиталовложений	1. Стоимость строительных, отделочных, монтажных, инженерных работ или стоимость аренды 2. Стоимость торгового, контрольно-кассового оборудования, погрузочно-разгрузочных средств, средств автоматизации и т.п.
	Размер торговой площади	Площадь торгового зала
	Формат магазина	1. Торговый центр 2. Универмаг 3. Мини-маркет 4. Фирменный магазин 4. Бутик 5. Супермаркет 6. Специализированный магазин 7. Магазин у дома
	Объем оборота	Количество товара, проданного в единицу времени в стоимостном выражении
	Расходы на содержание объекта	1. Затраты на оплату коммунальных услуг 2. Затраты на услуги связи 3. Затраты на хоз. товары и инвентарь 4. Затраты на ремонт
	Наличие склада	Количество собственных складов
	Система скидок	Количество предоставляемых скидок
<b>Потенциальная клиентская база</b>	Плотность населения	Количество человек, проживающих в исследуемой зоне
	Уровень дохода	Средний доход семей, проживающих на рассматриваемой территории
	Состав населения	1. Количество мужчин 2. Количество женщин 3. Количество иностранцев
	Возраст	Количество человек в возрасте: 1. до 3 лет 2. 3–7 лет 3. 7–11 лет 4. 11–16 лет 5. 16–22 года 6. 22–35 лет 7. 35–50 лет 8. старше 50
	Наличие автотранспортного средства	Количество автомобилей населения, проживающего в рассматриваемом районе
	Периодичность совершения покупок	Количество человек, совершающих покупки: 1) каждый день; 2) 2–3 раза в неделю; 3) 1 раз в 2 недели; 4) 1 раз в месяц

	Покупательские потоки	Количество потенциальных клиентов, которые готовы затратить на дорогу до магазина: 1. 3–5 мин 2. 5–15 мин 3. 15–40 мин 4. 40–60 мин 5. дольше 1 часа
<b>Проницаемость среды</b>	Транспортные потоки	1. Количество автомобильных дорог 2. Количество пешеходных путей 3. Количество остановок
	Коммуникации и услуги	1. Наличие линий связи 2. Наличие систем электроснабжения 3. Наличие систем водоснабжения
	Общественные заведения	Количество часто посещаемых большинством людей учреждений (банки, почта, больницы, заведения культуры и т.п.)
	Автостоянка	1. Количество автостоянок 2. Количество парковочных мест

После расчета взаимодействующих сил по формуле (1) применим третий закон Ньютона (2)

$$\sum \vec{F}_i = 0. \quad (2)$$

Устойчивое положение размещаемого объекта будет определяться равновесием всех действующих на него сил (рис. 2).

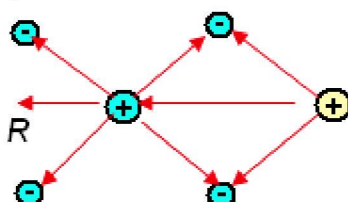


Рис. 2. Схема взаимодействия между объектами торговли и потребителями

Размещаемый объект мы будем последовательно перемещать по участкам координатной плоскости и для каждого участка рассчитывать значение оценочной функции по получаемой прибыли в зависимости от приведенных в табл. 2 критериев.

Предложенный метод позволяет учитывать разнообразие факторов, влияющих на размещение объекта. Разработанное на основе такой модели программное средство позволит достаточно точно определять местоположение торговых точек сети.

#### Список литературы

1. Бочкова А. В. Розничные торговые сети: состояние и перспективы развития / А. В. Бочкова. – Саратов : Научная книга, 2008. – 205 с.
2. Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2001. – 512 с.
3. Набережная А. В. Обзор количественных методов оптимизации размещения бизнес-объектов / А. В. Набережная, О. М. Шикунская // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2012. – № 1 (17). – С. 142–146.

#### References

1. Bochkova A. B. *Roznichnye torgovye seti: sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Retail trade networks: state and development prospects]. Saratov, Scientific Book, 2008. 205 p.
2. Volkova V. N., Denisov A. A. *Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza* [Fundamentals of system theory and system analysis]. 2<sup>nd</sup> ed. Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State Technical Univ. Publ. House, 2001. 512 p.
3. Naberezhnaya A. V., Shikulskaya O. M. Obzor kolichestvennykh metodov optimizatsii razmeshcheniya obektov biznesa [Review of quantitative methods of business object location optimization]. *Pri-kaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies]. Astrakhan, Astrakhan State University, Publishing House "Astrakhan University", 2012, no. 1 (17), pp. 142–146.

УДК 539.193/.194;535/33.34

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СПЕКТРА ФЕНОТИАЗИНА

*Элькин Михаил Давыдович*, доктор физико-математических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru

*Алыкова Ольга Михайловна*, кандидат педагогических наук, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru

*Карташов Максим Вячеславович*, магистрант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru

*Смирнов Владимир Вячеславович*, кандидат физико-математических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru

*Степанович Екатерина Юрьевна*, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru

*Равчеева Наталья Александровна*, преподаватель, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru

Фенотиазин известен в медицинской практике как транквилизатор. Многие его производные являются нейролептическими препаратами. В периодической литературе данных по экспериментальным и теоретическим исследованиям его структуры и колебательных спектров недостаточно для построения структурно-динамической модели соединения.

В данной статье оценены параметры адиабатического потенциала фенотиазина в рамках квантового метода функционала плотности DFT/B3LYP, проведена интерпретация колебательных состояний соединения и выявлены признаки его спектральной идентификации.

Расчеты показали, что характерной особенностью колебательного спектра фенотиазина является низкая интенсивность значительной части полос в ИК спектре соединения, а также наличие дублетов полос ( $\Delta\nu \sim 10 \text{ см}^{-1}$ ), интерпретированных как неплоские (тип симметрии A2 и B1) деформационные колебания циклических фрагментов (p, x). Колебания типа симметрии A2 неактивны в ИК спектре, интенсивность в КР спектре низкая. Колебания типа симметрии B1 активны в обоих спектрах, однако интенсивность КР полос также низка.