

К. М. Кепке, А. С. Налетова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ КООПЕРАТИВНЫХ ИГР В ИССЛЕДОВАНИИ РЫНКА ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Развитие торговли и производства в Санкт-Петербурге и по всей России положительно сказывается на рынке логистических услуг, включающем в себя услуги: по ответственному хранению; связанные с арендой складских и офисных площадей; транспортные; по информационному сопровождению товаров; коммуникационные; по таможенному оформлению грузов. Основными потребителями услуг, оказываемых современными логистическими операторами, являются как производственные и торговые предприятия, так и складские и транспортно-экспедиторские компании.

На настоящий момент большая часть функционирующих складских площадей — это перепрофилированные производственные помещения, предоставляемые заводами и фабриками, в собственности которых находятся простаивающие цехи и свободные склады, обычно непригодные для целей специализированных складов. В них отсутствуют погрузочное оборудование, холодильные помещения, нет необходимых мер безопасности, они не отвечают требованиям санитарии и температурному режиму хранения продуктов и медицинских препаратов. Складские помещения, которые можно отнести к высокотехнологичным автоматизированным складам, — это заново построенные складские комплексы, соответствующие современным техническим и качественным характеристикам.

Можно сказать, что рынок складских услуг в России начал формироваться во второй половине XX в., а качественные, высокотехнологичные склады стали появляться в конце 1990-х годов. Процесс становления рынка логистических услуг можно рассмотреть на

Корнелия Михайловна КЕПКЕ — аспирантка кафедры экономической кибернетики экономического факультета СПбГУ. В 2006 г. окончила экономический факультет СПбГУ. Сфера научных интересов — применение аппарата теории игр для решения экономических задач. Автор одной публикации.

Анна Сергеевна НАЛЕТОВА — ассистент кафедры экономической кибернетики экономического факультета СПбГУ. В 2003 г. окончила экономический факультет СПбГУ, в 2006 — защитила кандидатскую диссертацию. Сфера научных интересов — финансовый анализ, управление на предприятии. Автор 5 публикаций.

© К. М. Кепке, А. С. Налетова, 2007

примере развития нескольких операторов, занимающих сейчас лидирующие положения по объему предоставляемых складских площадей. Перечень лидирующих компаний, в управлении которых находятся основные складские комплексы Санкт-Петербурга, приводится в таблице.

Компании, в управлении которых находятся основные современные складские комплексы Санкт-Петербурга

Название компании	Общая площадь крытых складов, кв. м	Класс	Общая площадь открытых складов, кв.м	Район
ЗАО «Машоптторг»	54 000	В-		Невский
ОАО «Экспомакет»	51 000	В		Кировский
ООО «Интертерминал»	50 800	А/В+	33 259	Московский, Выборгский
ЗАО «Петербург-Внештранс»	30 500	В		Приозерский, Калининский
ОАО «Ленснабпечать»	30 000	В-		Приморский, Выборгский
ЗАО «Фуркон»	27 000	В/С		Московский, Калининский
ЗАО «Липсанен Инкорпорейтед»	20 000	В+		Московский, Фрунзенский
ЗАО «Парфюм»	20 000	В		Фрунзенский
ООО «Ниеншанц-Логистик»	16 800	В+		Фрунзенский, Невский
ЗАО «Посылторг»	16 000	В		Московский
ЗАО «Алерс Санкт-Петербург»	15 000	В+		Красносельский
ООО «Русьбалтсервис»	14 000	В		Московский
ОАО «База Бадаева»	13 000	С		Московский
ОАО «Тетрамет»	12 000	–	15 000	Кировский
ЗАО «Интеракт»	10 000	В	20 000	Московский
ОАО «Коммерческий центр «Транспорт и лес»»	10 000	В+	35 000	Кировский
ОАО «Электронкомплекс»	10 000	В		Выборгский
ООО «Авалон Логистик»	7000	А		Выборгский
ОАО «Лиговское»	5500	В	12 000	Центральный
ООО «Охта Терминал»	5000	В+		Красногвардейский

Источник: Деловой Петербург. 2006. 7 апр.

Развитие складской недвижимости поставило необходимость классифицировать существующие и строящиеся объекты в соответствии с требованиями рынка. Одна из таких классификаций была разработана и принята к использованию консалтинговой компанией *Knight Frank*. В соответствии с ней выделяется шесть типов складских помещений по убыванию: А+, А, В+, В, С, D. В основу деления положено качество помещений, структура организации погрузо-разгрузочных площадей, наличие пожарной сигнализации, офисных помещений, близость к центральным магистралям, система охраны, а также ряд других характеристик¹. Рассмотрим несколько типов складских помещений, характерных для Санкт-Петербурга, и их принадлежность к классам.

Первый тип помещений — это бывшие крупные базы советского периода, которые переоборудованы под склады. К настоящему моменту большая часть этих складов была разобрана на отдельные помещения и находится в пользовании разных мелких торговых компаний и производителей, которые размещают в этих корпусах свои склады. Согласно статистике, в Санкт-Петербурге используется в таких целях около восьми бывших овощных баз².

Второй тип помещений рассмотрим на примере ОАО «Лиговское». Начало строительства административно-правового комплекса относится к середине 1930-х годов. Часть объектов недвижимости была построена в 1960-х и 1980-х годах. Коммерческая деятельность ОАО «Лиговское» была в основном направлена на закупку, хранение потребительских товаров с насыщением розничных торговых предприятий, также ОАО предоставляло услуги по всему спектру логистических операций на имеющихся в собственности предприятия складских площадях и, кроме того, услуги по перевозке товара по железной дороге и с помощью автомобильного транспорта. В 2002 г. ОАО «Лиговское» провело полное техническое переоснащение складских площадей. В течение двух лет был завершен проект строительства современного холодильного комплекса емкостью 5000 т и начат проект строительства офисно-складского комплекса. В июне 2005 г. стал функционировать новый транспортно-логистический комплекс класса А.

Третий тип рассматриваемых помещений представляет собой созданные склады каким-то крупным предприятием для покрытия собственных потребностей. Например, ОАО «Кировский завод» в 1995 г. создало около десяти дочерних предприятий, среди которых были ОАО «Экспомаркет» и ОАО «Тетрамет». На настоящий момент эти складские комплексы относятся к В и С классу, предоставляют логистические услуги сторонним компаниям, обладают рядом дополнительных характеристик (например, «Экспомаркет» организовал «Центральный таможенный терминал» с размещением отдела таможенного оформления и таможенного контроля) и входят в десятку лидеров рынка логистических услуг (таблица). Также к числу предприятий, создавших специализированные склады для покрытия собственных потребностей, относятся ОАО «Ленснабпечат» (создано в 1966 г. для хранения полиграфических материалов), ОАО «Электронкомплекс» (с 1998 г. принадлежит к группе компаний «Полихим. На настоящий момент оно обладает единственным наливным терминалом на Северо-Западной части России, который пригоден для перевалки химических жидкостей и изготовления композиций из различных материалов).

Четвертый тип складских помещений — это современные, построенные с нуля логистические комплексы с большим набором дополнительных услуг, таких как информационное сопровождение товаров, таможенное оформление грузов, коммуникационные услуги. Яркими примерами данных комплексов являются ООО «Ниеншанц-Логистик», ОАО «Электронкомплекс», ОАО «Коммерческий центр “Транспорт и лес”».

Последний имеет прямой выход на берег Финского залива Балтийского моря и предоставляет помимо складских услуг большой объем междугородних и международных автотранспортных перевозок, поставку черного металла, проката труб, метизов, электрооборудования, приспособлений и механизмов в судостроение и судовое машиностроение.

В целом в Санкт-Петербурге структура предложения по классам выглядит следующим образом. Доля общего качественного предложения складских помещений, т. е. складов класса А и В, составляет около 7%. Самую большую долю имеет класс С, к которому принадлежат отопляемые производственные помещения или ангары, и составляет 79,8%, к классу D складских помещений Санкт-Петербурга относятся остальные 13,2%.

По данным различных консалтинговых компаний, стоимость строительства одного квадратного метра современного качественного складского помещения составляет от 400 до 500 долл. США без учета затрат на оформление земли, согласования, проведение коммуникаций, разработку и внедрение бизнес-процессов, маркетинг и управление объектом. При этом чем больше площадь склада и выше его классность, тем выгоднее инвестиции в складскую недвижимость, которые за последние 2 года выросли на 36%. По данным международной консалтинговой компании «Knight Frank», по причине недостатка в хорошо технически оснащенных специализированных складах (холодильных, фармацевтических, топливных) новые качественные складские комплексы имеют 100%-ную заполняемость³. Срок окупаемости инвестиций в логистические центры составляет в среднем от двух до пяти лет, но все еще превышает сроки окупаемости инвестиций в торговую или офисную недвижимость. В прошлом году доходность от вложений в складские комплексы в России достигла рекордной отметки в 25%. Специалисты утверждают, что небольшой, но доходный рынок складской недвижимости и логистических услуг в ближайшие годы будет увеличиваться⁴.

На петербургский рынок выходит множество новых западных игроков: организация производства на территории страны становится не менее выгодной, чем экспорт продукции. Качественные складские комплексы и логистические операторы завоевывают доверие потребителей, которые привыкают к высокому качеству услуг и все больше используют логистический сервис. При этом основными потребителями логистических услуг являются зарубежные компании, однако, по мнению большинства операторов, резиденты страны уже в ближайшем будущем осознают выгоды от работы с профессиональными логистами⁵.

По данным коммерческой компании «Бекар», общая площадь складских площадей Санкт-Петербурга составляет 5,5 млн кв. м, а общая численность складских помещений насчитывает более ста крупных комплексов. Из них только 400 тыс. квадратных метров можно отнести к помещениям класса А и В⁶. Немногие компании имеют свои собственные склады, поэтому все более популярными становятся услуги ответственного хранения грузов и аренды складских площадей.

Величина арендных ставок на рынке складских площадей в значительной степени зависит от качественного состояния и технического оснащения комплекса. Соответственно, разброс величины арендных ставок колеблется от 3 у. е. за кв. м/месяц (когда речь идет о помещениях, находящихся в неудовлетворительном состоянии) до величины в 15 у. е. за кв. м/месяц на новые и специализированные помещения.

Современные высокотехнические складские комплексы, как правило, предоставляют ряд дополнительных логистических услуг, и большая часть их помещений используется

для ответственного хранения грузов. Производственная, торговая или иная компания может пользоваться комплексом услуг по ответственному хранению на таком складе, включающем в себя, например, услуги по информационному сопровождению, транспортировке, перераспределению и маркировке товара.

Минимальная стоимость услуг хранения составляет 0,3 у. е. в сутки за единицу груза или площади. В качестве единицы измерения чаще всего выступают паллето-места или 1 т груза, иногда используются объем груза в кубических метрах или площадь в квадратных метрах. На стоимость погрузочно-разгрузочных работ влияет способ разгрузки и обработки грузов — ручной или механизированный.

Основным ценообразующим фактором для складской недвижимости, наравне с качеством предоставляемых услуг, является территориальное местоположение и транспортная доступность. В связи с ростом транспортных грузопотоков в городе оптимальным местоположением объектов производственной и складской недвижимости являются промышленные зоны, находящиеся вблизи кольцевой окружной дороги и других крупных магистралей при выезде из города, обеспеченных железнодорожными ветками.

По данным консалтинговых компаний, в 2005 г. в Санкт-Петербурге в эксплуатацию было введено около 75 тыс. кв. м высококачественных складских площадей, а к концу 2006 г. предполагалось закончить строительство и сделать пригодными к использованию еще 500 тыс. квадратных метров новых и перепрофилированных складов. Но необходимо отметить, что основная часть реализуемых проектов строительства новых высококачественных складских площадей предназначена для удовлетворения собственных потребностей компаний-инвесторов или их строительство заключается под заказ зарубежных компаний, поэтому они не будут находиться в открытом предложении. Соответственно, увеличение рынка в течение последующих нескольких лет не приведет к большому изменению ставок аренды и стоимости услуг ответственного хранения грузов.

Специалисты коммерческой компании «Бекар» утверждают, что петербургский рынок складской недвижимости и логистических услуг в 2006–2007 гг. будет характеризоваться высоким спросом и недостаточным для его удовлетворения качественным предложением. Введение в 2006–2007 гг. в эксплуатацию новых промышленно-складских помещений уменьшит разрыв между спросом и предложением, которое, однако, не приведет к снижению стоимости услуг ответственного хранения или падению арендных ставок в этом секторе. Аналитики «Росбизнесконсалтинг» говорят о возможном снижении стоимости услуг необорудованных складских помещений, однако на рынке высококачественных складских площадей стоимость услуг будет увеличиваться⁷.

Проведенный анализ рынка складской недвижимости и логистических услуг приводит к выводу, что в современных условиях экономики осуществление проекта строительства крупного высокотехнологичного складского комплекса усилиями одной логистической фирмы, если она выступает в качестве инвестора, весьма затруднительно.

Одним из вариантов решения данной проблемы является кооперация некоторого количества логистических операторов с целью объединения усилий по созданию проекта. В рамках изучения таких схем эффективным аппаратом исследования поведения логистических компаний, по нашему мнению, является инструментарий теории кооперативных игр. В данном случае для того, чтобы подчеркнуть эффективность объединения логистических компаний, авторами будет сделана попытка применения теории моделей распределения затрат для решения задачи строительства складского комплекса.

Модели распределения можно представить следующим образом: есть некий вариант строительства складского комплекса и множество логистических компаний —

потенциальных пользователей и владельцев этого комплекса. Эти логистические компании участвуют в строительстве комплекса и в дальнейшем претендуют на его непосредственное использование в соответствии со своими потребностями.

Предположим, I – конечное множество логистических компаний, C – непрерывная, неубывающая функция общих инвестиционных затрат на строительство складского комплекса, $C(0) = 0$, а вектор $x = (x_i)_{i \in I}$ описывает требования (спрос) логистических операторов в складских площадях, причем естественно $x_i \geq 0$ для каждого логистического оператора. Итак, задача распределения затрат – это тройка (I, C, x) , решением которой является вектор $y = (y_i)_{i \in I}$, который описывает затраты логистических компаний $y_i, i \in I$, при этом $y_i \geq 0$ для каждой компании $i \in I$ и $\sum_{i \in I} y_i = C\left(\sum_{i \in I} x_i\right)$. Заданную функцию обозначим через F , а суммарный инвестиционный вклад логистических операторов – через z , тогда суммарный выпуск есть $F(z)$, который может быть проинтерпретирован как объем предполагаемого складского комплекса.

Метод распределения затрат – это отображение φ , которое ставит в соответствие каждой задаче распределения затрат (I, C, x) решение $y = \varphi(I, C, x)$. В данном случае переменные $C, x_i, y_i \in R_+^1$ и соответствуют делимым затратам на строительство, вкладам соответствующих операторов в строительство и их долям в предполагаемом комплексе. Обозначим через M множество методов распределения затрат с заданным множеством компаний, из которых выбираются возможные сообщества логистических операторов I .

Простейший метод распределения затрат – метод средних затрат ac – распределяет суммарные затраты пропорционально индивидуальному спросу:

$$y = ac(C, x) = \frac{C(x_I)}{x_I} x,$$

где в случае $x_I = 0$ должно быть $y = 0$.

Метод средних затрат однозначно определяется следующими аксиомами.

1. Отсутствие преимущественного распределения – перераспределение индивидуального спроса между логистическими компаниями из коалиции не меняет суммарную долю этих компаний, т. е. подобное перераспределение неприбыльно для компаний.

2. Несущественность перераспределений – перераспределение требований не оказывает влияния на логистических операторов, которые не имеют отношения к перераспределению.

3. Декомпозиция – вначале можно определить доли подмножеств разбиения множества I , а потом распределять эти доли уже в соответствующих подмножествах логистических компаний⁸.

Рассмотрим возможные варианты модификации задачи в зависимости от требований логистических компаний к предполагаемому складскому комплексу.

Пусть один логистический оператор собирается размещать на своей площади быстропортящиеся продукты питания, второй оператор предполагает хранить чайную и кофейную продукцию и т. д. Соответственно, оборачиваемость складской площади у операторов будет разной. Пусть I ($i \in 1 : n$) операторов должны распределить затраты на строительство погрузочно-разгрузочной зоны, причем i -му логистическому оператору для обеспечения необходимого для него показателя оборачиваемости достаточно, чтобы зона погрузочно-разгрузочных работ была равна c_i . Предположим, что затраты на строительство погрузочно-разгрузочной зоны пропорциональны площади и что $c_n \leq c_{n-1} \leq \dots \leq c_1$. Таким образом, при объединении этих операторов их затраты на строительство

есть $c(I) = \max_{i \in I} \{c_i\}$. Вектор Шепли w в данной игре получается следующим:

$$w_n = \frac{1}{n}c_n, w_{n-1} = \frac{1}{n}c_n + \frac{1}{n-1}(c_{n-1} - c_n), \dots, w_i = \sum_{j=i}^n \frac{1}{j}(c_j - c_{j+1})$$

для любых $i \in I$, причем $c_{n+1} = 0$.

Это может быть проинтерпретировано следующим образом: за ту часть погрузочно-разгрузочной зоны, которой пользуются все логистические компании, все платят поровну. За «следующую» часть, которой пользуются $n-1$ операторов, они платят поровну, и т. д.

Рассмотрим другой вариант требований логистических компаний к предполагаемому складскому комплексу. Пусть продукция, которую собираются размещать на складе, неоднородна по ценности. При этом в планируемые расходы по эксплуатации комплекса входят только затраты на физическую охрану. Однако некоторые операторы, собирающиеся хранить особо ценную продукцию, хотят внедрить систему видеонаблюдения и оповещения.

Пусть $x = (x_i)_{i \in I}$ — набор, описывающий спрос на повышенную систему охраны x_i каждого логистического оператора i , причем $x_i = 0$, если i -му логистическому оператору достаточно обычной системы охраны и $x_i = 1$ в случае, если i -му логистическому оператору необходимы системы видеонаблюдения и оповещения. Тогда очень удобно вектор x обозначить через $S \subset I$, а именно, $x_i = 1$ тогда и только тогда, когда $i \in S$. В этом случае функция затрат C ставит в соответствие каждой коалиции S число $C(S)$, которое интерпретируется как затраты на внедрение системы видеонаблюдения и оповещения для агентов из S и только их. Естественно $C(\emptyset) = 0$ и C монотонна: если $S \subset T$, то $C(S) \leq C(T)$ для любых $S, T \subset I$. Решение задачи распределения затрат (I, C, S) — это, в данном случае, набор «долей затрат» $y = (y_i)_{i \in I}$ таких, что $y_i \geq 0$ для любого i и $\sum_{i \in I} y_i = C(S)$. Таким образом, метод распределения затрат — это отображение φ , ставящее в соответствие каждой задаче (I, C, S) решение $y = \varphi(I, C, S)$.

Так как x_i принимает только два значения, то данный тип задачи представляет из себя задачу бинарного спроса, которая позволяет отметить еще несколько интересных моментов⁹. Идея распределения затрат пропорционально спросу в модели с бинарным спросом сводится к распределению $C(S)$ поровну между всеми операторами из S (оставляя нулевые затраты логистическим компаниям вне S). Однако этот метод не учитывает «ответственности» за возникновение затрат, и очевидное требование состоит в том, что оператор, спрос которого не порождает ничего, не должен ничего платить, т. е. речь идет об аксиоме «болвана». Логистический оператор называется «болваном» для функции затрат C , если затраты на его обслуживание нулевые, т. е. $C(i) = 0$ и беззатратно его добавление к любой коалиции S .

Проведенное исследование позволяет сделать заключение, что инструментарий теории кооперативных игр и построение моделей распределения затрат на его основе могут быть адекватно применены для описания и решения экономических задач, связанных со строительством крупного логистического комплекса.

Развитие полученных моделей может быть произведено на основе еще более детального рассмотрения требований, предъявляемых логистическими операторами к потенциальному складскому комплексу. Интересными для дальнейшего исследования являются вопросы о переменном спросе какого-то логистического оператора и вытекающие

отсюда проблемы к измерению затрат этого оператора. В данном случае на основе проведенного анализа рынка складской недвижимости и логистических услуг Санкт-Петербурга продемонстрирован эффект от кооперации некоторого количества логистических операторов с целью создания высокотехнологичного складского комплекса.

¹ www.investor.kirov.ru.

² *Гонкало О.* Рынок, которого нет // Экономика и время. 2005. № 45.

³ Обзор рынка коммерческой недвижимости за первое полугодие 2006 г. (<http://www.spb.knightfrank.ru/>).

⁴ *Мальшев Д.* Сведем счеты // Ведомости. 2005. 24 мая.

⁵ *Лазарев А.* Логистика в Петербурге развивается, но не совсем так, как этого хочется чиновникам // Экономика и время. 2005. № 22.

⁶ Обзор рынка коммерческой недвижимости за первое полугодие 2006 г. (<http://www.spb.knightfrank.ru/>).

⁷ Темпы роста регионального рынка складских услуг. 2006. 29 марта (www.rbk.ru).

⁸ *Мулен Э.* Теория игр с примерами из математической экономики. М., 1985.

⁹ *Печерский С. Л., Беляева А. А.* Теория игр для экономистов. Европейский университет в Санкт-Петербурге. СПб., 2001.

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2007 г.