

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета  
на диссертацию Лonyaгиной Юлии Евгеньевны на тему  
«Математическое моделирование равновесного распределения продуктовых потоков»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

**Актуальность темы исследования.** В своей диссертации Лonyaгина Юлия Евгеньевна проводит исследование моделей пространственно-сетевых экономических отношений и условий возникновения ненулевых продуктовых потоков между удаленными друг от друга поставщиками и потребителями при равновесном распределении потоков гомогенного продукта. Первые математические модели распределения продуктовых потоков появились довольно давно, однако в последние десятилетия возможности и инструменты прикладной математики значительно расширились, позволив получать все более точные оценки параметров различных экономических процессов, а также выявлять новые закономерности в функционировании экономических систем, удовлетворяя тем самым запросы современного рынка на инновационные инструменты управления. Большие вычислительные мощности, которые имеются сейчас у исследователей, позволяют решать задачи больших размерностей с большим числом ограничений.

**Содержание работы.** Диссертационная работа написана на 106 страницах, содержит введение, три главы, заключение и список литературы из 70 наименований. Первая глава посвящена задаче поиска равновесного распределения потоков в однопродуктовой сети в условиях фиксированных объемов спроса и предложения. Рассмотрены случаи сбалансированности рынка, дефицита (общий объем предложения меньше, чем общий объем запроса потребителей), а также профицита (объем произведенного товара превосходит совокупный спрос заказчиков). Вторая глава диссертации посвящена исследованию равновесия на рынке однотипного продукта в ситуации, когда либо спрос, либо предложение является фиксированным, в то время как второй показатель — эластичным. Также как и в первой главе, рассмотрены случаи дефицита и профицита. Третья глава изучает равновесное распределение потоков в однопродуктовой сети при эластичности спроса и предложения, а также при условии их равенства, т.е. баланса рынка. В каждой главе представлены результаты численного моделирования.

**Научная новизна.** Все рассматриваемые в рамках диссертации задачи условной нелинейной оптимизации сформулированы корректно, исследование характеризуется системным подходом к последовательному изучению модельных ситуаций, используемые подходы адекватны предмету исследования, а полученные результаты соответствуют предъявляемым в данной области исследований требованиям. К основным результатам работы можно отнести следующие:

1. Получены условия существования и единственности допустимых значений цен покупки и продажи при равновесном распределении продуктовых потоков.
2. Сформулированы условия возникновения ненулевых продуктовых потоков между поставщиками и потребителями при равновесном распределении в случае эластичных функций спроса и предложения.

3. Получено аналитическое представление условий отказа от поставок/закупок продукта и объемов частичного удовлетворения спроса/предложения при равновесном распределении потоков в случае дефицита/профицита предложения.
4. Разработаны методика и алгоритм оптимизации топологии однопродуктовой сети на основе аналитического представления равновесного распределения потоков.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты диссертационной работы Лонягиной Ю.Е. имеют как теоретический, так и прикладной характер. Автор в своем исследовании вносит вклад в развитие методов и инструментов математического анализа продуктовых сетей, равновесного их распределения в дистрибьюторских сетях или цепях поставок. Полученные в явном виде решения специальных задач условной оптимизации позволяют говорить о возможности расширения методологической базы управленческих подходов к работе с крупными логистическими системами в краткосрочной и долгосрочной перспективах. Очевидно, что предложенные автором алгоритмы могут быть использованы для выработки управленческих решений при организации потоков в цепях поставок. Проведенное автором диссертации исследование соответствует направлению развития интеллектуальных логистических систем для эффективного управления товарными потоками, в том числе, мультимодальными системами распределения потоков в загруженных продуктовых сетях на основе автономного регулирования транспортно-логистических процессов.

**Степень обоснованности научных положений.** Достоверность полученных научных результатов обусловлена строгим доказательством всех сформулированных математических утверждений. Результаты работы Ю.Е. Лонягиной были доложены на многих российских и международных конференциях, поддержаны грантом РФФИ. Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих научных печатных изданиях, в том числе, индексируемых в базах Scopus или Web of Science.

**Замечания к диссертационной работе.** Структура диссертации имеет понятную логику. Особо хочется отметить высокий математический уровень автора, текст написан грамотно, все утверждения четко сформулированы и аккуратно доказаны в работе. Особенно мне понравились Теорема 1 из Главы 1, Теорема 3 из Главы 2 и Теорема 8 из Главы 3. К работе имеются следующие замечания и предложения по поводу дальнейших исследований в данной области:

1. В рамках исследования предполагается, что функция транспортных издержек возрастающая. Однако, на практике, зачастую, увеличение объемов перевозок приводит к снижению удельных транспортных затрат. Чем обусловлен выбор возрастающих функций при моделировании транспортных издержек? Какие еще виды функций транспортных издержек встречаются в публикациях в данной области? Можно ли предположить возможность получения теоретических результатов, подобных тем, что доказаны в работе, для других функций транспортных издержек?

2. В работе исследуется равновесие на рынке совершенной конкуренции, которое принято называть равновесием Вальраса-Маршалла. Наличие соответствующих отсылок могло бы содержательно дополнить формулируемые утверждения.
3. В первой главе раздел 1.4 содержит описание численного моделирования, но приведено всего 2 набора параметров, нет анализа на чувствительность к параметрам, который был проведен во второй и третьей главах. Также стоит отметить, что в первой главе при численном моделировании рассмотрен случай всего одного поставщика. Хотелось бы увидеть результаты моделирования для случаев с несколькими поставщиками.
4. Во введении имеется предложение «Несмотря на то, что предложенная модель не имела четкой математической формализации, а представляла собой электрическую аналогию пространственно-экономических отношений, С. Энке считается одним из основоположников задачи равновесного распределения потоков в однопродуктовой сети». Было бы полезно объяснить, что означает термин «электрическая аналогия».
5. В формулировке Теоремы 1 (стр. 24-25) не сказано, идет ли речь о равновесном потоке или о произвольном потоке. Аналогичное замечание возникает и к Теореме 2 (стр. 32).
6. В формуле (3.4) в последнем интеграле верхний предел интегрирования, наверное, должен быть  $d_j$ .
7. В качестве будущих исследований хотелось бы увидеть результаты о равновесных потоках в цепях поставок при наличии ограничений, при нелинейных функциях спроса и издержек, а также модели с последовательным выбором стратегий поставщиками и покупателями на рынке. Актуальной, как мне кажется, также является динамическая задача построения равновесного потока, когда взаимодействие поставщиков и покупателей развивается во времени (дискретном или непрерывном). Интересно узнать, являются ли равновесные потоки, посчитанные для начального момента времени, устойчивыми во времени.
8. В работе имеется незначительное число опечаток.

Указанные замечания не оказывают негативного воздействия на общую высокую положительную оценку данной диссертационной работы. Диссертация является законченным научным исследованием, содержит в себе важные с теоретической и практической точки зрения результаты, которые аккуратно доказаны автором в работе. Основные результаты опубликованы в российских и международных научных изданиях, включенных в перечень ВАК и индексируемых в международных наукометрических базах (Scopus и Web of Science). Более того, по результатам работы, в том числе, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Юлия Лoniaгина выступала на нескольких международных конференциях, научных семинарах СПбГУ и института РАН. Немаловажно упомянуть, что исследование Лoniaгиной Ю.Е. получило поддержку РФФИ и проводилось в рамках научного гранта. Содержание диссертации соответствует специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

**Заключение.** Диссертация Лoniaгиной Юлии Евгеньевны на тему: «Математическое моделирование равновесного распределения продуктовых потоков» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете»,

соискатель Лонягина Юлия Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика». Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Председатель диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук, доцент  
профессор Кафедры математической теории игр  
и статистических решений,  
Санкт-Петербургский государственный университет



Е.М. Парилина  
21.10.2022