

# ТРАДИЦИОННОЕ И ИННОВАЦИОННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК

**А. Н. Кузьмин**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, artem160104k@gmail.com*

*Научный руководитель – С. М. Гедрис, старший преподаватель*

В работе рассматривается применение традиционного и инновационного программного обеспечения в проектировании цепи поставок. В качестве предложения по совершенствованию инновационных форм оценивается возможность внедрения языковых генеративных моделей нейронных сетей в анализ статистических данных, а также сверточных нейронных сетей и глубоких нейронных сетей в процессе актуализации картографических данных.

**Ключевые слова:** логистика; управление цепями поставок; нейронные сети; имитационное моделирование; гравитационный анализ.

Цифровизация экономики – один из ключевых процессов ее инновационного развития. Без цифровизации было бы невозможным быстрое внедрение результатов новых исследований и разработок, чтобы затем применить их на практике. Данные процессы в полной мере затрагивают логистику и управление цепями поставок. В статье рассматриваются способы совершенствования функционирования существующего программного обеспечения в процессе проектирования цепочки поставок.

Проектирование цепи поставок представляет собой процесс поиска оптимальных мест расположения новых объектов, таких как склады, распределительные центры, производственные предприятия и др. Главной целью процесса выступает взаимодействие с товарным потоком таким образом, чтобы обеспечить максимальный уровень эффективности через оптимизацию логистических затрат, возникающих вследствие функционирования объектов цепи поставок [1]. Этот процесс непрерывен, так как рыночные условия постоянно меняются.

Необходимость учета множества факторов, которые влияют на проектирование, не позволяет вести эффективную работу без использования программного обеспечения. На данный момент наиболее распространенным решением выступает математическое моделирование цепи с использованием для этого табличных процессоров, таких как Excel. Согласно отчету о состоянии цепей поставок ритейла от компании EuеforTransport за 2020 год, 61,5 % сотрудников розничной торговли активно используют данное решение в процессах прогнозирования и планирования, а также проектирования цепей поставок с помощью математического моделиро-

вания [2]. В 2024 году наблюдаются схожие тенденции: доля использующих табличные процессоры до сих пор находится на достаточно высоком уровне.

Преимуществами такого программного обеспечения выступает то, что данная система имеет множество параметров, которые можно настроить под поставленные задачи, есть возможность интеграции с ERP, CRM-системами, что обеспечит согласование информационных потоков между собой [3, 4]. Это решение является достаточно экономически выгодным, так как все реализовано по принципу подписки на одного пользователя (сотрудника), которые оплачиваются ежемесячно или раз в год. В среднем, стоимость пакета решений (Microsoft 365 для предприятий) за год на одного сотрудника по странам СНГ составляет 12,00 USD в месяц на сотрудника или же 240 USD в год на сотрудника.

Однако на данный момент существует и множество недостатков, характерных для табличных процессоров при проектировании цепочки поставок: данное ПО нацелено главным образом на получение статистической информации (пусть и в различных видах ее представления). Из этого можно сделать вывод о том, что охватываются лишь аналитические методы, которые не позволяют проследить весь процесс в динамике. Прямого практического применения у данного решения нет, так как цель поставок спроектирована лишь в рамках электронных таблиц. На их основе принимается комплекс мероприятий, инструментов визуализации в этом случае не используется, нельзя, например, увидеть спроектированную цепь поставок на карте. Следовательно, компании утрачивают возможность посмотреть на цепочку поставок более детально. Человеческий фактор (совершение случайных ошибок в процессе работы) также нельзя полностью исключить.

В связи с этим возникает необходимость к переходу на более современное программное обеспечение, также позволяющее выполнять операции по проектированию цепей поставок, однако уже с учетом динамического моделирования. В данном ПО получил широкое распространение гравитационный анализ, или же Greenfield Analysis, GFA. Используется на ранних этапах планирования и решает проблему оптимального количества распределительных центров в цепи, а также определение их наилучшего местоположения.

Модификации GFA призваны исправить недостаток недоучета реальных условий работы: дорог, рельефа и т.д. К ним относятся GFA с учетом реальных дорог и технология расширения уже существующей цепи поставок [5]. Для оценки эффективности такого предложения можно рассмотреть практический пример проектирования цепочки поставок в модификации GFA, учитывающей реальные дороги, на примере

ПО anyLogistix 3.0, разработанного компанией AnyLogic, с 2000 года занимающейся реализацией решений в области имитационного моделирования. К одному из них относится программа anyLogistix. Предположим, что на ранних этапах планирования белорусское предприятие планирует начать реализовывать в 6 городах Беларуси – Бресте, Витебске, Гомеле, Гродно, Минске и Могилеве – кондитерские изделия (конфеты). Поставки продукции – раз в 7 дней. Прогнозируется покрытие доли рынка в 1,0 % (рис. 1).

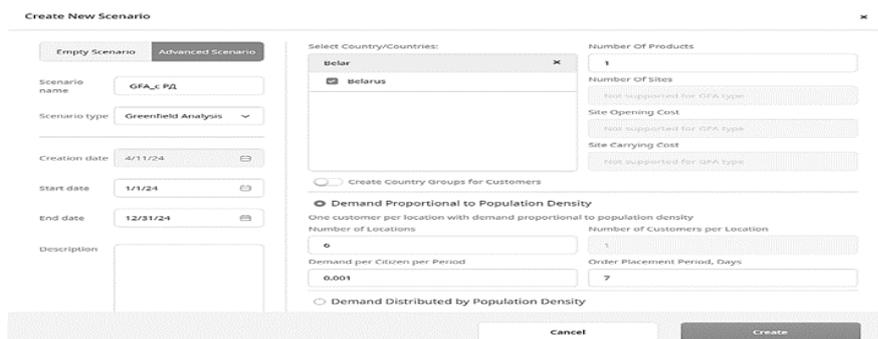


Рис. 1. Интерфейс исходных данных в anyLogistix

Далее программа формирует карту потребителей на основе заданных ранее критериев. Базовым критерием выступает выбор одного условного клиента на локацию (в нашем случае город) с величиной спроса, пропорциональной плотности населения. Сформирована карта потребителей из шести условных клиентов (рис. 2).



Рис. 2. Размещение потребителей конфет в 6 городах Беларуси

Вид поставляемой продукции – конфеты (данный факт отмечается в одной из четырех секций: потребители, спрос, периоды, продукция). Затем запускается экспериментальная модель GFA, где выбирается дистанция обслуживания. Исходя из того, что средняя скорость движения грузового автомобиля составляет 60 км/ч и продукцию следует доставить за 3 часа, дистанция составляет:  $60 \text{ км/ч} \times 3 \text{ часа} = 180 \text{ км}$ . В результате про-

ведения эксперимента выяснено, что для этого необходимо 2 региональных объекта. Анализ был проведен без учета рельефа, поэтому один объект разместился у дороги местного значения Н6427 «д. Горка – д. Ледины» (Дятловский район Гродненской области), а второй – в г. Могилеве (рис. 3).

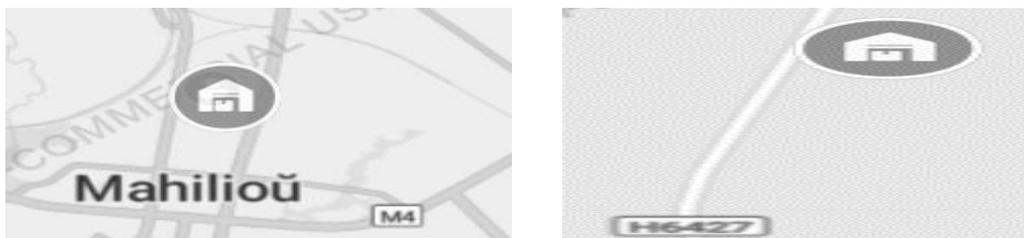


Рис. 3. Размещение складов без учета особенностей рельефа

С учетом же особенностей рельефа и дорожного покрытия на основе первичного анализа GFA можно задать начальное необходимое количество распределительных центров (2), а затем начать эксперимент. В результате объекты были размещены более корректно, внутри городов с учетом их населения и прочих особенностей (в г. Могилеве и г. Гродно вместо Дятловского района Гродненской области). Таким образом, гравитационный анализ с учетом особенностей позволяет намного более точно расположить распределительные центры, что является важной задачей в проектировании цепи поставок. Клиенты равномерно распределились между объектами: первый взял в зону обслуживания города Брест, Гродно и Минск, а второй – Гомель, Могилев, Витебск. Конечные результаты доступны также в форме статистической информации в табличном виде.

Недостатком такого решения выступает то, что стоимость внедрения всего пакета решений AnyLogistix, включая возможности GFA, остается высокой: на апрель 2024 года стоимость подписки в год составляет 20000 USD без учета НДС и сборов (с предоставлением скидок в случае покупки на несколько пользователей или лет), бессрочная лицензия оценивается в 55000 USD без учета НДС и сборов. Однако для получения обновлений ПО на срок свыше 1 года в дальнейшем следует производить оплату в размере 11000 USD ежегодно [6]. Также отрицательным моментом является оптимизация работы самого программного комплекса, которая периодически улучшается разработчиками системы.

На базе данного предложения (ПО для проектирования цепей поставок, в том числе и с помощью гравитационного анализа) предлагается внедрить в процесс анализа нейросетевые технологии, а именно языковую модель нейронной сети, которая будет выполнять вспомогательную роль в процессе анализа табличных данных на основе предварительно составленных запро-

сов пользователя. Такие программные средства отображают информацию достаточно наглядно, однако для еще более быстрого анализа можно потенциально использовать нейронную сеть. Преимуществами предложения выступает экономия временных ресурсов, затрачиваемых на анализ больших объемов данных, которые были получены.

Другие модели, такие как глубокие или сверточные нейронные сети, могут быть применены в качестве базы для улучшения картографических данных, так как данная информация требует периодической оптимизации, а онлайн-сервисы не всегда актуализируют ее. Способами обновления картографической информации выступает распознавание объектов по спутниковым снимкам, обработка фото- и видеопотоков в режиме реального времени, доступ к которым обеспечивается через видеорегистраторы, смартфоны, планшеты и др. Внедряя оба предложения, необходимо понимать, что существует вероятность совершения нейронной сетью фактической ошибки, поэтому необходим контроль со стороны специалиста на всех этапах ее работы. Только при этом условии точность будет постепенно повышаться, так как языковые модели способны самообучаться на правильно построенных алгоритмах.

В статье рассмотрено применение традиционного и инновационного программного обеспечения в проектировании цепи поставок. К традиционным средствам относятся табличные процессоры, к инновационным – решения, позволяющие комплексно заниматься управлением цепями поставок (SCM). В качестве предложения по совершенствованию последних оценена возможность внедрения языковых генеративных моделей нейронных сетей в анализ статистических данных на основе запроса пользователя, а также сверточных и глубоких нейронных сетей при обновлении картографических данных, интегрированных в эти программные комплексы. Таким образом, внедрение инновационных решений в проектирование цепей поставок продолжается, смещаясь в сторону взаимодействия с искусственным интеллектом.

### **Библиографические ссылки**

1. Supply Chain Design: What Is It And Why Is It Important [Electronic resource]. URL: <https://www.edureka.co/blog/supply-chain-design/> (date of access: 11.04.2024).
2. Специалисты по планированию цепей поставок розничных сетей предпочитают Excel [Электронный ресурс] // Lognews.ru – Новости логистики. URL: <https://clck.ru/3A2b7B> (дата обращения: 11.04.2024).
3. Максимизация эффективности транспортной логистики – мощный инструмент работы в Excel [Электронный ресурс] // Logists.by. URL: <https://logists.by/blog/maksimizatsiya-effektivnosti-transportnoy-logistiki-moschnyy-instrument-raboty-v-excel?ysclid=luvlmsivjr238532986> (дата обращения: 11.04.2024).

4. Supply Chain and Excel: A Love Story [Electronic resource]. URL: <https://www.mellowsheets.com/blog/supply-chain-and-excel-a-love-story> (date of access: 11.04.2024).

5. Размещение объектов цепочки поставок с помощью гравитационного анализа [Электронный ресурс] // Anylogistix.ru. URL: <https://www.anylogistix.ru/features/solving-facility-location-problem-with-greenfield-analysis/> (дата обращения: 12.04.2024).

6. Purchase AnyLogistix Professional [Electronic resource]. URL: <https://www.anylogistix.com/purchase/> (date of access: 12.04.2024).