

документооборота, снизить затраты, повысить результативность функционирования системы. Формирование условий для внедрения прогрессивных технологий в различных областях деятельности неразрывно связано с реформированием организационной структуры системы кооперации, обновлением основных средств организаций на основе модернизации.

Одним из направлений цифровизации является комплексный переход на единую интегрированную систему организации бухгалтерского учета, отчетности и налогообложения в Белпотребкооперации. Совершенствование деятельности позволит оптимизировать штат работников, снизить трудоемкость обработки первичной информации и аналитических данных, обеспечить оперативность принятия и реализации управленческих решений на всех этапах и уровнях. Цифровая трансформация создает принципиально новые возможности для развития интернет-торговли, внедрения технологий мобильных платежей и др., привлечения клиентов на основе программ лояльности. Расширение применяемых инструментов маркетинга позволит предметно работать с ассортиментом, анализировать сегменты рынка, качественно удовлетворять потребности населения, ускорить оборачиваемость оборотных средств, снизить кредитную нагрузку.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что исследуемые направления цифровой трансформации могут служить базисом повышения конкурентоспособности Белкоопсоюза в сетевом ритейле при сохранении многоотраслевой структуры и обеспечении социальной ориентированности.

Литература:

1. Концепция развития потребительской кооперации на 2021–2025 гг. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь, утв. Постановлением общего Собрания представителей членов Белорусского республиканского союза потребительских обществ, 28 апр. 2021 г. / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2023.
2. Скрундевский: у Белкоопсоюза достаточно резервов и потенциала для работы в новых реалиях [Электронный ресурс] // БелТА. — Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/skrundevskij-u-belkoopsojuza-dostatochno-rezervov-i-potentsiala-dlja-raboty-v-novyh-realijah-463521-2021/>. — Дата доступа: 06.03.2023.



В. А. Новиков, канд. техн. наук, доцент
e-mail: vanovikov@tut.by
БГЭУ (г. Минск)

Решение задачи коммивояжера с использованием логистической цепочки

Задача коммивояжера является ключевой в логистической практике. Эта задача является базовой для более полных с логистических позиций задач о «рюкзаке» и о Гамильтоновом пути. Предлагаемая методика решения задачи коммивояжера может быть достаточно просто перенесена и на указанные задачи.

С алгоритмической точки зрения задача коммивояжера относится к классу NP-полных задач, поэтому здесь важна простая модель ее решения с учетом неизбежного полного перебора вариантов ответа.

В качестве исходного данного в задаче задается матрица A расстояний между городами:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 10 & 15 & 10 & 20 \\ 10 & 0 & 25 & 5 & 30 \\ 15 & 25 & 0 & 10 & 15 \\ 10 & 5 & 10 & 0 & 5 \\ 20 & 30 & 15 & 5 & 0 \end{bmatrix}$$

Значение A_{ij} означает расстояние между городами i и j . Очевидно, что матрица A должна быть симметричной с нулевой диагональю.

Целью задачи коммивояжера является нахождение такого обхода всех городов, чтобы суммарное расстояние обхода было минимальным. В процессе обхода каждый город необходимо посетить только один раз.

В качестве решения берется бинарная матрица X . Значение $X_{ij} = 0$ означает, что из i города в j город нет перехода. Значение $X_{ij} = 1$ означает, что из i города в j город осуществляется переход. С учетом однократного посещения города на бинарную матрицу X накладываются ограничения:

$$\sum_i X_{ij} = 1 \quad \sum_j X_{ij} = 1$$

Очевидно, что $X_{ij} = 0$, поэтому: $X_{ij} \leq A_{ij}$.

В качестве минимизируемого функционала используется условие минимального расстояния обхода:

$$\sum_i \sum_j A_{ij} X_{ij} = \min$$

Приведенная модель полностью соответствует классической задаче о назначении. Однако эта модель не гарантирует выполнение условия однократного посещения города, что соответствует условию односвязности графа обхода городов. В работе [1] приводится математическая модель учета условия односвязности графа. С алгоритмической точки зрения такой алгоритм учета односвязности сложно реализуем. В настоящей работе предлагается просто разрешить эту проблему только на основе особенностей матрицы X . Очевидно, что прямым обходом городов по заданной матрице X всегда можно получить логистическую цепочку обхода начиная, например, с первого города. В процессе обхода необходимо проверить появился ли цикл, указывающий на неодносвязность графа. Если до конца просмотра матрицы X такой цикл не появился, то граф односвязен. Например, цепочка (1, 3, 2, 1) означает условие неодносвязности графа, так как цикл 1–1 появился раньше полного просмотра матрицы X и остались не обойденными города 4 и 5. Подобный алгоритм проверки односвязности можно реализовать в виде функции на VBA в среде Excel.

Предложенная модель может быть использована для решения более важных задач транспортной логики — задачи о Гамильтоновом пути, задачи о «рюкзаке» и задачи о дереве Штейнера.

Литература:

1. Мину, М. Математическое программирование / М. Мину. — М: Наука, 1990.



О. Н. Поддубная, канд. физ.-мат. наук
e-mail: poddubnaia.olesia@gmail.com
г. Минск

Индикатор приведенного роста внутренних инвестиций как инструмент оценки технологических сдвигов экономических систем

Регулируемая и управляемая динамика процессов производственно-инвестиционного цикла односекторной экономики описывается системой [1, с. 80]:

$$\begin{cases} \frac{dV(t)}{dt} = \frac{1}{1-a} I(t) - bV(t) + U(t), & t > h \\ \frac{I(t) - I(t-h)}{h} = m_h V(t), & t \geq h. \end{cases}$$

Первое дифференциальное уравнение описывает динамику валового выпуска (зависимость *мгновенной скорости валового выпуска* от внутренних и внешних инвестиций) в производственном цикле односекторной экономики в рамках *действующей технологической структуры системы*. Второе разностное уравнение описывает динамику внутренних инвестиций (зависимость *средней скорости инвестиций* от валового выпуска) в инвестиционном цикле для формирования *потенциала будущих технологических сдвигов* экономической системы.

В обсуждаемой модели присутствует новый макроэкономический параметр $m_h = \frac{MI_t^h b_h (1-a_h)}{h}$, определяемый автором как показатель технологического сдвига экономической системы, оцениваемый в момент времени t , но потенциал для которого закладывался и накапливался за период $[t-h; t)$. Символами a_h и b_h обозначены средние значения за период $[t-h; t)$ норм производственного потребления и накопления соответственно, MI_t^h — динамический индикатор роста внутренних инвестиций, вычисляемый по формуле $MI_t^h = \frac{I(t) - I(t-h)}{I(t)} = 1 - \frac{I(t-h)}{I(t)}$. В качестве эмпирической апробации функциональности индикатора MI_t^h