

VI Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020 – С. 41-42.

4. Николаев М. В. Система оптимизации работы маршрутного такси / М.В. Николаев, В.Н. Шуть // Актуальні проблеми фундаментальних наук : матеріали IV Міжнар. наук. конф. – (Луцьк – Світязь, 01 – 05 черв. 2021 р.) – Луцьк: Вежа - Друк, 2021. – С. 177-179.

УДК 33.053

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

*Н. Н. Леонович,*

*УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест;*

В национальной белорусской экономике актуальной является проблема высокой энерго- и материалоёмкости производства, что свидетельствует о необходимости применения новых подходов в организации ресурсосберегающего функционирования народного хозяйства. Следствием перехода к циклическому замыканию ресурсов является повышение конкурентоспособности экономики в результате снижения себестоимости производимой продукции, за счет уменьшения использования первичных природных ресурсов. [1].

Циклическая модель экономики – это модель, которая представляет собой упрощенное представление о динамике экономики, в которой потоки ресурсов, услуг

и товаров образуют замкнутую систему. Эта модель помогает исследовать взаимосвязи между различными компонентами экономики. В рамках такой модели можно рассматривать экономику как сложную систему, потому что она включает в себя множество элементов и процессов, которые взаимодействуют между собой. Например, в замкнутом цикле присутствуют следующие аспекты:

➤ материальные ресурсы: потоки различного вида сырья, материалов и энергии составляют базу производственной деятельности, а так как все экономические процессы включают в себя использование материальных ресурсов, то таким образом эта составляющая представляет собой основополагающий элемент;

➤ потоки товаров и услуг: в экономике концентрируются товары и услуги, а их производство, распределение, потребление, утилизация и воспроизводство образуют сложные взаимосвязи;

➤ трудовые ресурсы: люди участвуют в циклическом производстве/воспроизводстве, распределении, потреблении (совместном потреблении) товаров и услуг, раздельном сборе, переработке отходов в ресурсы и всё это влияет на уровень занятости, зарплаты и доходов;

➤ инвестиции и сбережения: если люди и компании инвестируют свои сбережения в круговую экономику, то это может повлиять на уровень производства/воспроизводства и доходов;

➤ налоги и государственные расходы: действия правительства в сфере налогообложения и финансовых расходов могут оказывать воздействие на развитие круговой экономики и впоследствии на долгосрочные экономические показатели и тенденции;

➤ финансовая политика: центральный банк и правительство, оказывают воздействие на денежное предложение и процентные ставки, что в конечном счете может повлиять на уровень инфляции и общий экономический рост;

➤ внешняя торговля: круговая экономика может быть подвержена воздействию внешней торговли, включая процессы экспорта и импорта, что также способно повлиять на внутренние экономические процессы.

Указанные выше элементы взаимодействуют внутри экономики замкнутого цикла, и изменения в одном аспекте могут оказать влияние на другие аспекты. Таким образом экономика замкнутого цикла может быть проанализирована с использованием методов и понятий сложных систем:

✓ статистические методы: анализ временных рядов, регрессионный анализ и другие статистические методы могут использоваться для изучения тенденций в экономике замкнутого цикла и оценки влияния различных факторов;

✓ моделирование агентов: позволяет изучать поведение индивидуальных хозяйств и фирм в замкнутом цикле и анализировать их взаимодействие;

✓ методы системного анализа: теория систем и методы системного анализа могут использоваться для изучения взаимосвязей между различными компонентами экономики замкнутого цикла;

✓ методы мониторинга и оценки: оценка экономических показателей, таких как ВВП, инфляция, безработица и другие, позволяет отслеживать текущее состояние и изменения в экономике замкнутого цикла;

✓ экономические модели в рамках теории игр: могут использоваться для анализа стратегического взаимодействия между различными участниками экономики и оценки равновесия;

✓ графические методы: графики и диаграммы могут быть полезными инструментами для визуализации экономических данных и тенденций, (например, динамика образования отходов производства и потребления в Республике Беларусь

✓ компьютерное моделирование: использование компьютерных моделей и симуляций позволяет исследовать различные сценарии и предсказать результаты изменений в экономике замкнутого цикла.

В качестве примера можно рассмотреть применение статистического метода анализа временных рядов количественных показателей образования твёрдых бытовых отходов по городу Бресту для идентификации модели и последующей экстраполяции данных [2]. Данный подход, совместно с предварительным графическим анализом реализован для создания прогнозной модели, в результате применения которой, получена прогнозная оценка возможного образования твёрдых коммунальных отходов в городе Бресте на три прогнозных периода в среднесрочной перспективе (рис. 1) для планирования внедрения принципов экономики

замкнутого цикла в экономику региона Брестской области, а именно использование вторичных материальных ресурсов в качестве производственного сырья.

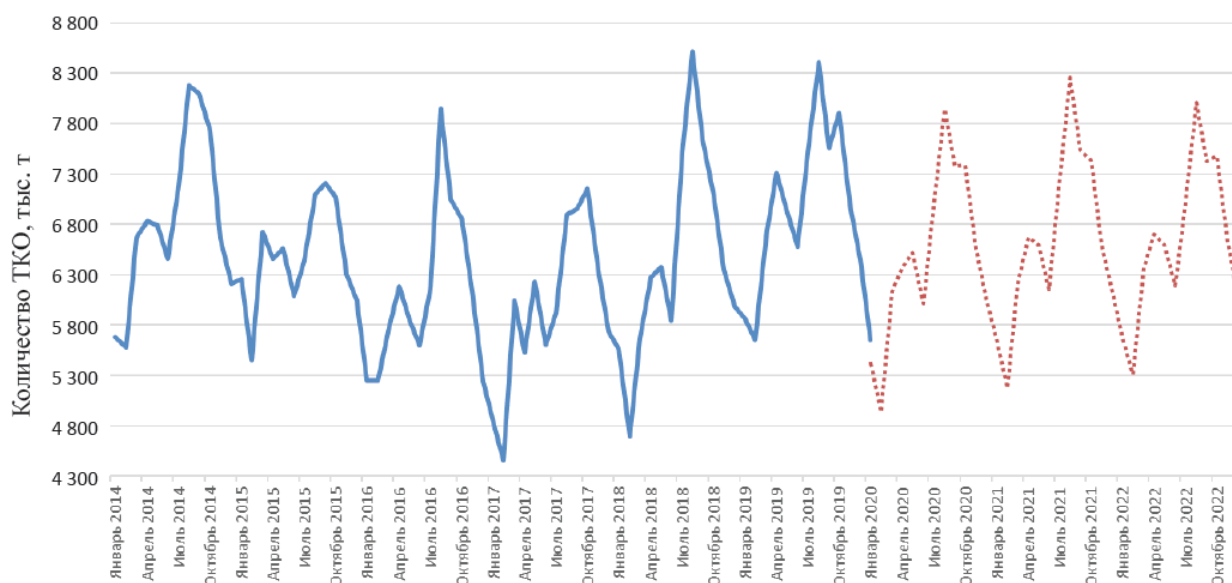


Рисунок 1 - Вид прогнозной модели количественного образования твёрдых коммунальных отходов по городу Бресту[2]

В качестве примера применения нейронных сетей для анализа аналогичного элемента экономики замкнутого цикла – объёмов образовательных отходов можно рассмотреть построения нейросетевой модели в [3], где была применена стратегия с разделением данных на контрольную выборку (30%) и обучающую выборку (70%), с использованием окна размером в 12 показателей. Размер окна выбран при помощи спектрального анализа Фурье, который показал, что временной ряд имеет периодичность в 12 месяцев – значение которого совпадает с соответствующим годовым периодом для оптимизации процесса обучения.

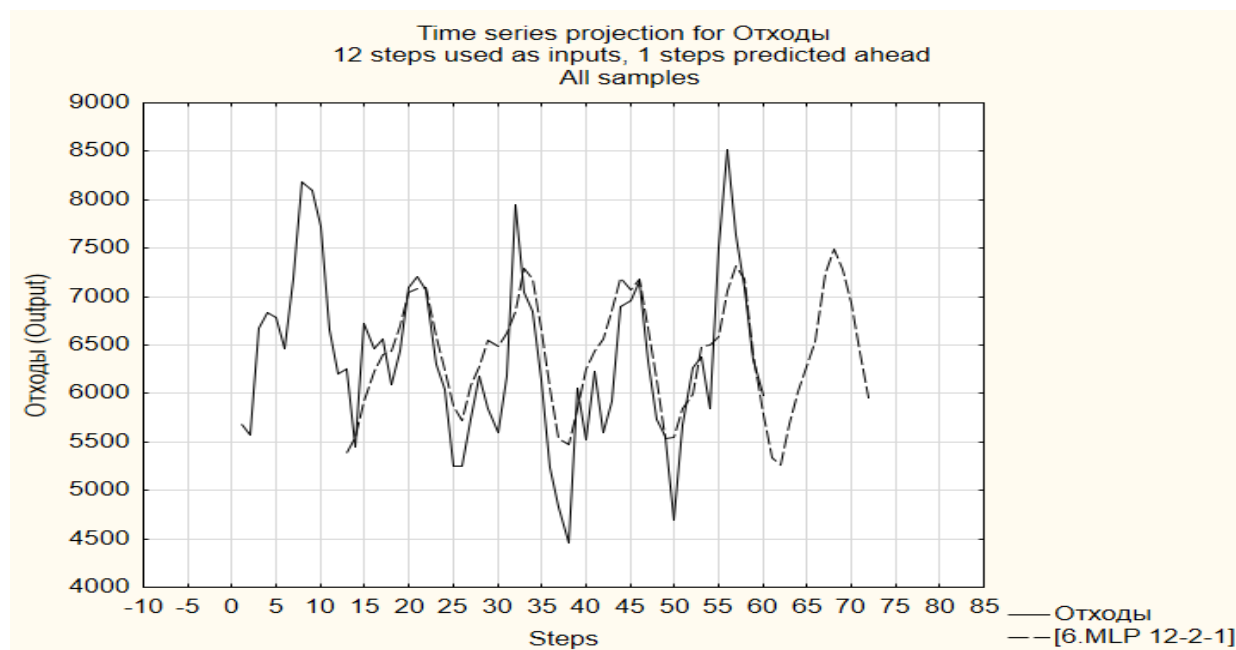


Рисунок 2 - Вид прогнозной модели количественного образования твёрдых коммунальных отходов по городу Бресту, построенной при помощи нейронных сетей [3]

Архитектура выбранной сети представляет собой многослойный персептрон с двумя скрытыми нейронами и с одним выходом. Полученная нейросетевая модель продемонстрировала среднюю относительную погрешность в 7%.

Дополняя вышеназванные аспекты, экономика замкнутого цикла также имеет новые свойства, такие как устойчивость, эффективность, инновационность и т.д., которые не могут быть объяснены только через подсистемы, а должны быть проанализированы через взаимосвязи процессов в сложных системах.

**Заключение.** Экономика замкнутого цикла является сложной структурой, которая требует системного мышления, междисциплинарного подхода и адаптивного управления. Выбор методов анализа сложных систем, в частности круговой экономики, зависит от конкретных целей и задач. Комбинирование нескольких методов зачастую является наиболее эффективным способом получения более полного понимания экономической динамики в такой модели и помогает лучше понимать тенденции изменения экономических процессов, выявлять закономерности и устанавливать оценки основных факторов для прогнозирования, перспективного планирования и разработки рекомендаций для дальнейшего эффективного развития.

В заключение можно отметить, что анализ экономики замкнутого цикла как сложной системы предоставляет ценные сведения для понимания взаимосвязей в экономике, данный факт подчеркивает важность учета множества факторов, влияющих на экономические процессы, и их взаимодействия.

Понимание экономики замкнутого цикла как сложной системы предоставляет основу для разработки более эффективных стратегий управления и прогнозирования экономических явлений. Это также подчеркивает необходимость постоянного мониторинга и адаптации планов развития в условиях изменчивости. В конечном итоге, управление экономикой замкнутого цикла требует глубокого

понимания динамических взаимосвязей между различными секторами и активное внимание к изменениям внутренней и внешней среды.

### Список литературы

1. Леонович, Н. Н. Предпосылки формирования экономики замкнутого цикла для устойчивого развития Республики Беларусь / Н. Н. Леонович, Т. Ф. Старовойтова // Вестник Белорусского государственного экономического университета. - 2023. - № 1 - С. 75-83.

2. Старовойтова, Т. Ф. Прогнозные оценки отходов потребления на примере города Бреста для планирования управления экономикой замкнутого цикла / Т. Ф. Старовойтова, Н. Н. Леонович // Проблемы управления. – 2020. – № 4 (78). – С. 49–56.

3. Леонович Н.Н. Ресурсный потенциал Брестского региона для стратегического планирования и внедрения в экономику замкнутого цикла // Управление информационными ресурсами : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26 фев. 2020 г. / Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь ; редкол.: Н.Л. Бондаренко [и др.]. – Минск, 2020. – С. 263–265.

УДК 681.3

## ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ МАКЕТОВ ПРОЕКТОВ ОКОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПО СПЕЦИФИКАЦИЯМ UML СРЕДСТВАМИ C#

*И. А. Парфеевец*

*БрГТУ, Брест*

*Научный руководитель: Г. Л. Муравьев, к.т.н., доцент*

Предметом рассмотрения являются оконные, управляемые событиями приложения и их проекты в части построения действующих макетов - моделей, прототипов проектов по результатам анализа требований к ним, представленных в терминах диаграмм языка UML [1]. Проблемы макетирования приложений рассмотрены в [2], применимость диаграмм UML в [3].

Целью данной работы являлась разработка подхода и методов автоматизации построения шаблонных проектов приложений в соответствии с проектными спецификациями разработчиков.

Показана возможность расширения типовых каркасов (на примере шаблона win api) путем их дооснащения: - меню; - окнами, иерархиями окон, элементами управления в составе интерактивных окон; - методами и прототипами методов-обработчиков сообщений.

Реализация указанного в виде приложения позволит пользователю модифицировать “классический” шаблон проекта, автоматически добавляя специфицированные им события и элементы ресурсов, что упрощает процесс разработки программ.