

УДК 656.029:004.94

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ
МЕЖОТРАСЛЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО
СИМБИОЗА**

Кравченко А.С., Уваров Р.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Уваров Р.А.

(Университет ИТМО)

Введение. Проблема образования, транспортировки и утилизации отходов остается одной из наиболее актуальных в мире и в России, где уровень переработки органических отходов, например, составляет лишь 37% от общего объема [1-2]. Решение этой проблемы требует внедрения концепций рационального природопользования и ресурсосбережения, а также налаживания взаимодействия между различными отраслями экономики, такими как агропромышленный комплекс и перерабатывающий сектор. Одним из перспективных подходов является промышленный симбиоз (далее - ПС), при котором отходы одной отрасли становятся сырьем для другой, что способствует развитию циркулярной экономики и снижению экологической нагрузки. Для оценки эффективности таких решений целесообразно использовать имитационное моделирование, которое в настоящее время является одним из наиболее распространенных методов анализа различных систем, позволяющим описывать процессы так, как они происходят в реальности. Именно это основное преимущество дает возможность проанализировать различные сценарии экспериментов, нововведений, принимаемых решений в той или иной области, когда зачастую с такими решениями невозможно экспериментировать физически, либо таковое невозможно, либо слишком затратно.

Основная часть. Одним из ключевых факторов реализации ПС является правильно-выстроенное взаимодействие всех предприятий - участников, а также своевременность этого взаимодействия за счет специфики вторичного ресурса которым они обмениваются. Грамотно выстроить всю цепочку взаимодействия начиная от образования вторичного сырья и заканчивая его использованием на другом предприятии невозможно без учета логистики. Для решения задачи оптимизации логистических маршрутов в рамках промышленного симбиоза было принято решение использовать имитационное моделирование, которое позволяет анализировать сложные системы и проводить эксперименты без физических затрат. В качестве инструмента выбрано программное обеспечение AnyLogic, благодаря его универсальности, поддержке различных подходов моделирования (агент-ориентированного, дискретно-событийного и системно-динамического), а также мощной визуализации и кросс-платформенности [3-4]. Основная цель модели — минимизация логистического плеча, что позволит снизить транспортные издержки, расход топлива, выбросы и амортизационные затраты, повысив эффективность взаимодействия предприятий.

В рамках эксперимента выделены управляемые (время в пути, плотность складов, частота рейсов) и контролируемые (транспортные расходы, уровень загрузки транспорта, срок годности, скоростной режим) факторы, которые влияют на оптимизацию маршрутов, критерием оптимизации является минимизация логистического плеча, измеряемого как среднее расстояние между пунктами отправления и назначения. Планируется создание модели при помощи программного обеспечения (далее - ПО) AnyLogic с использованием ГИС-карты Ленинградской и Вологодской областей, где предприятия и транспортные средства представлены в виде агентов. Данные регионы интересны тем, что являются лидирующими по площадям сельскохозяйственных угодий и производимой сельскохозяйственной продукции. Также выбор двух соседствующих но не близко находящихся областей позволит смоделировать взаимодействие между разными субъектами на территории РФ. Логика движения транспорта между предприятиями будет строиться с учетом специфики их

взаимодействия и удаленности [5]. После настройки модели будет проводиться ее тестирование и анализ результатов, что позволит оценить эффективность предложенных решений и выявить оптимальные маршруты.

Выводы. Проблема образования, транспортировки и утилизации отходов, особенно в России, требует внедрения современных подходов и концепций, таких как промышленный симбиоз, который способствует развитию циркулярной экономики. Для оценки эффективности разрабатываемой концепции было выбрано использовать имитационное моделирование с применением ПО AnyLogic. Решение что позволит оптимизировать логистические маршруты, сократить транспортные издержки и снизить экологическую нагрузку. Разрабатываемая модель, основанная на данных Ленинградской и Вологодской областей, сможет продемонстрировать возможность минимизации логистического плеча и сопутствующих затрат, что сможет подтвердить целесообразность внедрения промышленного симбиоза. Работа показывает, что предложенный подход и инструментарий являются наиболее подходящими для создания имитационной модели концепции промышленного симбиоза, которые позволят наглядно представить экономическую эффективность, снижение уровня выбросов парниковых газов в случае внедрения предлагаемых решений.

Список использованных источников:

1. Субракова Л. К. Экономика обращения с пищевыми отходами в России //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2021. – №. 1. – С. 37-48.
2. Образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности (по ОКВЭД2) [Электронный ресурс]. - URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_otxod1-okved2.xls (дата обращения 14.01.2025).
3. Звягин Л.С. Использование и актуальность имитационного моделирования в аналитических целях / Экономика и управление: проблемы, решения.2015. №12. С. 79-87, (дата обращения 14.01.2025).
4. AnyLogic [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.anylogic.ru/> (дата обращения 14.01.2025).
5. Шумаев В.А. Основы логистики: учебное пособие. — М.: Юридический институт МИИТ, 2016. — 314 с.