

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ В НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ: АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Е. Г. Серова, канд. экон. наук (НИУ ВШЭ, e-mail: serovah@gmail.com),  
Д. О. Шкляев (ПАО «Газпромнефть»), В. О. Сумятина (ООО «ТД  
Полиметалл»)

УДК 004.942:656.61

MARITIME LOGISTICS PROCESSES MANAGEMENT IN THE OIL  
INDUSTRY: ANALYSIS AND IMPROVEMENT USING AGENT-ORIENTED  
SIMULATION MODELS

E.G. Serova, Candidate of Economic sciences (National Research University Higher School of  
Economics), D.O. Shklyayev (PJSC "Gazprom neft"), V.O. Sumyatina (Polymetal Trading, Ltd)

Практика показывает, что проведение натурного эксперимента является одним из лучших способов определения свойств объекта (в том числе и в логистике). Это связано с тем, что при проектировании/моделировании многие факторы учесть сложно, расчет проводится по усредненным данным, изменяются условия внешней среды и др. Вместе с тем, очевидно, что проведение натурного эксперимента возможно далеко не всегда. Использование современных методов и инструментов моделирования позволяет экспериментировать с системами тогда, когда делать это на реальном объекте невозможно или нецелесообразно, экономически невыгодно.

Цель исследования, которому посвящена данная статья – на конкретных примерах обосновать и показать применение имитационного моделирования, в первую очередь, агентного при решении логистических задач на морском транспорте в одной из ведущих отраслей экономики РФ – нефтяной.

В настоящее время в нефтяной отрасли используются практически все логистические технологии, которые были разработаны по мере развития экономики и усложнения технико-технологических систем, но имеются также и особенности. Во-первых, многофункциональная логистика в нефтяных компаниях отвечает за формирование логистических схем совместно с буровыми, строительными, перерабатывающими предприятиями, а также монополистами в сфере транспортного обеспечения. Зачастую в логистике нефтяной отрасли приходится принимать решения, не имея сети дорог, складских помещений, а также в условиях монополии на транспортировку продукции со стороны ОАО «РЖД» и ПАО

«Транснефть». В результате логистический функционал в нефтяной отрасли может быть ограничен [1].

Во-вторых, нефтяная отрасль производит до 180 различных материалов, полуфабрикатов, конечных товаров. В процессе производства конечный продукт может переходить из одной фазы в другую не один раз. В этой связи логистические технологии, используемые в процессе передвижения материального потока от скважины до конечного потребителя, отличаются большим разнообразием [1]. Схематично логистическая цепь в нефтяной промышленности представлена на рис. 1.

Морской транспорт, в основном, применяется при доставке нефтяного сырья или произведенных нефтепродуктов на экспорт.

Основная цель первичной дистрибуции – транспортировка нефтепродуктов с нефтеперерабатывающих заводов до первого пункта перевалки (нефтебаза, порт, аэропорт и др.). Основная цель вторичной дистрибуции – транспортировка нефтепродуктов с пункта перевалки до конечной точки назначения (например, АЗС).

**Мультиагентные системы — системы распределенного искусственного интеллекта**

Необходимо понимать, что агентно-ориентированная имитационная модель сложной системы управления должна, по возможности, отображать все основные факторы и взаимосвязи, характеризующие реальные ситуации, критерии и ограничения. Модель должна быть достаточно универсальной, чтобы описывать близкие по назначению объекты, и в то же время достаточно простой, чтобы позволять выполнять необходимые исследования с разумными затратами. Среди потенци-

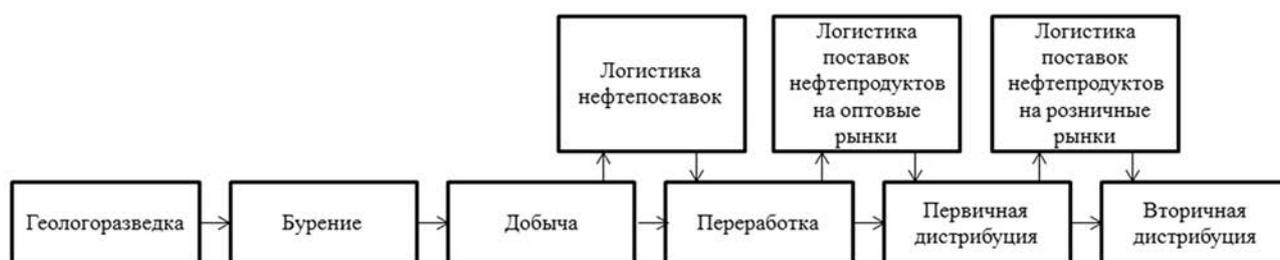


Рис. 1. Логистическая цепь в нефтяной промышленности (адаптировано по [1])

альных эффектов применения методов и процедур имитационного моделирования выделяются: рационализация решения задач с помощью внедрения математических методов обработки данных; высвобождение работников среднего звена и привлечение их к выполнению других задач организации; экономия времени на принятие решений [2].

При рассмотрении вопросов использования методов имитации при моделировании процесса по отгрузке и транспортировке грузов (нефтепродуктов) предлагается использовать имитационную среду

AnyLogic – инструмент, охватывающий основные направления моделирования: дискретно-событийное, системную динамику, динамические системы и агентное моделирование. Это программное обеспечение обладает рядом преимуществ: позволяет учесть все ограничения модели и рассмотреть сложные системы в динамике; обеспечивает возможность применения для решения реальных задач и оценки последствий при внесении изменений в модель и, как следствие, в реальную жизнь. К основным недостаткам можно отнести большие трудозатраты на создание модели и необхо-

димость обучения работе в среде AnyLogic. Базовая концепция AnyLogic заключается в том, что модель описывается набором параллельно функционирующих и взаимодействующих активностей, где объект имеет свое собственное функционирование и взаимодействие с окружением. Графическая среда в AnyLogic может поддерживать следующие процессы: проектирование; разработка; документирование модели; выполнение экспериментов.

Существует несколько этапов построения имитационной модели (табл. 1).

Таблица 1

Этапы имитационного моделирования

Название этапа	Содержание
Формулировка проблемы и определение целей	Формулируется проблема, которая стоит перед исследователем, и принимается решение о целесообразности применения имитационного моделирования. После этого определяются цели, которых необходимо достигнуть в результате имитации
Разработка концептуального описания	Формулируется общий замысел модели: описывается объект в терминах математических понятий и проводится алгоритмизация функционирования ее компонент
Формализация имитационной модели	Получение формального представления логико-математической модели
Программирование имитационной модели	Концептуальное или формальное описание модели преобразуется в программу-имитатор в соответствии с определенной методикой программирования с применением языков и систем моделирования
Сбор и анализ исходных данных	Решаются два вопроса: где и каким образом получить исходную информацию и как обработать собранные данные о реальной системе
Испытание и исследование модели, проверка модели	Комплексное тестирование модели, которое направлено главным образом на поддержку процедуры валидации имитационных моделей
Планирование и проведение имитационного эксперимента	Планируется имитационный эксперимент и проводится непосредственно эксперимент
Анализ результатов моделирования	Формулирование выводов по полученным результатам

В нефтяной отрасли типичными задачами, для решения которых разрабатывают имитационные модели, являются:

- планирование операций, расписания технического обслуживания, маршрутов и размещения транспорта и оборудования;
- оптимизация производства, минимизация простоев;
- транспортировка нефтяной продукции с помощью железнодорожного, морского и автотранспорта;
- управление хранилищами и учетом всех необходимых условий и требований;
- проектирование сети трубопроводов;
- анализ и тестирование процессов на нефтеперерабатывающих заводах.

В науке и практике логистики известны примеры разработки имитационных моделей для нефтяной отрасли. Например, для одного из арктических месторождений в РФ специалистами Крыловского государственного научного центра в 2015 г. была разработана система морской транспортировки нефти. Нефть с данного месторождения поступает по 100-километровому трубопроводу к морскому терминалу, откуда нефть перевозится до потребителей на арктических танкерах. Главная проблема при организации морских перевозок – это тяжелые ледовые условия, которые затрудняют судоходство, так как большую часть времени движение судов в Арктике происходит по 500-км каналу в неподвижном льду толщиной более двух метров. В открытой части Карского моря дрейфующие льды в период с ноября по март полностью покрывают акваторию моря. Для создания надежной системы морской транспортировки необходимо было решить следующие задачи:

- разработать постоянную схему вывоза нефти: на данном этапе требовалось определить необходимое количество судов, а также понять, потребуется ли привлечение ледоколов; также необходимо было провести расчеты затрат на топливо для танкеров и затрат на фрахт ледоколов в годы с ледовыми условиями разной тяжести;

- спроектировать временную схему вывоза нефти: необходимо было определить пропускную способность системы в переходный период на время использования танкеров малой грузоподъемности и их последующей заменой на танкеры большей грузоподъемности;

- определить необходимую вместимость берегового резервуарного парка: необходимо было провести расчет минимального объема берегового хранилища нефти, достаточного для всего периода освоения месторождения [6].

Для решения указанных выше задач Крыловским государственным научным центром было разработано решение для проектирования морских транспортных систем, под единым интерфейсом были объединены модули ГИС-среды, судостроительных расчетов и логистическая имитационная модель, построенная в AnyLogic, что поз-

волило при расчетах одновременно учитывать логику транспортных операций, характеристики судов и природные условия. Суда в системе были представлены как агенты. При этом модель учитывала принципы взаимодействия танкеров с ледоколами и логику выбора скорости судна в зависимости от наполненности хранилища, тяжести ледовых условий, положения других судов, температуры воздуха и прочих факторов [6].

В результате применения технологии имитационного моделирования была спроектирована транспортная система месторождения с учетом смерзания ледового канала, динамики движения судов и наполнения хранилищ. В ходе проекта был определен объем берегового хранилища, достаточный в ледовых условиях разной степени тяжести. С помощью модели было оценено необходимое количество ледовых каналов, рас-



Рис. 2. Визуальное изображение работы морского терминала в ПО AnyLogic

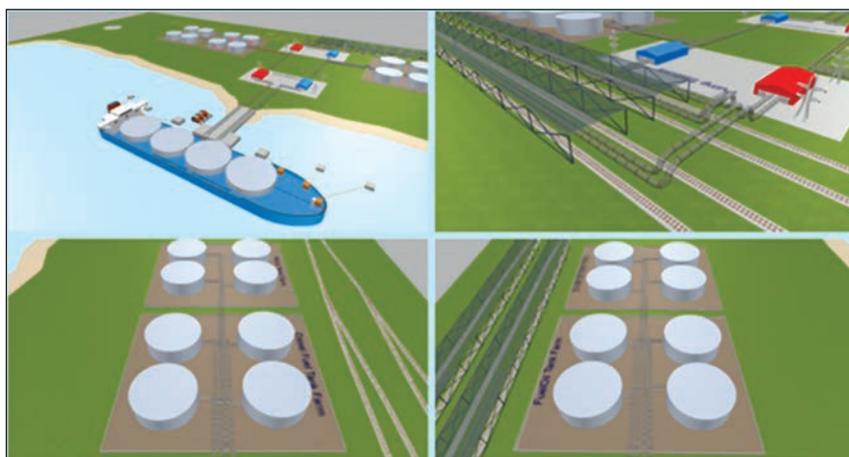


Рис. 3. Детальное визуальное изображение работы морского терминала в ПО AnyLogic

Таблица 2	
Описание работы модели	
Элемент	Описание
Погрузка/разгрузка нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом	<p>Включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• одну двухстороннюю железнодорожную эстакаду для отгрузки светлых нефтепродуктов;</li> <li>• одну двухстороннюю железнодорожную эстакаду для отгрузки темных нефтепродуктов;</li> <li>• четыре состава, которые могут отгружаться одновременно.</li> </ul> <p>Каждый состав может перевозить только один вид топлива. Каждый состав прибывает на определенную железнодорожную эстакаду в зависимости от типа перевозимой продукции</p>
Хранение	<p>Резервуары могут хранить две группы нефтепродуктов: темные и светлые нефтепродукты. Резервуары могут перерабатывать четыре различных типа топлива: дизельное топливо, бензин, мазут и сырую нефть. Имеется четыре резервуарных парка, по одному на каждый вид топлива. Каждый резервуар для хранения может содержать только один вид топлива. Каждый резервуар имеет две разные системы трубопроводов: одна для отгрузки топлива, а другая – для прокачки топлива в резервуар для хранения</p>
Танкеры и буксиры	<p>Танкер подходит к причалу (с помощью буксиров) и остается у причала до полной выгрузки всех танков. Каждый танк может содержать только один вид топлива. По завершению выгрузки топлива танкер вытаскивают из причала буксирами. Затем он отправляется от терминала</p>

считаны ориентировочные даты их прокладки и определены сроки и объемы ледокольной поддержки танкеров. Также была спланирована работа транспортной системы по временной схеме, т.е. с использованием малых танкеров слабого ледового класса [7].

Одной из классических моделей работы погрузо-разгрузочного процесса на морском виде транспорта является погрузо-разгрузочный процесс на выносных причалах.

Пример такой модели, разработанной в среде AnyLogic, представлен на рис. 2.

Данная модель состоит из: танкеров для перевозки нефти и нефтепродуктов; буксиров, устанавливающих танкеры под погрузку; железнодорожных эстакад для погрузки и разгрузки нефти и нефтепродуктов; резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Логика работы модели представлена на рис. 3.

После добычи и вывоза с месторождения нефть доставляется на нефтеперерабатывающие заводы. Таким образом, возможно рассмотреть следующий пример агентного моделирования в AnyLogic: модель цепочки поставок нефти. Модель разработана в среде ГИС. Агентами являются танкеры, резервуары (для нефти), нефтепроводы, нефтеперерабатывающие заводы, нефтепродуктопроводы, резервуары (для нефтепродуктов) и бензовозы. У каждого из них есть свои уникальные параметры (например, емкость, скорость и т. д.). Модель состоит из: 4 танкеров; 4 резервуаров (для нефти); 4 нефтепроводов; 4 нефтеперерабатывающих заводов; 32 нефтепродуктопроводов; 32 резервуаров (для нефтепродуктов); 41 бензовоза.

Модель работает следующим образом: 1) танкер с нефтью подходит к берегу, выгружает нефть в резервуары; 2) после этого нефть транспортируется трубопроводным транспортом на нефтеперерабатывающий завод; 3) по итогам переработки нефти производится

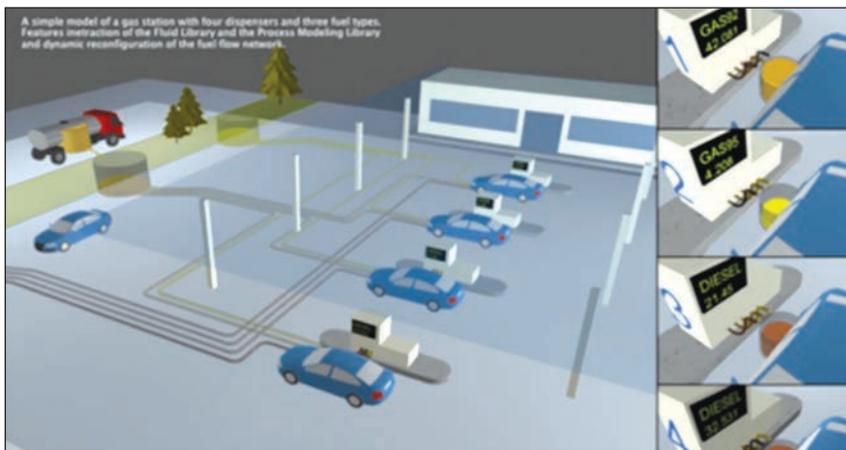


Рис. 4. Визуальное изображение работы АЗС в ПО AnyLogic

ряд нефтепродуктов: бензин, авиакеросин, дизельное топливо, битум, мазут и другие нефтепродукты. После этого нефтепродукт транспортируется по нефтепродуктопроводам к резервуарам (для продуктов), откуда продавцы транспортируют нефтепродукт в конечный пункт назначения (например, на заправочную станцию).

Имитационную модель АЗС также можно разработать с помощью программного обеспечения AnyLogic. Пример агентного моделирования в AnyLogic работы автозаправочной станции с четырьмя колонками, осуществляющих заправку автомобилей тремя видами топлива, представлен на рис. 4.

Агентами в модели АЗС являются: 1) бензовозы, приезжающие для слива нефтепродукта; 2) легковые автомобили, приезжающие для заправки нефтепродукта; 3) колонки, отгружающие нефтепродукт в легковые автомобили.

Производственная цепочка берет свое начало с резервуаров, наполняемых бензовозами конкретными топливными продуктами. Данные резервуары наполняются тогда, когда уровень содержимого падает до минимальной отметки 3 м<sup>3</sup>. Подсоединив сливное устройство к приемному резервуару с соответствующим видом топлива, бензовоз сливает нефтепродукты в резервуар. Впоследствии нефтепродукты поступают в колонки во время заправки легковых автомобилей. При заправке водитель заезжает на площадку АЗС, подъезжает к одной из колонок, выбирает вид топлива, заправляет легковой автомобиль и уезжает. Колонка в момент наполнения полного бака автоматически прекращает процедуру налива топлива в легковой автомобиль [7; 8; 9; 10]. Адекватность модели была подтверждена сериями экспериментов, в ходе которых было показано, что функциональные связи между параметрами отражены корректно. Проведенная верификация модели показала соответствие алгоритма ее функционирования замыслу моделирования путем исследований реализованных программ моделей в среде AnyLogic.

**Описание проведенных экспериментов и анализ полученных результатов**

В рамках исследования был проведен ряд экспериментов с целью подтвердить, что модель работает корректно.

**Агент: Резервуар («tankGas95», «tankGas92», «tankDiesel»).**

1. В случае увеличения объема резервуаров с 30 м<sup>3</sup> до 500 м<sup>3</sup>, а также в случае увеличения изна-

чального объема заполнения резервуаров до 400 м<sup>3</sup>, бензовоз для слива топлива не приезжает в течение значительно более долгого времени в сравнении с изначально установленными значениями (рис. 5).

2. В случае снижения объема резервуаров с 30 м<sup>3</sup> до 4 м<sup>3</sup>, а также в случае снижения изначально объема заполнения резервуаров до 0 м<sup>3</sup>, формируется

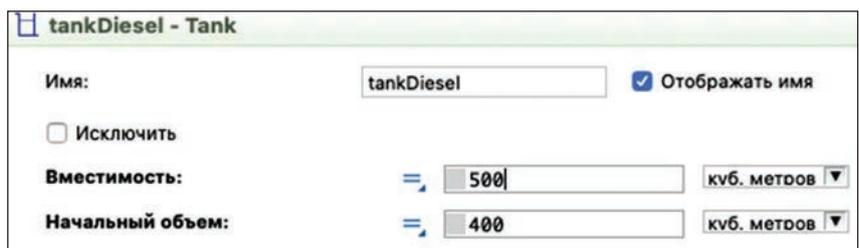


Рис. 5. Интерфейс AnyLogic при проведении эксперимента № 1

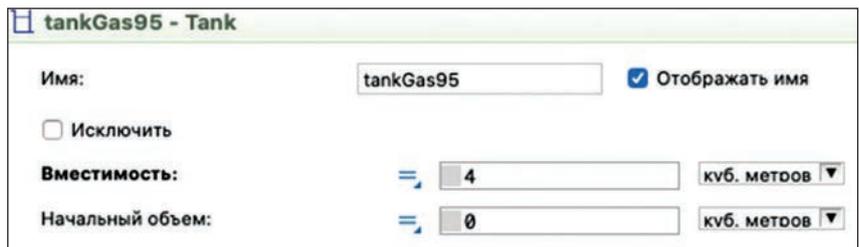


Рис. 6. Интерфейс AnyLogic при проведении эксперимента № 2

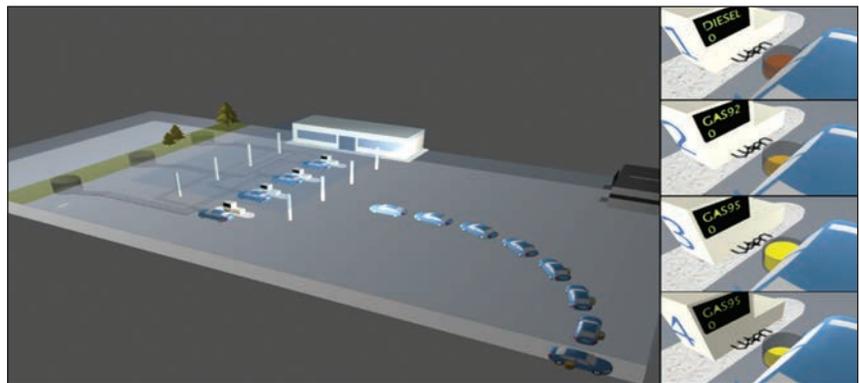


Рис. 7. Результаты эксперимента № 2

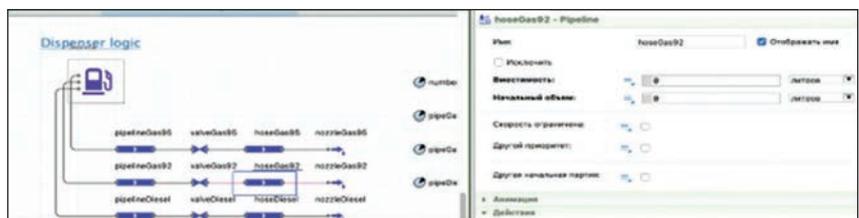


Рис. 8. Интерфейс AnyLogic при проведении эксперимента № 3

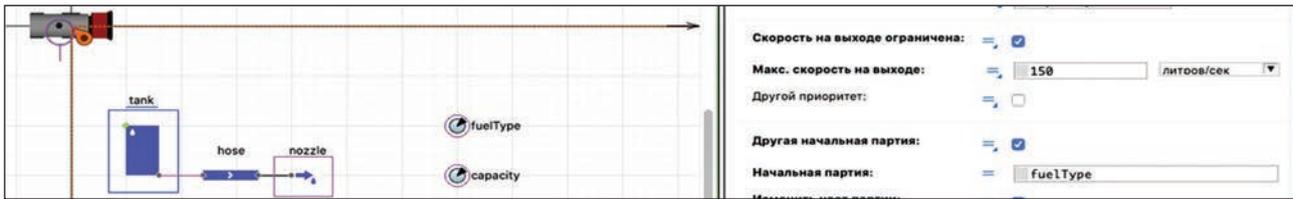


Рис. 9. Интерфейс AnyLogic при проведении эксперимента № 4

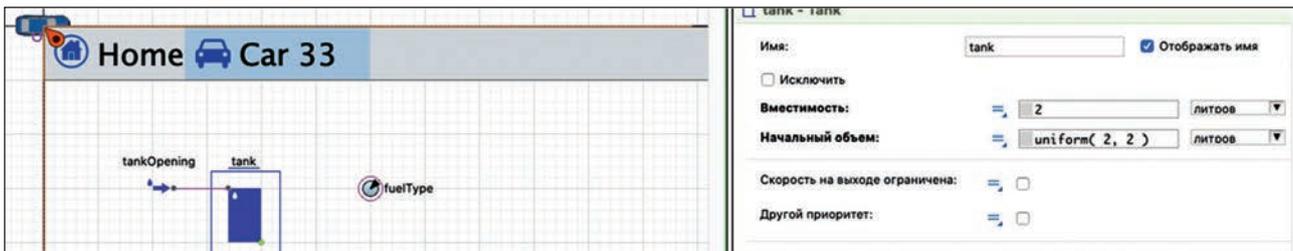


Рис. 10. Интерфейс AnyLogic при проведении эксперимента № 5

Результаты эксперимента	
Эксперимент	Результат
Увеличение объема резервуаров с 30 м <sup>3</sup> до 500 м <sup>3</sup> , увеличение изначального объема заполнения резервуаров до 400 м <sup>3</sup>	Бензовоз для слива топлива не приезжает в течение значительно более долгого времени по сравнению с изначально установленными значениями
Снижение объема резервуаров с 30 м <sup>3</sup> до 4 м <sup>3</sup> , снижение изначального объема заполнения резервуаров до 0 м <sup>3</sup>	Возникает дефицит топлива на автозаправке
Снижение пропускной способности трубопровода подачи топлива, а также раздаточного пистолета до 0	Ошибка, ведущая к сбою работы модели
Увеличение скорости слива топлива в резервуар с 25 л/с до 150 л/с	Вероятность возникновения дефицита на автозаправке снижена
Снижение объема вместимости бензобака до 2 л, заполнение бензобака на 2 л	Ошибка, ведущая к сбою работы модели
Повышение уровня заполнения бензобака практически до уровня его вместимости	Заправка автомобиля происходит почти мгновенно

очередь из автомашин в связи с отсутствием топлива на автозаправке: иными словами, возникает дефицит топлива на автозаправке (рис. 6 и 7).

**Агент: Бензоколонка («fuel dispenser»).**

3. В случае снижения пропускной способности трубопровода подачи топлива, а также раздаточного пистолета до 0, происходит ошибка, ведущая к сбою работы

модели: действительно, для чего держать открытой неработающую заправку (рис. 8)?

**Агент: Бензовоз («gasoline tanker»).**

4. В случае увеличения скорости слива топлива в резервуар с 25 л/с до 150 л/с очевидно, что резервуар наполняется быстрее: это значительно снижает вероятность возникновения дефицита на автозаправке (рис. 9).

**Агент: Потребитель (машины, приехавшей на заправку) («tank»).**

5. В случае снижения объема вместимости бензобака до 2 л, а также в случае условия изначально заполненного бензобака на 2 л, происходит ошибка, ведущая к сбою работы модели: действительно, для чего приезжать на заправку, в случае если бензобак автомобиля полон (даже если это всего 2 л) (рис. 10).

6. В случае повышения уровня изначально заполненного бензобака практически до уровня максимальной вместимости, заправка автомобиля происходит практически мгновенно.

Результаты применения инструментов и методов имитационного моделирования подтверждают, что агентное моделирование может успешно применяться на всех этапах цепочки поставок в нефтяной отрасли:

1. Вывоз добытой нефти морским транспортом. Агентное моделирование применяется для проектирования транспортной системы месторождения с учетом погодных условий и ледовой обстановки. При проектировании транспортной системы возможно определить объем резервуарного парка, количество единиц транспорта для вывоза нефти, конфигурацию погрузо-разгрузочных устройств.

2. Поставка добытой нефти на нефтеперерабатывающие заводы и отгрузка нефтепродуктов с нефтеперерабатывающих заводов. Агентное моделирование применяется для проектирования производственно-логистической инфраструктуры по приему нефти, в том числе морским транспортом, определения объема резервуарного парка для нефти и для нефтепродуктов, а также для выбора целевой производственно-логистической инфраструктуры по отгрузке нефтепродуктов в различные виды транспорта с учетом текущих и перспективных потребностей в сбыте готовой продукции.

3. Доставка нефтепродуктов до АЗС. Агентное моделирование применяется для определения производственно-логистической системы работы АЗС, включая необходимое количество единиц транспорта для доставки нефтепродуктов на АЗС и конфигурацию распределительных колонок с учетом текущих и перспективных потребностей в реализации

нефтепродуктов конечным потребителям.

#### Заключение

Технологии Индустрии 4.0, в том числе интеллектуальные технологии, могут быть применены при решении как стратегических задач, связанных с логистикой и цепями поставок в нефтяной отрасли, так и на операционном уровне. Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что менеджмент логистических процессов в нефтяной индустрии может быть успешно осуществлен с помощью многоагентных систем – систем распределенного искусственного интеллекта. При интеграции многоагентной системы в структуру нефтяной компании решаются следующие задачи сложной многофункциональной логистики:

- повышение эффективности принимаемых управленческих решений;
- увеличение гибкости и адаптации к изменениям внешней среды в условиях увеличения рисков и роста конкуренции;
- управление развитыми транспортными сетями и погрузо-разгрузочными операциями.

В качестве примера программного обеспечения, используемого для моделирования, в исследовании применялась среда AnyLogic. Рассмотрен пример разработки имитационной модели для вывоза нефти арктического месторождения морским транспортом, пример работы морского отгрузочного терминала, пример функционирования цепи поставок. Приведено описание агентной модели работы АЗС, проведена серия экспериментов, получены и проанализированы результаты.

В данной работе представлена только часть цепочки поставок. Дальнейшее исследование будет посвящено разработке и эксплуатации модели для отгрузки нефтепродуктов с нефтеперерабатывающего завода.

#### Литература

1. Щербанин Ю. А. Логистика и трейдинг в нефтегазовой отрасли. В 2 книгах. Кн. 1. Основы логистики. Закупки и поставки в нефтегазовых логистических системах. М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина, 2015.
2. Серова Е. Г. Имитационное моделирование в современном менеджменте. В сб.: Сборник докладов Третьей всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности Имитационное моделирование. Теория и практика. С-Пб.: ФГУП ЦНИИТС, 2007.
3. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. М.: Радио и связь, 1988.
4. Казанцев А. К., Серова Е. Г. Имитационное моделирование распределенных структур нефтегазодобывающих производственно-технических комплексов // Вестник ИНЖЕКОНа, серия «Технические науки». 2004. № 4 (3).
5. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Академия АйТи, 2018.
6. AnyLogic. «Газпром нефть» проектирует системы морской транспортировки нефти в Арктике. Официальный сайт. URL <https://www.anylogic.ru/simulation-modeling-of-offshore-offloading-system-for-arctic-oil-and-gas-condensate-field/> (дата обращения 19.07.2021).
7. Серова Е. Г., Шкляев Д. О., Сумятина В. О. Системы распределенного искусственного интеллекта и мягкие вычисления (soft computing) при решении задач многофункциональной логистики. В сб. трудов Санкт-Петербургской конференции исследователей в сфере экономики, бизнеса и общества: итоги 2019 г. СПб.: НИУ ВШЭ, 2019.
8. Сумятина В. О., Шкляев Д. О. Имитационное моделирование как инструмент для моделирования процесса погрузо-разгрузочных операций с нефтепродуктами. В сб. под ред.: Шеклеин А. А., Долматов М. А., Аксенов К. А.: Сборник трудов Девятой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его

применению в науке и промышленности Имитационное моделирование. Теория и практика. СПб.: ФГУП ЦНИИТС, 2019.

9. Serova E., Shklyayev D. Agent-Based Modeling for Decision Making Support: Case of Transport Logistics in

Oil Company. In: Proceedings of the 32nd European Modeling & Simulation Symposium (EMSS 2020). Dime University of Genoa: Dime University of Genoa, 2020; 35–40. <https://www.cal-tek.eu/proceedings/i3m/2020/emss/006/pdf>.

10. Serova E., Shklyayev D. Systems of Distributed Artificial intelligence for Analysis of Oil Product Transportation processes: Evidence from Russia. International Journal of Simulation and Process Modelling, 2021; 17 (2/3).

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА НОРМАТИВОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ТРУДОЕМКОСТИ УТИЛИЗАЦИИ КОРАБЛЕЙ С ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ И СУДОВ АТОМНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

С. А. Иванов, О. А. Кикү, А. Н. Митусов, Д. В. Новицкий,  
Г. В. Фофанов (АО «НИПТБ «Онега», e-mail: ivanov@onegastar.ru),  
В. В. Потряхаев (АО «ЦТСС», e-mail: potryakhaev@sstc.spb.ru)

УДК 004.942:656.61

ESTABLISHMENT OF LABOR INTENSITY NORMS FOR ADVANCEMENT OF NORMATIVE-METHODICAL BASIS AIMED TO DETERMINE LABOR INTENSITY FOR DISPOSAL OF NUCLEAR-POWERED SUBMARINES, NUCLEAR-POWERED SURFACE SHIPS AND NUCLEAR SERVICING SHIPS

S.A. Ivanov, O.A. Kiku, A.N. Mitusov, G.V. Fofanov (JSC NIPTB "Onega"), V.V. Potryakhaev (JSC SSTC)

В настоящее время на этапе планирования работ по утилизации атомных подводных лодок (АПЛ), надводных кораблей с ядерными энергетическими установками (НК) и судов атомного технологического обслуживания (судов АТО) (далее – кораблей и судов) зачастую отсутствует организационно-технологическая схема утилизации, а, следовательно, не определены точные объемы работ, планируемых к выполнению.

Основным методом определения трудоемкости является аналого-сопоставительный метод на основе сведений, имеющихся в распоряжении исполнителя. Применение данного метода установлено Порядком, утвержденным приказом [1], при расчете проектной трудоемкости, когда определение нормированной трудоемкости утилизации корабля или судна невозмож-

но вследствие отсутствия полного комплекта документации на их утилизацию.

Аналого-сопоставительный метод основан на процессе определения трудоемкости утилизации корабля или судна по ранее рассчитанной трудоемкости утилизации схожего проекта корабля или судна. Определение трудоемкости выполняется путем сопоставления состава работ и применением системы поправочных коэффициентов, позволяющих учесть различия между рассматриваемыми проектами кораблей и судов. Как правило, Заказчик выставляет крайне жесткие сроки обоснования цены контракта, вследствие чего требуется выполнять расчет трудоемкости утилизации кораблей и судов в условиях ограниченного времени. В связи с этим существует острая необходимость в совершенствовании норматив-

но-методической базы определения трудоемкости утилизации кораблей и судов.

Одним из вариантов совершенствования нормативно-методической базы определения трудоемкости утилизации является разработка документа, содержащего нормативы трудоемкости утилизации кораблей и судов различных проектов на работы, перечень которых установлен в соответствии со стандартом [2].

В 2018 г. в рамках выполнения АО «ЦТСС» НИР «Норматив–судпром» специалистами АО «НИПТБ «Онега» выполнена составная часть НИР «Норматив–судпром–Онега», в ходе которой впервые был разработан проект нормативов трудоемкости утилизации кораблей и судов по государственному оборонному заказу – кораблей с ЯЭУ и судов АТО.