

Настоящий материал открывает запланированную редакцией серию публикаций о теории и практике использования в проектировании морских портов и терминалов современного инструмента – мультиагентного имитационного моделирования. Результаты исследований, которые будут описаны в этом цикле, отражают коллективное творчество многих специалистов разного профиля. Их усилия по формулировке требований к модели, составлению содержательной постановки задачи, определению структуры и параметров модели, проведению теоретических исследований, реализации, верификации, планированию, проведению экспериментов и корректировке модели и составили общую картину функционирования нового порта Тамань.

# К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ КОШЕК

НЕВИННЫЕ ЖИВОТНЫЕ, УПОМЯНУТЫЕ В НАЗВАНИИ ДАННОЙ СТАТЬИ, НАВСЕГДА ВОВЛЕЧЕНЫ В ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕССМЕРТНЫМИ СЛОВАМИ ОТЦА ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НОРБЕРТА ВИНЕРА. ЕГО ИЗРЕЧЕНИЕ, В СВОЙСТВЕННОЙ ГЕНИЯМ ЛАПИДАРНОЙ ФОРМЕ ОТРАЖАЮЩЕЕ ВСЮ СУТЬ И ПРОБЛЕМАТИКУ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ТАКОВО: «ЛУЧШЕЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ КОШКИ БУДЕТ ИНАЯ КОШКА, ОДНАКО ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ, ЧТОБЫ ЭТО БЫЛА ИМЕННО ЭТА ЖЕ САМАЯ КОШКА...».

АВТОРЫ НАДЕЮТСЯ, ЧТО В КОНЦЕ ЦИКЛА ПУБЛИКАЦИЙ О ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ИМИТАЦИОННЫХ СЛОЖНЫХ МОДЕЛЕЙ, ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ ИХ АДЕКВАТНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ, О ПЛАНИРОВАНИИ И ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С МОДЕЛЬЮ, ОБ АНАЛИЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫДЕЛЕНИИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИВЕДЕННАЯ АЛЛЮЗИЯ РАСКРОЕТСЯ ЧИТАТЕЛЯМ ВО ВСЕМ СВОЕМ БЛЕСКЕ.

АВТОРЫ ДАННОЙ СТАТЬИ И БУДУЩЕГО ЦИКЛА ВЫРАЖАЮТ БЛАГОДАРНОСТЬ ДЕСЯТКАМ СОТРУДНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ, БЕЗ УЧАСТИЯ КОТОРЫХ ПРОЕКТ ПОРТА ТАМАНЬ НЕ СМОГ БЫ СТАТЬ РЕАЛЬНОСТЬЮ И ЧЕЙ ТРУД И ВКЛАД В НАЗВАННЫЙ ПРОЕКТ ТРУДНО ПЕРЕОЦЕНИТЬ.

**А.Л.КУЗНЕЦОВ**, Д.Т.Н., ПРОФЕССОР ГУМРФ ИМ. АДМИРАЛА С.О.МАКАРОВА; **И.М.РУСУ**, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ООО «РМП-ТАМАНЬ»; **М.Н.ГОРЫНЦЕВ**, К.Т.Н., ДИРЕКТОР ПРОЕКТА ОАО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ»; **С.Н.ПРОТОПОВИЧ**, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ООО «ТРАНСПОСОФТ»; **А.М.КОРШУНОВА**, ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА ООО «НПЦЕНТР СММ».

## НЕОБХОДИМЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Данный раздел авторы считают необходимым, несмотря на кажущуюся простоту многих используемых понятий и их пересечение с бытовым значением тех же слов, поэтому предлагают начать этот цикл с повторения очевидных истин.

*Модель* представляет собой некоторый теоретически сконструированный объект, который заменяет объект исследования в отношении некоторых изучаемых свойств, в этом смысле находится в отношении сходства с последним и более удобен для изучения. Исследование модели и выполнение над ней операций позволяет получить информацию о реальном объекте.

Моделирование чаще всего применяется для анализа *систем*, то есть совокупностей объектов, функциони-

рующих и взаимодействующих друг с другом для достижения определенной *цели*. Понятия цели и системы зависят от задач конкретного исследования и являются внешними по отношению к модели, то есть цель может быть сформулирована только с позиций вышележащего уровня.

*Состоянием системы* называется совокупность переменных, описывающих систему и позволяющих прогнозировать ее поведение в соответствии с задачами исследования.

*Анализ системы* предполагает изучение общесистемных целей, окружения системы (системных ограничений), ресурсов системы, компонентов системы, показатели эффективности, критериев качества управления системой. Все перечисленные компоненты формируют *структуру системы*.

При проектировании любой систе-

мы сначала строится и оптимизируется аналитическими методами простейшая модель, принимающая во внимание важнейшие структурные закономерности. При этом моделируются только те факторы, которые влияют на выбранные показатели эффективности или критичны к наложенным ограничениям.

При исследовании сложных систем используется разработка набора моделей, соответствующих различным иерархическим уровням рассмотрения и функциональным аспектам изучаемой системы. Такое *стратифицированное описание* на каждом уровне использует свой набор концепций, понятий и терминов. Разработка иерархии моделей для исключения пропусков и предотвращения бросовых затрат должна выполняться по технологии «сверху вниз».



Любому математическому моделированию предшествует создание *содержательной* (концептуальной) модели, определяющей объект, цель и условия моделирования.

При *имитационном моделировании* воспроизводится процесс функционирования системы во времени и в пространстве. При этом имитируются составляющие процесс элементарные явления с сохранением их причинных и временных связей в рамках заданной структуры.

В *агентно-ориентированном моделировании* используются агенты – автономные программные объекты, которые находятся в однородной компьютерной среде с другими агентами. *Агенты* обладают *автономностью* (способностью существовать без какого-либо внешнего управления, самостоятельно осуществляя контроль за своим состоянием и действиями), *социальным поведением* (способностью взаимодействовать друг с другом для достижения своих целей посредством обмена сообщениями), *реактивностью* (способностью воспринимать внешнюю информацию и реагировать на нее), *инициативностью* (возможностью выполнения определенных действий не только по запросу окружения, но и согласно своим планам и целям).

*Мультиагентные среды* («платформы») считаются наиболее перспективным подходом в современном моделировании сложных систем. Существуют различные инструмен-



тальные компьютерные платформы, интегрирующие отдельные технологические решения и обеспечивающие полный цикл разработки прикладных систем: анализ предметной области, проектирование, реализацию, верификацию, развертывание и сопровождение моделей. Основой для разработки подобных систем является *объектно-ориентированный подход*.

### ОБЪЕКТ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Как бы ни сбивал с толку заголовок данной статьи, объектом моделирования выбраны морской порт и грузовые терминалы различного назначения.

Моделями первого уровня для этих объектов обычно служат формульные зависимости и методики их использования, прописанные, например, в Нормах

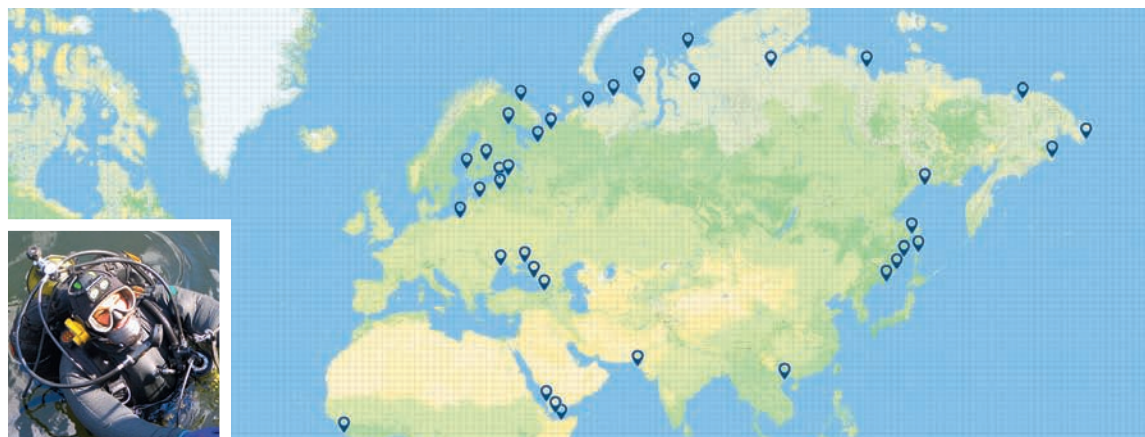
технологического проектирования морских портов. Моделями второго уровня могут являться методы Монте-Карло, инструментарий теории массового обслуживания, отдельные частные модели функциональных звеньев.

Целью настоящего исследования выбрана универсальная объектно-ориентированная мультиагентная имитационная модель порта, включающая в себя глобальные сухопутные и морские грузопотоки, портовую инфраструктуру – акваторию порта, подходной канал, морские грузовые фронты, склады и т.д., системы смежного сухопутного транспорта – железнодорожные станции, железнодорожные грузовые фронты, автодороги, автомобильные грузовые фронты и многое другое. >>

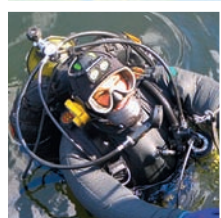
# Лучшие решения в области морского проектирования



Сабетта



Штокман



Ямал



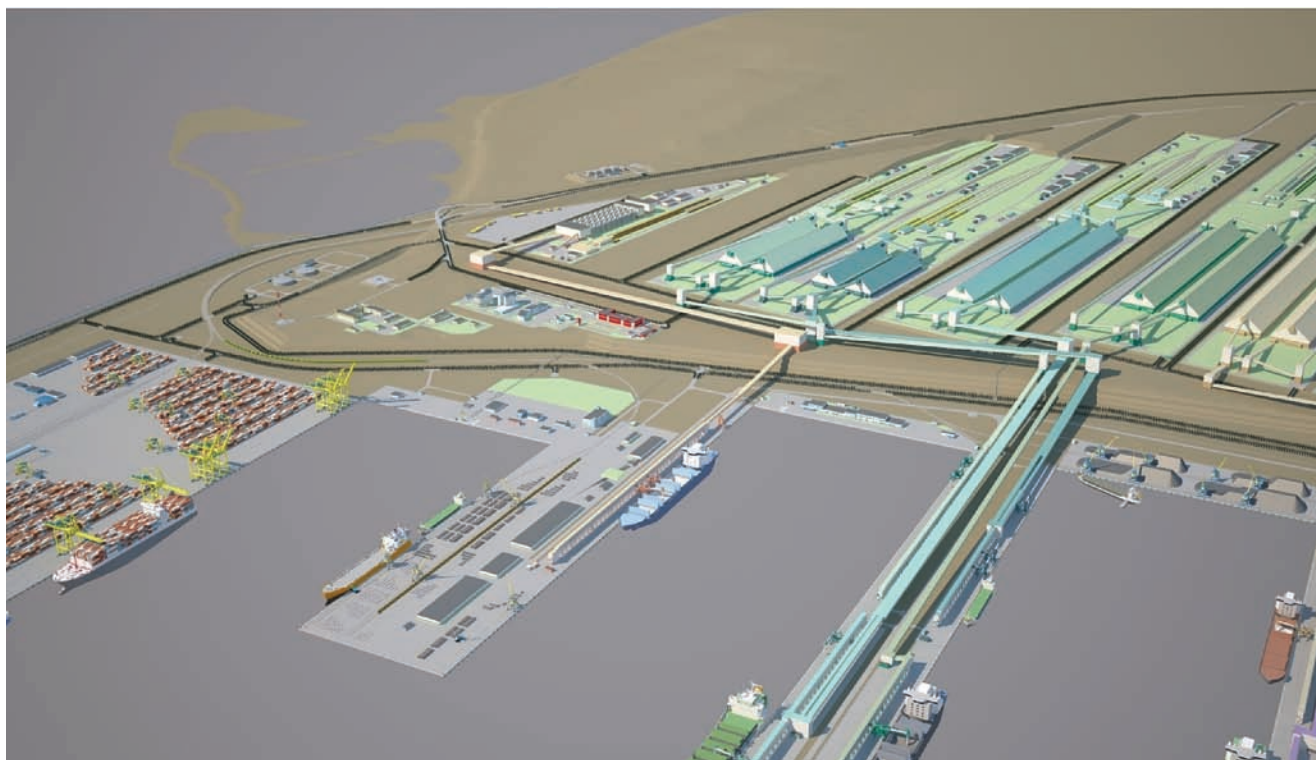
Тамань

Ленморниипроект разработал уникальные объекты крупнейших портов: Вентспилс, Рига, Клайпеда, Таллин, Пори, Приморск, Усть-Луга, Санкт-Петербург, Высоцк, Мурманск, Архангельск, Ванино, Корсаков, Новороссийск, Сочи, Туапсе, Тамань, Сабетта.

Институт проектировал оригинальные конструкции «Комплекса защиты Ленинграда от наводнений», объекты Пассажирского комплекса «Морской фасад Санкт-Петербурга», Государственный комплекс «Дворец Конгрессов» в Стрельне, нефтяные бункеры и терминалы компаний «Лукойл», «Газпром-нефть», «Новатэк», «Таманьнефтегаз», «Сахалин-2», «Ростерминалуголь», «Ямал СПГ», «Роснефтьбункер», «Газфлот», ФГУП «Росморпорт».

Ленморниипроект активно участвует в международных проектах в самых разных странах: Сомали, Алжире, Пакистане, Вьетнаме, Йемене, Кабо-Верде, Гвинее, Кубе.

Признанием высокого престижа института на международном рынке является Сертификат Одобрения Lloyd's Register Quality Assurance в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 9001:2008.



Теоретические результаты, которые будут описаны в данном цикле, были получены в ходе создания полномасштабной имитационной модели взаимодействия основных элементов сухогрузного района морского порта Тамань, интегрированного в международный транспортный коридор Север – Юг.

По заказу Федерального казенного учреждения «Ространсmodernизация» в соответствии с Федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)» в настоящее время разработана проектная документация Сухогрузного района морского порта Тамань. Генеральным проектировщиком выступило российское проектное предприятие ОАО «Ленморниипроект».

В рамках этого проекта на территории порта планируется построить 10 терминалов по перегрузке различных грузов. Общая длина причалов для приема речных и морских судов составит более 8100 метров.

Данный проект будет реализован на принципах государственно-частного партнерства. Существенную часть расходов по строительству нового района порта берет на себя государство. Государство финансирует работы по строительству подходного канала, акватории, волнозащитных сооружений, причалов, автомобильной и железной дорог, портовой железнодорожной станции, объектов инженерной инфраструктуры.

ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)» пред-

усмотрено выделение на строительство объектов нового района порта Тамань 76 млрд рублей. Строительство и обустройство внутрипортовой инфраструктуры возьмет на себя специально созданная управляющая компания.

Масштабность и инвестиционная емкость проекта, рост международной и региональной конкуренции, сложная глобальная экономическая обстановка и связанные с этим предпринимательские риски заставили внимательно относиться к каждому возможному инструменту из набора современных средств проектирования.

Реализованная модель, описываемая в проекте, рассматривает порт как транспортный узел, как систему, составленную из совокупностей взаимодействующих объектов, функционирующих для достижения определенной цели. Этой целью в данном случае было положено доказательство возможности освоения расчетных грузопотоков, а также определение узких мест и резервов пропускной способности порта как транспортной системы.

Состоянием системы выбрана совокупность переменных, описывающих состояние основных структурных элементов: различные параметры очереди судов на входном рейде, пропускная способность подходного канала, коэффициенты использования причалов для отдельных видов грузов, характеристики их производительности и эффективности, использование

перегрузочного оборудования, динамика поведения запасов различных видов грузов на складах, производительности наземных грузовых фронтов, характеристики обработки смежного транспорта.

Анализ системы предполагает проверку реализуемости различных вариантов объема и структуры расчетного грузопотока в различных вариантах окружения системы и варьируемых системных ограничений, оценку требуемых ресурсов системы и их критических значений, изучение динамики поведения компонентов системы, оценку информативности различных показателей эффективности и влияния различных критериев качества управления системой.

Имитационная модель, принципы создания которой и практика проведения с ее помощью экспериментов будет описываться в настоящем цикле статей, представляет собой один из самых эффективных инструментов нашего времени для анализа функционирования транспортных систем.

Эта система прошла успешную апробацию и доказала свою полезность на крупных реальных проектах, связанных с созданием морских портов Российской Федерации.

Следующие публикации будут посвящены некоторым теоретическим вопросам, необходимым для дальнейшего описания указанной системы моделирования и интерпретации полученных с ее помощью результатов. ■