

УДК 004.942

## РОТАЦИЯ ФУНКЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

*Т. В. Гончарова, А. А. Булавинцев*

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассматривается разработка отечественного программного обеспечения графической среды моделирования *AnyLogic*. Для изучения корректности системы моделирования проводится анализ работы программы при построении математически интерпретируемого описания взаимодействия некоторых параллельных процессов. Исследование системы *AnyLogic* производится на примере имитационных моделей железнодорожных систем. Обосновывается значимость использования программы-модулятора, актуальность и преимущество применения данной технологии.

**Ключевые слова:** графическая среда моделирования, ротация, современная инфраструктура, имитационная модель, предметная визуализация.

## FUNCTION ROTATION IN MODERN INFRASTRUCTURE

*Tatyana V. Goncharova, Anatoliy A. Bulavintsev*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

This article discusses the development of domestic software for the AnyLogic graphics modeling environment. To study the correctness of the modeling system, an analysis of the program is carried out when building a mathematically interpreted description of the interaction of some parallel processes. The study of the AnyLogic system is carried out using the example of simulation models of railway systems. The importance of using the modulator program, relevance and advantage when using this technology are justified.

**Keywords:** graphical modeling environment, rotation, modern infrastructure, simulation model, subject visualization.

**Введение.** Развитие современных информационных, мультимедийных, объектно-ориентированных технологий в сфере производства, бизнеса и других отраслей экономики происходит стремительно, что приводит к необходимости внедрения и использования новых, хорошо сконструированных графических сред моделирования, с продуманной эффективностью и окупаемостью. Необходимость в графической имитационной системе моделирования может возникать в случаях, когда проведение опытов над реальной системой представляется нецелесообразным и невозможным, скажем, из-за высокой стоимости или продолжительности эксперимента в реальном времени. Целью данного исследования является анализ работы новой отечественной программы *AnyLogic*, современного инструмента имитационного моделирования, которая служит для получения более детального представления о системных процессах, происходящих в различных производственных и бизнес-системах [1]. Понимание принципов и потенциальных возможностей имитационного моделирования, умение создавать и применять на практике такие модели для современного инженера, бизнес-аналитика или менеджера — совершенно необходимые требования.

**Основная часть.** В данной работе проведен исследовательский анализ одного из новых способов имитационного моделирования системных процессов. Для этого использована новая

российская инструментальная программа *AnyLogic*, история которой берет начало ещё в 1990-х годах. В это время в науке уделялось значительное внимание построению математически интерпретируемого описания взаимодействия некоторых параллельных процессов. Учёные из Санкт-Петербурга разработали отечественное программное обеспечение для изучения и анализа корректности системы. Такой инструмент был назван *COVERS* (Параллельная Верификация и Моделирование). Подвергаемая анализу система определенных процессов исследовалась графически, описывая возможные структуры и поведение отдельных параллельных составляющих, взаимодействующих с другими процессами и средой. На протяжении целого десятилетия данный проект менялся и развивался, пока в 2000 году не была представлена одна из его самых первых версий *AnyLogic*.

Среда компьютерного моделирования общего назначения *AnyLogic* рассматривает основные направления моделирования, а именно системную динамику, дискретно-событийное и агентное моделирование (рис. 1).



Рис. 1. Виды моделирования

Такая программа, в отличие от других, предполагала не только конструирование различных структур, но и моделирование процессов и ситуаций. Это позволяло гораздо лучше продумывать структуры сооружений и решать множество других проблем. По этой причине система нашла широкое применение в различных сферах, таких как рынок и конкуренция, здравоохранение и фармацевтика, производство, логистика и цепочки поставок, пешеходная динамика и дорожное движение, сфера обслуживания, бизнес-процессы, социальные и экологические системы, авиация и космос, оборона, управление активами и проектами, телекоммуникация и информационные системы [2].

Как можно заметить по приведенным выше примерам, данная технология весьма широко используется, но область ее применения не исчерпывается только названными сферами деятельности. Она с каждым годом обретает всё большую популярность и используется в новых отраслях экономики.

Исключительность и преимущества данной программы будут продемонстрированы на примере дорожной инфраструктуры. Широко известный факт, что проектирование дорожной инфраструктуры — очень сложная задача. Это та сфера, где возникает необходимость предупреждать пробки и заторы, предусматривать увеличение трафика и, соответственно, учитывать возможности бюджета, некоторые особенности определенных населенных пунктов. Для того чтобы внести поправки и произвести модификацию дорожной структуры, следует учесть все возможные факторы, которые при определенных обстоятельствах влияют на дорожную ситуацию. Их важно иметь в виду при строительстве таких крупных общественных зданий и

сооружений, как стадионы, станции метро, аэропорты, ж.-д. вокзалы, а также при подведении к ним дорог и устройстве парковок.

Такая графическая среда моделирования, как *AnyLogic*, дает возможность смоделировать реальную ситуацию дорожного движения, учитывает при этом поток движения машин, количество и время переключения светофоров, плотность пешеходного трафика, пропускную способность дорог и многое другое (рис. 2).



Рис. 2. Моделирование дорожной ситуации

В области железнодорожного сообщения моделирование — дело весьма полезное. При его использовании можно оптимизировать и усовершенствовать проекты сортировочных станций, планы ж.-д. развязок, определить загруженность железнодорожного транспорта, использование ресурсов.

Например, планирование железнодорожной сети предполагает, что сортировочные перегонные станции использовать гораздо продуктивнее, если связать их в целостную отлаженную систему и отрегулировать поток грузов, проходящих через все станции. При составлении расписания поездов рекомендуется учитывать пропускную способность перегонов и станций, которую, в свою очередь, можно усовершенствовать, приведя расположение железнодорожных платформ и путей в надлежащее состояние.

На четкое, бесперебойное функционирование системы большое влияние оказывает эффективная работа депо и локомотивов, именно это приводит к быстрой окупаемости при модернизации и оптимизации деятельности данных объектов. Возможность, моделируя виртуально и без особых рисков, протестировать массу сценариев и идей, помогает специалистам произвести грамотную ротацию кадров и ресурсов, определить наиболее важные направления развития предприятий и отрасли в целом.

Программа *AnyLogic* позволяет воспроизвести имитационные модели железнодорожных систем, для этого у нее имеется встроенная ж.-д. библиотека. *AnyLogic* способствует экономии времени и финансов практически на всех этапах ее применения: на стадии проектирования сортировочных станций, оперативного планирования, проектирования железнодорожных сетей, расчета интервалов движения грузовых поездов и пропускной способности станций. Таким образом, можно достаточно подробно смоделировать и визуализировать практически все детали и элементы системы и их согласованность, что дает возможность использовать ресурсы системы предельно результативно.

Еще одно преимущество данной программы состоит в том, что она позволяет в виртуальной среде более эффективно анализировать происходящие процессы и вносить в них изменения. При этом существенные улучшения достигаются при повышении результативности основных базовых операций: оптимизации, к примеру, графиков технической наладки оснащения. Вероятностное прогнозирование и перераспределение работ поможет сократить время простоя, повысить оптимизацию профилактического обслуживания.

Применяя действительные исходные данные, можно и провести анализ текущих действий, и протестировать произошедшие изменения, при этом повседневная работа предприятия не будет прекращена. Детальная статистика и 3D-визуализация наглядно представляют проект тем, кто в нем заинтересован, кому требуется внести необходимые изменения и принять продуманные решения.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что проект *AnyLogic* предоставляет возможность внедрять инновационные технологии и материалы, стабильно обеспечивающие рентабельность на всех стадиях работы. Такая графическая система экономит время и деньги, потому что виртуальные опыты на имитационных моделях обойдутся значительно дешевле при меньших затратах времени, чем эксперименты с действительными активами. В отличие от аналитики, основанной на использовании таблиц, линейной оптимизации, программное моделирование позволяет наблюдать характер и поведение совершенно реальной системы в течение определенного времени с необходимой степенью детальности. Предметная визуализация программы дает возможность представить имитационные модели в 2D и 3D, что делает идеи и концепции гораздо более наглядными, а это позволяет лучше воспринимать их при анализе и обсуждении. Повышенная же точность предполагает, что имитационная модель воссоздает намного больше элементов и деталей, чем аналитическая. Поэтому имитационная модель гораздо точнее, а прогнозы на ее основе — более определенные.

Самыми важными и очевидными преимуществами *AnyLogic* являются экономия и прагматичность. Использование данной технологии придаст огромный потенциал экономии денег и времени, а также внесет дополнительное удобство в деятельность любой инфраструктуры благодаря способности программы моделировать процессы эксплуатации сооружения ещё на этапе планирования.

#### **Библиографический список**

1. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с *AnyLogic 5* / Ю. Г. Карпов. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. — 390 с.
2. Кудрявцев, Е. М. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2004 — 320 с.

*Об авторах:*

**Гончарова Татьяна Владиславовна**, доцент кафедры «Естественные науки» и кафедры «Инженерная геометрия и компьютерная графика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, [ya\\_germes@mail.ru](mailto:ya_germes@mail.ru)

**Булавинцев Анатолий Александрович**, студент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), [abulavinsev135@mail.ru](mailto:abulavinsev135@mail.ru)

*About the Authors:*

**Goncharova, Tatyana V.**, Associate Professor, Natural Sciences Department, Engineering Geometry and Computer Graphics Department, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, [ya\\_germes@mail.ru](mailto:ya_germes@mail.ru)

**Bulavintsev, Anatoliy A.**, Student, Operation of Transport Systems and Logistics Department, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya st., Rostov-on-Don, 344003, RF), [abulavinsev135@mail.ru](mailto:abulavinsev135@mail.ru)