

чипе происходит прерывание и идет проверка адреса микроконтроллера с адресом, указанным в пакете байт. Если адреса совпадают, то идет обработка данных, пришедших в пакете. После обработки *ATmega8* выставляет на линии *TX* логическую «1», что обозначает, что микроконтроллер готов к отправке. После чего происходит отправка пакета байт. Отправка и прием байт на персональном компьютере осуществлялись с помощью программы «*Terminal v1.9b*». В роли протокола – четырехбайтный пакет данных, где первый байт – адрес устройства, второй байт – это запись или чтение с микроконтроллера, третий байт – байт данных и четвертый байт – это стоповый байт. Пример четырехбайтного пакета данных: «*1w3s*».

С помощью данного комплекса подача звонков станет более точной и синхронной, дистанционное управление освещением позволит сэкономить на электроэнергии, а отслеживание работы пожарной сигнализации повысит уровень безопасности организации.

### Список литературы

1. Автоматизация [Электронный ресурс]: Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизация> (дата обращения: 07.02.2018).

2. Подключение микроконтроллеров к шине RS-485 [Электронный ресурс]: AVRки.ру. URL: <http://www.avrki.ru/articles/content/rs485/> (дата обращения: 20.01.2018).

*Материал поступил в редколлегию 10.10.18.*

УДК 004.946

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5c19e6badda5a5.07169296

Д.М. Умурзакова

(Узбекистан, г. Фергана, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ В СРЕДЕ ANYLOGIC

*Раскрывается многообразие систем автоматизированного проектирования в производстве, показаны их возможности и определены ближайшие перспективы развития. Показаны возможности AnyLogic и их преимущества.*

*The article reveals the diversity of computer-aided design systems in production, shows their capabilities and identifies the immediate development prospects. The features of AnyLogic and their advantages are shown.*

*Ключевые слова: САПР, преимущества технологии информационного моделирования, AnyLogic, системная динамика, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование.*

*Keywords: CAD, advantages of information modeling technology, AnyLogic, system dynamics, discrete-event modeling, agent modeling.*

**AnyLogic** – программное обеспечение для имитационного моделирования, разработанное российской компанией The AnyLogic Company. Инструмент обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать язык Java для разработки моделей.

В начале 1990-х в компьютерной науке наблюдался большой интерес к построению математически трактуемого описания взаимодействия параллельных процессов. Это сказалось на подходах к анализу корректности параллельных и распределённых программ. Группа учёных из Санкт-Петербургского политехнического университета разработала программное обеспечение для анализа корректности системы; новый инструмент назвали COVERS (Параллельная Верификация и Моделирование). Анализируемая система процессов задавалась графически, с помощью описания её структуры и поведения отдельных параллельных компонентов, которые могли взаимодействовать с окружением — с другими процессами и средой. Инструмент использовался в исследовательских проектах компании Хьюлетт-Паккард (англ. Hewlett-Packard) [1].

В 1998 г. успех этого исследования вдохновил лабораторию организовать коммерческую компанию с миссией создания нового программного обеспечения для имитационного моделирования. Акцент при разработке ставился на прикладные методы: моделирование стохастических систем, оптимизацию и визуализацию модели. Новое программное обеспечение, выпущенное в 2000 г., было основано на последних преимуществах информационных технологий: объектно-ориентированный подход, элементы стандарта UML, языка программирования Java, современного GUI, и т. д.



*Рис. 1. Три подхода имитационного моделирования*

Продукт получил название AnyLogic, потому что он поддерживал все три известных метода моделирования:

- ✓ Системная динамика.
- ✓ Дискретно-событийное моделирование.

- ✓ Агентное моделирование.

Так же любую комбинацию этих подходов в пределах одной модели. Первой версии был присвоен индекс 4 – Anylogic 4.0, так как нумерация продолжила историю версий предыдущей разработки – COVERS 3.0 [2].

Огромный шаг вперед был сделан в 2003 году, когда был выпущен AnyLogic 5, ориентированный на бизнес-моделирование. С помощью AnyLogic стало возможным разрабатывать модели в следующих областях:

- ✓ производство;
- ✓ логистика и цепочки поставок;
- ✓ рынок и конкуренция;
- ✓ бизнес-процессы и сфера обслуживания;
- ✓ здравоохранение и фармацевтика;
- ✓ управление активами и проектами;
- ✓ телекоммуникации и информационные системы;
- ✓ социальные и экологические системы;
- ✓ пешеходная динамика;
- ✓ оборона.

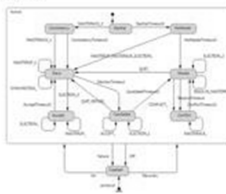
Последней версией программы является AnyLogic 7. AnyLogic 7 написан на языке программирования Java в популярной среде разработки Eclipse. Anylogic 6 является кросс-платформенным программным обеспечением, работает как под управлением операционной системы Windows, так и под Mac OS и Linux.

AnyLogic включает графический язык моделирования, а также позволяет пользователю расширять созданные модели с помощью языка Java. Интеграция компилятора Java в AnyLogic предоставляет более широкие возможности при создании моделей, а также создание Java апплетов, которые могут быть открыты любым браузером. Эти апплеты позволяют легко размещать модели AnyLogic на веб-сайтах. В дополнение к Java-апплетам, AnyLogic Professional поддерживает создание Java-приложений, в этом случае пользователь может запустить модель без инсталляции AnyLogic.

**Stock & Flow Diagrams**



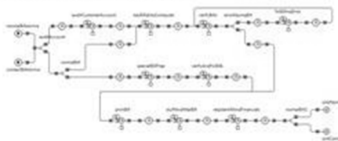
**Statecharts**



**Action charts**



**Process flowcharts**



*Рис. 2. Конструкции среды моделирования AnyLogic*

Графическая среда моделирования AnyLogic включает в себя следующие элементы:

- Stock & Flow Diagrams (диаграмма потоков и накопителей) применяется при разработке моделей, используя метод системной динамики.
- Statecharts (карты состояний) в основном используется в агентных моделях для определения поведения агентов. Но также часто используется в дискретно-событийном моделировании, например для симуляции машинных сбоев.
- Action charts (блок-схемы) используется для построения алгоритмов. Применяется в дискретно-событийном моделировании (маршрутизация звонков) и агентном моделировании (для логики решений агента).
- Process flowcharts (процессные диаграммы) основная конструкция, используемая для определения процессов в дискретно-событийном моделировании.

Среда моделирования также включает: низкоуровневые конструкции моделирования (переменные, уравнения, параметры, события и т.п), формы представления (линии, квадраты, овалы и т.п), элементы анализа (базы данных, гистограммы, графики), стандартные картинки и формы экспериментов.

Среда моделирования AnyLogic поддерживает проектирование, разработку, документирование модели, выполнение компьютерных экспериментов с моделью, включая различные виды анализа — от анализа чувствительности до оптимизации параметров модели относительно некоторого критерия[3].

AnyLogic включает в себя набор следующих стандартных библиотек:

- Process Modeling Library разработана для поддержки дискретно-событийного моделирования в таких областях как Производство, Цепи поставок, Логистика и Здравоохранение. Используя Process Modeling Library, вы можете смоделировать системы реального мира с точки зрения заявок (англ. entity) (сделок, клиентов, продуктов, транспортных средств, и т. д.), процессов (последовательности операций, очередей, задержек), и ресурсов.
- Pedestrian Library создана для моделирования пешеходных потоков в «физической» окружающей среде. Это позволяет создавать модели с большим числом пешеходного трафика (как станции метро, проверки безопасности, улицы и т. д.). Модели поддерживают учёт статистики плотности движения в различных областях. Это гарантирует приемлемую работу пунктов обслуживания с ограничениями по загруженности, оценивает длину простаивания в определённых областях и обнаруживает потенциальные проблемы с внутренней геометрией —

такие, как эффект добавления слишком большого числа препятствий — и другими явлениями.

- Rail Yard Library поддерживает моделирование, имитацию и визуализацию операций сортировочной станции любой сложности и масштаба. Модели сортировочной станции могут использовать комбинированные методы моделирования (дискретно-событийное и агентное моделирование), связанные с действиями при транспортировке: погрузками и разгрузками, распределением ресурсов, обслуживанием, различными бизнес-процессами.

### Список литературы

1. Кручинин, С.В. Графическое ядро визуализации и анализа инженерных схем./ С.В. Кручинин, А.М. Кузнецов, С.В. Зотов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011618938 от 27.09.2011. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2011.

2. Денисенко, В.А. Проектирование компьютерной системы на основе рекурсивной когнитивной архитектуры для задачи синтеза интеллектуального поведения агента/ В.А. Денисенко, З.В. Нагоев, О.В. Нагоева // Программные системы и вычислительные методы. – 2013. – 3. – С. 264 – 267. DOI: 10.7256/2305-6061.2013.3.9138.

3. Арзамасцев, С.В. Свойства, методы и события объектов интегрированной интеллектуальной САПР ТПковки на молотах/ С.В. Арзамасцев, А.В. Коновалов, О.Ю. Муйземнек, С.И. Канюков // Программные системы и вычислительные методы. - 2013. - 3. - С. 245 - 249. DOI: 10.7256/2305-6061.2013.3.10542.

*Материал поступил в редколлегию 02.10.18.*

УДК 004.942

DOI: 10.30987/conferencearticle\_5c19e6bc5bcc14.82939406

Д.М. Умурзакова

(Узбекистан, г. Фергана, Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

## СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Рассмотрены вопросы имитационного моделирования управленческих процессов в производственной деятельности. Представлены преимущества метода имитационного моделирования и этапы построения моделей на его основе. Приведены краткий обзор и анализ систем имитационного моделирования Arena, Plant Simulation, GPSS.*

*The issues of simulation modeling of management processes in industrial activity are considered. The author presents the advantages of simulation modelling and the stages of building models on its basis. The article provides a*