

УДК 621: 658.511

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Краско А.С., Котов Д.С.

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия, krasko@mirea.ru

Аннотация. Рассмотрены преимущества внедрения теории и практики имитационного моделирования в учебный процесс подготовки студентов по направлению машиностроения.

Ключевые слова. Имитационное моделирование, подготовка кадров, Anylogic, проектирование технологических процессов.

В настоящее время имитационное моделирование становится все более популярным и широко используется при разработке и модернизации технологических процессов и производств. Имитационное моделирование позволяет анализировать и оптимизировать работу технологических системы путем создания компьютерной модели, которая имитирует функционирование реальных производственных процессов и ситуаций, а также взаимодействие между элементами технологических системы. [1–2]

Основные принципы имитационного моделирования технологических систем [3]:

1. Модель вменяет реальность: компьютерная модель создается с целью воссоздать реальную систему или процесс. Модель учитывает основные элементы, взаимодействия и свойства системы.

2. Временное измерение: имитационные модели учитывают изменение и взаимодействия во времени. В модели можно представить изменение состояний системы и влияние внешних факторов.

3. Случайность и вероятность: имитационное моделирование учитывает случайные факторы и стохастические переменные, которые могут влиять на результаты моделирования.

4. Экспериментирование: преимущество имитационного моделирования заключается в возможности проводить эксперименты с моделью, тестировать различные стратегии и выполнять анализ результатов.

Имитационное моделирование применяется в различных областях и сферах деятельности, включая [4–5]:

– производство и логистика: оптимизация процессов производства, управление запасами, планирование и оптимизация маршрутов доставки.

– транспорт и логистика: моделирование потока транспортных средств, планирование маршрутов, оценка пропускной способности и оптимизация расписаний.

– здравоохранение: моделирование потока пациентов, оценка и управление ресурсами, планирование и оценка различных сценариев.

– финансы и экономика: моделирование рыночных процессов, финансового анализа, прогнозирование и оптимизация портфелей инвестиций.

– городское планирование: моделирование потоков людей и транспорта, планирование развития и размещения объектов, симуляция работы организаций и предприятий.

В настоящее время, одним из основных программных пакетов имитационного моделирования

является AnyLogic, которая предоставляет широкий спектр инструментов и возможностей для создания и анализа моделей технологических процессов и промышленных производств. AnyLogic поддерживает различные типы моделирования, такие как дискретно-событийное, системная динамика и агентное моделирование, что позволяет реализовывать различные аспекты и взаимодействия в технологической системе, включая [6]:

– оптимизацию параметров функционирования производственных участков и маршрутов изготовления изделий машиностроения;

– прогнозирование и сокращение длительности производственного цикла изготовления изделий;

– анализ влияния факторов, таких как загрузка оборудования и время ожидания, на эффективность производственного процесса;

– планирование и оптимизацию поставок;

– оценку эффективности и сравнение различных организационных схем, например, дисциплину обслуживания заготовок.

Управление качеством: Имитационное моделирование может быть использовано для анализа и улучшения систем управления качеством в производстве. Например, с помощью моделирования можно определить оптимальные параметры контроля качества на различных этапах производственного процесса для минимизации брака и повышения общего качества продукции.

Стоит упомянуть преимущества использования имитационного моделирования перед аналитическим подходом, это наиболее явно отразит преимущества внедрения подобных программ в учебный процесс.

1. Подход и методология:

– имитационное моделирование в AnyLogic – основывается на разработке компьютерной модели, которая имитирует реальные процессы и взаимодействия в системе. Модель создается на основе определенных правил и логики, и ее поведение симулируется с использованием случайностей и вероятностей. Имитационное моделирование позволяет учесть нелинейные связи, динамическое поведение системы и проводить эксперименты с различными сценариями и стратегиями;

– аналитическое моделирование – основывается на использовании математических моделей и статистических методов для анализа и оптимизации систем. Аналитический подход строит аналитические выражения и уравнения, которые описывают систему и ее поведение. Он пытается найти точные аналити-

ческие решения и предсказания на основе точных данных и параметров.

2. Учет неопределенности и случайности:

– имитационное моделирование в AnyLogic учитывает случайность и вероятности, что позволяет моделировать реальное поведение системы при изменении параметров и факторов. Оно учитывает случайные факторы, допускает различные вариации и помогает принимать решения на основе статистических данных;

– аналитическое моделирование идет от предположения, что параметры и переменные являются точными и измеримыми. Оно не учитывает случайности и считает систему детерминированной, что может привести к ограничениям в учете неопределенности и вариаций в реальной системе.

3. Сложность моделирования:

– имитационное моделирование позволяет создавать более сложные и гибкие модели, которые учитывают нелинейные связи, различные типы взаимодействий и динамическое поведение системы. Это особенно полезно в случае сложных и динамических систем, где прямое аналитическое решение может быть затруднительным или невозможным;

– аналитическое моделирование обычно основывается на упрощении системы и игнорировании некоторых важных факторов для облегчения аналитического решения. Это может быть полезным при изучении простых и статических систем, но может оказаться недостаточно эффективным для сложных и динамических систем.

4. Исследование и тестирование:

– имитационное моделирование в AnyLogic позволяет проводить различные эксперименты и тестирование с различными сценариями и стратегиями без реального внедрения изменений. Это позволяет оценить воздействие различных факторов на систему и принять обоснованные решения;

– аналитическое моделирование позволяет проводить анализ и предсказания на основе точных данных и моделей. Однако оно может быть ограничено в возможности проведения экспериментов и тестирования различных сценариев.

5. Области применения:

– имитационное моделирование в AnyLogic широко применяется в различных областях, таких как производство, логистика, здравоохранение, финансы, городское планирование и другие, где требуется учет динамических процессов, случайности и оптимизации.

– аналитическое моделирование традиционно использовалось в экономике, физике, математике и других областях, где возможно получить точные аналитические решения и предсказания.

На рисунке 1 показана графическая модель (1, 2 и 3) и диаграмма состояний автоматизированного производственного участка механосборочного производства с графиком загрузки автоматизированного транспортного средства (4 и 5) и технологического оборудования (6) [7].

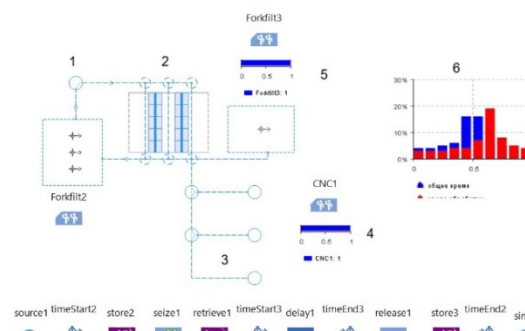


Рисунок 1 – Имитационная модель автоматизированного производственного участка машиностроительного производства

Таким образом, использование имитационного моделирования, в том числе с помощью AnyLogic, позволяет более эффективно разрабатывать и оптимизировать технологические процессы и промышленные производства. Это требует наличия специалистов, обладающих соответствующими знаниями и навыками в области имитационного моделирования и анализа данных.

В связи с этим возникает необходимость подготовки кадров, способных понимать и использовать преимущества этого инструмента. Они должны обладать навыками работы с программными средствами, такими как AnyLogic, и умением анализировать полученные результаты и принимать проектно-технологические и организационные решения на основе исследуемых моделей.

Включение в образовательные программы имитационного моделирования производственных участков кафедры цифровых и аддитивных технологий РТУ МИРЭА позволило добиться следующих результатов:

– возможность визуализации функционирования и анализа моделей сложных технологических систем разного уровня способствовало улучшению понимания реализации технологических процессов изготовления изделий машиностроения и организации функционирования производственных участков с применением Anylogic;

– гибкость и многофункциональность имитационного моделирования с применением Anylogic позволяет создавать модели на основе различных методов и подходов, таких как системная динамика, дискретно-событийное и агентное моделирование, что дало возможность лучшего понимания взаимодействия различных участков в производственном процессе и оценить их эффективность;

– возможность создания визуальных моделей помогает студентам наблюдать за изменением параметров в реальном времени, а также исследовать различные сценарии для принятия более обоснованных проектно-технологических и организационных решений по повышению технико-экономических показателей производства.

В процессе дальнейшего освоения студентами имитационного моделирования планируется активное использование множества инструментов и функций Anylogic для анализа и оптимизации технологических и производственных процессов, что позволит лучше изучать различные показатели эффективности производства и определять наиболее оптимальные

параметры функционирования технологических систем. Это поможет более детально вникнуть в проблему и сформировать умения и навыки выработки наиболее эффективных решений.

Помимо этого, использование Anylogic, значительно ускорит процесс изучения смежных технологических дисциплин за счет виртуальных экспериментов на основе созданных моделей.

Возможные вызовы при внедрении таких систем в учебный план:

Создание реалистичных имитационных моделей требует как технических знаний, так и навыков в области программирования и анализа данных. Это может быть вызовом для студентов и преподавателей, особенно в начале обучения. Однако в дальнейшем это приведёт к выпуску более универсальных специалистов.

Необходимость высококвалифицированных специалистов: Для анализа результатов имитационного моделирования и принятия обоснованных решений требуются специалисты с глубокими знаниями в области производства и машиностроения, а также умениями работы с соответствующими программными средствами. Это может быть вызовом при подготовке кадров и организации образовательного процесса.

Необходимость доступа к специализированному программному обеспечению: Для проведения имитационного моделирования часто требуется доступ к специализированным программным средствам, таким как AnyLogic. Благо, данное ПО распространяется бесплатно для учебных целей.

Из сказанного выше следует, что внедрение программ по имитационному моделированию в учебный процесс благоприятно сказывается на общем понимании устройства и закономерностей функционирования технологических процессов и участков. Эти знания позволяют ускорить процесс подготовки новых кадров, которые будут более востребованы работодателями.

Исходя из результатов внедрения в образовательные программы кафедры цифровых и аддитивных технологий РТУ МИРЭА изучения теории и практики имитационного моделирования можно заключить, что это позволило глубже и быстрее привить студентам понимание сложных технологических процессов, тем самым повысив качественно их подготовки к работе на реальном производстве.

Литература

1. Краско А.С. Использование цифровых моделей технологических систем для оценки эффективно-

сти проектных решений / А.С. Краско, Н.С. Баранова, Т.Н. Боровик // Инновационные технологии в электронике и приборостроении: сборник докладов Российской научно-технической конференции с международным участием Физико-технологического института РТУ МИРЭА, Москва, 16–17 апреля 2020 года. – Москва: МИРЭА – Российский технологический университет, 2020. – С. 102–103.

2. Оптимизация грузопотоков в технологических комплексах механосборочных производств посредством имитационного моделирования компоновочно-планировочных решений в программной среде AnyLogic: Учебное пособие / А.А. Ковалев, А.С. Краско, В.В. Зуев, В.В. Пирогов – М.: Издательство «Спутник +», 2021. – 146 с.

3. Имитационное моделирование работы технологического комплекса в программной среде Anylogic / А.А. Ковалев, А.С. Краско, В.В. Пирогов, В.В. Зуев. – Москва: Спутник, 2021. – 161 с.

4. Краско А.С. Определение оптимальных параметров обслуживания заготовок при имитационном моделировании автоматизированных технологических комплексов / А.С. Краско, М.А. Филин // Главный механик. – 2022. – № 5. – С. 305–315.

5. Применение имитационного моделирования в среде Anylogic для определения параметров функционирования автоматизированных производственных участков изготовления изделий машиностроения / А.С. Краско, М.Э. Захарова, И.И. Базаров, Е.В. Преображенская, В.В. Зуев // Вестник МГТУ «Станкин». – 2023. – № 2(65). – С. 62–68.

6. Имитационное моделирование современных машиностроительных производств / А.С. Краско, Я.О. Князев, Т.Н. Боровик, Д.С. Котов // Перспективные материалы и технологии (ПМТ–2023): Сборник докладов Национальной научно-технической конференции с международным участием Института перспективных технологий и индустриального программирования РТУ МИРЭА, Москва, 10–15 апреля 2023 года / Под редакцией А.Н. Юрасова. Том 1. – Москва: МИРЭА – Российский технологический университет, 2023. – С. 217–221.

7. Оптимизация дисциплины обслуживания заготовок посредством имитационного моделирования функционирования автоматизированных технологических комплексов / А.С. Краско, А.А. Ковалев, М.А. Филин [и др.] // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2023. – № 3. – С. 109–116.

IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF GRADUATES IN THE FIELD OF MECHANICAL ENGINEERING THROUGH THE USE OF SIMULATION SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

A.S. Krasko, D.S. Kotov

MIREA – Russian University of Technology, Moscow, Russia, krasko@mirea.ru

Abstract. The advantages of introducing the theory and practice of simulation modeling into the educational process of preparing students in the field of mechanical engineering are considered.

Keywords. Simulation modeling, personnel training, Anylogic, design of technological processes.