

**Г. Л. МУРАВЬЕВ, С. В. МУХОВ, В. И. ХВЕЩУК**  
БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

## **О ПРОБЛЕМАХ ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЮ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ**

Объектом рассмотрения являются проблемы обучения моделированию, подходы к автоматизации процессов обучения. Моделирование имеет выраженную практическую направленность, наряду с изучением теоретических основ требует получения практических навыков. Обучение является продолжительным трудоемким процессом, несмотря на спектр готовых языков, систем моделирования (СМ), специализированного ПО. Проблема рассмотрена применительно к широко применяемым в инженерной практике q-моделям [1, 2]. Соответственно предмет исследования – стохастические сетевые модели (ССМ), сети массового обслуживания (СМО), инструменты готовых СМ в части возможности их использования для обучения моделированию, автоматизации процессов обучения.

Задача сводится к выявлению процессов, наиболее значимых и трудоемких в ручном исполнении; рассмотрению подходов к построению средств обучения моделированию; разработке методов, классов, алгоритмов, программную реализацию полученных решений; апробации результатов в ходе обучения, разработке методик использования средств в учебном процессе.

В работе представлено описание характеристик задач по этапам моделирования, описание возможных направлений построения средств автоматизации. Так в таблице 1 перечислены некоторые из наиболее трудоемких задач автоматизации [1–4]. Учтены особенности обучения специалистов инженерных специальностей, специалистов в сфере информационных технологий. Они предполагают дополнительно, наряду с использованием моделирования как инструмента, формирование навыков программной реализации моделей, подсистем и СМ.

Далее на рисунке 1 представлена укрупненная классификация средств обучения, в которой наряду с готовым ПО, СМ выделены специально разрабатываемые подсистемы, увеличивающие эффективность обучения. Это надстройки (оболочки), обеспечивающие использование как оригинальных средств (подсистем) моделирования, так и существующих. Это учебные среды моделирования, объединяющие «ручные» инструменты (библиотеки модулей, классов, шаблонов), готовые каркасы и средства автоматической генерации результативных моделей на их основе, обеспечивающие многовариантное использование, различные сценарии обучения. В том числе – возможность создавать модели по

принципу конструктора на базе библиотечных элементов, заменять готовые компоненты разработанными в ходе обучения и т. д.

Таблица 1 – Характеристика задач

Технологический этап / Конечный результат	Задачи автоматизации
Постановка и формализация проблемы / Спецификации системы, модели (концептуальная, математические)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получение описаний учебных систем заданного качества и количества, имитирующих реальные системы, достаточных для построения моделей, имитационных моделей;</li> <li>– обеспечение возможности построения визуальных, графических описаний моделей систем (в том числе на базе ССМ), согласованных со средствами моделирования; разработка визуальных языков, ориентированных на сетевое моделирование;</li> <li>– построение специализированных моделей - имитаторов систем, обеспечивающих обучаемым возможность мониторинга системы с целью получения необходимых данных для параметризации модели и оценки ее адекватности</li> </ul>
Реализация моделей / Результативные модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получение результативных спецификаций моделей в терминах входных языков готовых СМ, в том числе с использованием средств визуальных описаний;</li> <li>– построение имитационных моделей, реализуемых на языках программирования высокого уровня, для выбранного класса математических описаний (моделей), в том числе с использованием средств визуальных описаний;</li> <li>– обеспечение возможности «ручного» конструирования имитационных моделей на языке программирования высокого уровня на базе готового набора типовых элементов, компонентов, для выбранного класса математических описаний (моделей); разработка соответствующих инструментальных средств;</li> <li>– обеспечение возможности учета факторов нестационарного поведения системы (в том числе нестационарных законов распределения параметров системы и внешней среды), воспроизведение произвольных законов распределения случайных величин;</li> <li>– обеспечение возможности учета факторов распараллеливания процессов, использования многозадачных, многоядерных средств, средств мониторинга процессов</li> </ul>
Исследование моделей / Аттестованные модели, пригодные для анализа систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получение тестовых описаний учебных систем заданного качества, содержащих наборы характеристик функционирования (узловых, системных), достаточных для тестирования и оценки адекватности разработанных моделей;</li> <li>– обеспечение процессов тестирования и аттестации моделей;</li> <li>– построение асимптотических оценок характеристик системы</li> </ul>

Здесь может быть выделена группа тесно связанных задач – обеспечение стадии начального, концептуального моделирования и заключительных этапов разработки модели – ее исследования. Ее

поддержка является основой системного подхода к решению задач автоматизации обучения моделированию, поскольку обеспечивает согласование задания на моделирование с результатами моделирования.

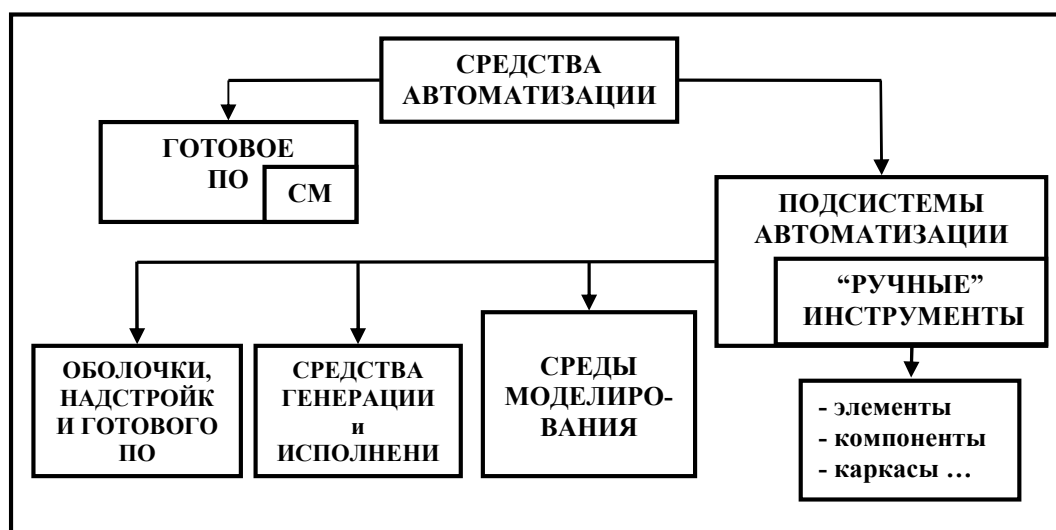


Рисунок 1 – Средства обучения

Так имитация систем в виде предоставляемых обучаемым наборов данных, описывающих системные процессы, или программных имитаторов учебных систем [5] обеспечивает обучаемым возможность получения навыков самостоятельного обследования, мониторинга системы, анализа стационарности, оценки характеристик, построения и параметризации моделей. Эти же данные обеспечивают возможность тестирования моделей и анализа их адекватности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ritchey, T. Outline for a Morphology of Modeling Methods Contribution to a General Theory of Modeling / T. Ritchey // Acta Morphologica Generalis. – 2012. – Vol. 1, no. 1. – P. 1–20.
2. Curry, G. Manufacturing Systems Modeling and Analysis / L.G. Curry, R.M. Feldman. – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009, 2011. – 338 p.
3. Константинов, Е.В. Применение имитационного моделирования в учебном процессе транспортного ВУЗа / Е.В. Константинов, В.С. Тимченко // Интернет-журнал «Мир науки» [Электронный ресурс]. – 2015. – № 3. – Режим доступа: <http://mir-nauki.com/PDF/42PDMN315.pdf>.
4. Ståhl, I. Teaching simulation to business students summary of 30 years' experience / I. Ståhl // Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference, ed. S.G. Henderson, B. Biller, M.-H. Hsieh, J. Shortle, J.D. Tew, and R.R. Barton. – New York: ACM, 2007. – P. 2327–2335.
5. Муравьев, Г.Л. Автоматизация получения тестовых описаний систем для обучения моделированию / Г.Л. Муравьев, А.Н. Никонюк //

Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы III Междунар. науч.-практ. интернет-конф., г. Мозырь, 5–9 апр. 2011 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина; редкол.: В.В. Валетов (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2011. – С. 85–86.