

ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Г. Л. Муравьев¹, Ю. Б. Крапивин², Ю. В. Савицкий³, В. И. Хвещук⁴

¹ К. т. н., доцент, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: mgl_work@mail.ru

² К. т. н., доцент, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: ybox@list.ru

³ К. т. н., доцент, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: yury.savitsky@tut.by

⁴ К. т. н., доцент, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: hvi2018@list.ru

Реферат

Предмет рассмотрения – процессы обучения инженерным дисциплинам в части их компьютерной поддержки, согласованной с методами преподавания, требованиями обучения в вузе. Представлен опыт системного учета особенностей преподавания, тенденций значимости самостоятельной работы, актуальности удаленных форм образования посредством комплексирования принципов модульного обучения и возможностей информационных технологий. Подход к автоматизации рассмотрен применительно к дисциплинам цикла моделирования систем, которые аккумулируют черты технических предметов: характеризуются формализацией, работой с абстрактными системами, моделями; обладают практической направленностью; предполагают использование программных инструментов и т. д. Обучение моделированию является непрерывным, продолжительным процессом, требует соответствующей подготовки учебного материала и автоматизации трудоемких этапов.

Для обеспечения целостности обучения выделено ядро предмета – “объединяющий” модуль “Моделирование систем на базе сетей с очередями”, который: интегрирует знания, получаемые в рамках дисциплины; специализирует их для применения в сфере оценки характеристик объектов; позволяет применить навыки не только фрагментарно, но и ко всему циклу моделирования.

Для поддержки наиболее трудоемких в “ручном” исполнении процессов обучения, контроля и оценки результатов модуль оснащен комплексом программно-информационных средств. Он включает подсистемы построения сетевых и модельных спецификаций, подсистему аттестации (тестирования) моделей, базу данных учебных заданий и др. Комплекс обеспечивает: получение объектов моделирования (уникальных вариантов описаний учебных систем, отвечающих заданным требованиям к их сложности и режиму функционирования); генерацию необходимых для аттестации моделей наборов тестовых данных; построение кодов имитационных моделей систем на входном языке стандартной системы моделирования; проведение аттестации моделей.

Это обеспечивает системный подход к обучению, так как задание на разработку моделей согласуется с его результатами, а сами процессы моделирования имитируются от этапа обследования системы до оценки адекватности моделей, прогнозирования характеристик систем. Комплекс может быть развернут в десктопном варианте, в том числе в составе локальной сети либо как веб-приложение с доступом через стандартный браузер.

Ключевые слова: автоматизация, информационные технологии, обучение, технические дисциплины, модуль, модульные инструкции, подсистема, модель.

EXPERIENCE IN AUTOMATION OF TEACHING ENGINEERING DISCIPLINES

G. L. Muravyov, Y. B. Krapivin, Y. V. Savitsky, V. I. Khviashchuk

Abstract

The subject of consideration is the processes of teaching engineering disciplines in terms of their computer support, consistent with teaching methods and the requirements of education at the university. The article presents the experience of systematically taking into account the characteristics of teaching, trends in the importance of independent work, the relevance of distance learning through the integration of the principles of modular learning and the capabilities of information technology. The approach to automation is considered in relation to the disciplines of the system modeling cycle, which accumulate the features of technical subjects: are characterized by formalization, work with abstract systems, models; have a practical focus; involve the use of software tools, etc. Modeling training is a continuous, lengthy process that requires appropriate preparation of training material and automation of labor-intensive stages.

To ensure the integrity of training, the core of the subject has been identified – the “unifying” module “Modeling of systems based on networks with queues”, which: integrates the knowledge obtained within the framework of the discipline; specializes them for application in the field of assessing the characteristics of objects; allows the skills to be applied not only fragmentarily, but also to the entire modeling cycle.

To support the most labor-intensive processes of training, monitoring and evaluation of results, the module is equipped with a set of software and information tools. The complex consists of a subsystem for constructing network specifications and model specifications, a subsystem for evaluating (testing) models, a database of training tasks, etc. The complex provides: obtaining modeling objects (descriptions of simplified systems that meet specified requirements for their complexity and operating mode); formation of test data sets required for model certification; construction of codes for simulation models of systems in the input language of the standard modeling system; certification of models.

This ensures a systematic approach to learning, since the tasks of developing models are consistent with the results obtained, and the modeling processes themselves are reproduced from the stage of studying the system to assessing the adequacy of models and predicting the characteristics of systems. The complex can be deployed in a desktop version, including as part of a local network, or as a web application with access through a standard browser.

Keywords: automation, information technology, training, technical disciplines, module, modular instructions, subsystem, model.

Введение

Предмет рассмотрения – процессы обучения инженерным дисциплинам в части применения информационных технологий (ИТ) для

обеспечения компьютерной поддержки их планирования и реализации [1, 2], согласованной с методами преподавания, требованиями обучения в вузе.

Особенности современного обучения в высшей школе [3–5]: рост аудитории обучаемых, «анонимности» обучения – дистанции между участниками процесса; разнородность обучаемых по уровню подготовки; проблемы перехода от школьной системы к университетскому образованию, требующему самодисциплины, организованности, мотивации; рост требований государства, общества к системе образования и педагогам в части самосовершенствования, активизации научной работы; вовлеченность студентов в использование Интернета, влияние ИТ, требующие дополнительных усилий педагогов для соответствия новым требованиям.

Перечисленное определяет актуальность работы, так как существует потребность повышения адаптивности курсов дисциплин, сочетающей массовость образования с его индивидуализацией и учитывающей значимую составляющую самостоятельной работы, разнообразие форм подготовки специалистов, трудоемкость организации обучения, необходимость использования ИТ.

Это особо важно из-за распространения сетевых технологий, средств дистанционного обучения, выросшей роли самоподготовки специалиста в ходе переподготовки, повышении квалификации, в том числе на базе заочных, удаленных форм обучения.

Проблема сведена: к анализу особенностей преподавания технических дисциплин на примере обучения моделированию; рассмотрению соответствия модульного подхода (МП) требованиям к организации обучения в высшей школе в рамках указанных дисциплин; разработке и апробации компонентов компьютерной поддержки процессов обучения, согласованных с МП.

Характеристика дисциплин

В работе в качестве примера рассмотрены дисциплины «Моделирование систем», «Моделирование», читаемые студентам очной, заочной, сокращенной форм образования специальностей 1 – 53 01 02 Автоматизированные системы обработки информации, 1 – 40 02 01 Вычислительные машины, системы и сети. Предмет дисциплин – системы в части их формализованного описания и моделирования, прогнозирования характеристик функционирования [6, 7].

Выделены характерные черты дисциплин, основные из которых приведены ниже. Дисциплины основываются на определенных уровнях базовой (знаний в области высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, случайных процессов и т. д.) и специальной (знаний и умений в предметной области специальности, ИТ, включая владение программированием) подготовке, реализуются комбинированием методов, форм обучения (предусматривают лекционные, лабораторные занятия, выполнение контрольных заданий, самостоятельную работу обучаемых), требуют от обучаемых значительных, постоянных усилий в процессе самостоятельной работы. Что может составить для очной формы обучения от 55–60 % учебного времени) до 80 % (с учетом самостоятельного характера лабораторных занятий) и до 90 % для заочной, заочной сокращенной форм обучения.

Таким образом обучение моделированию является непрерывным, продолжительным, трудоемким процессом, требующим соответствующей подготовки учебного материала и автоматизации наиболее трудоемких этапов обучения. Эти дисциплины аккумулируют характерные особенности технических предметов: базируются на системе предоставляющих математических, инженерных курсов; отличаются формализацией, применением специального математического аппарата, работой с абстрактными системами – де-факто моделированием; обладают выраженной практической направленностью, способствуя выработке специфических навыков применения знаний в предметной области; используют программные инструменты, требуют знаний программирования, необходимых для разработки моделей и др.

Модульный подход, инструкции

Модульное обучение [8–12] как развитие программируемого, деятельностного подхода к образованию базируется на осознанном участии обучаемых. Парадигма МП опирается на принципы общей теории систем, реализуется на базе модулей и модульных инструкций – программ действий по изучению дисциплины, отображающих опыт и видение преподавателя, что имитирует контакт с педагогом. По версии ЮНЕСКО модульный курс это «... обучающий замкнутый комплекс, в состав которого входят педагог, обучаемые, учебный материал, средства поддержки индивидуализированного подхода...».

А сам модуль – это автономная, целостная единица учебного материала, инструкции, средства контроля и т. д. Важное свойство МП – технологичность, достигаемая в том числе встроенной вариативностью сценариев обучения, возможностью повторного, междисциплинарного использования модулей и др. Актуальные достоинства МП, проблемы их реализации на практике приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики модульного подхода

Достоинства	Проблемы
– сбалансированные системные характеристики (целостность, полнота; структурированность; автономность; универсальность, гибкость, сочетаемость с другими формами обучения и др.)	– трудоемкость подготовки курса (близкая сложности создания учебника), необходимость значительных затрат времени, усилий преподавателя
– относительная простота, удобство применения готового модульного курса; пониженные требования к квалификации педагога; высвобождение его ресурсов, времени	– сложность разработки; требуются педагогическое мастерство, опыт, понимание особенностей преподавания курса
– эффективность использования курса в части адаптивности в отношении выбора темпа, времени, графика работы, методов обучения; масштабируемость на объем аудитории	– необходимы усилия по адаптации курса к учебным планам, программам, графику учебного процесса, распределению занятий по видам и часам
– потенциально высокое качество преподавания и обучения; постоянная обратная связь, контроль и сотрудничество с обучаемыми	– дополнительная эмоционально-психологическая нагрузка как результат интенсивного общения
– учет запросов государства на рост числа специалистов высшей квалификации без значимых дополнительных затрат и потребностей граждан в части реализации образовательных потребностей	– недостаточная поддержка педагогов в плане создания модульных курсов, на разработку которых требуются дополнительные ресурсы
– соответствие требованиям системы образования по согласованию с удаленными, заочными формами обучения, средствами ИТ	– требуется доработка курсов, наличие как минимум пользовательских знаний, умений в области ИТ

Модульная организация дисциплин

В рамках выбранных дисциплин выделены теоретические раздели и с учетом их информационной соподчиненности сформирована иерархия учебных единиц, обеспечивающая выбор сценария обучения с учетом целей и уровня подготовки. Учтены рекомендации ЮНЕСКО [9] по согласованию с международной системой классификации учебных модулей, целесообразность создания динамичных систем обучения, адаптируемых к меняющимся требованиям.

Для обеспечения целостности обучения определено ядро системы – «объединяющий» модуль. При необходимости для этого может быть добавлена специальная учебная единица. Здесь в его роли использован модуль «Моделирование систем на базе сетей с очередями», где изучаются модели динамического уровня – системы массового обслуживания (СМО), стохастические сети (СС), сети массового обслуживания (СеМО), способы и инструменты их расчета средствами языков высокого уровня либо готовых систем моделирования (СМ) [13–17]. Особенности компьютерной поддержки рассмотрены на его примере. Выбор обусловлен тем, что модуль:

- интегрирует знания, получаемые в рамках дисциплины;
- специализирует их для применения в сфере оценки характеристик объектов;
- позволяет применить умения, навыки не только фрагментарно, но и ко всему циклу моделирования.

Тем самым учитываются базовые причинно-следственные процессы обучения, что отвечает системному подходу – согласует задание на разработку моделей с его результатами (имитируются процессы моделирования от начального этапа – обследования системы до заключительного – оценки адекватности моделей, прогнозирования характеристик систем).

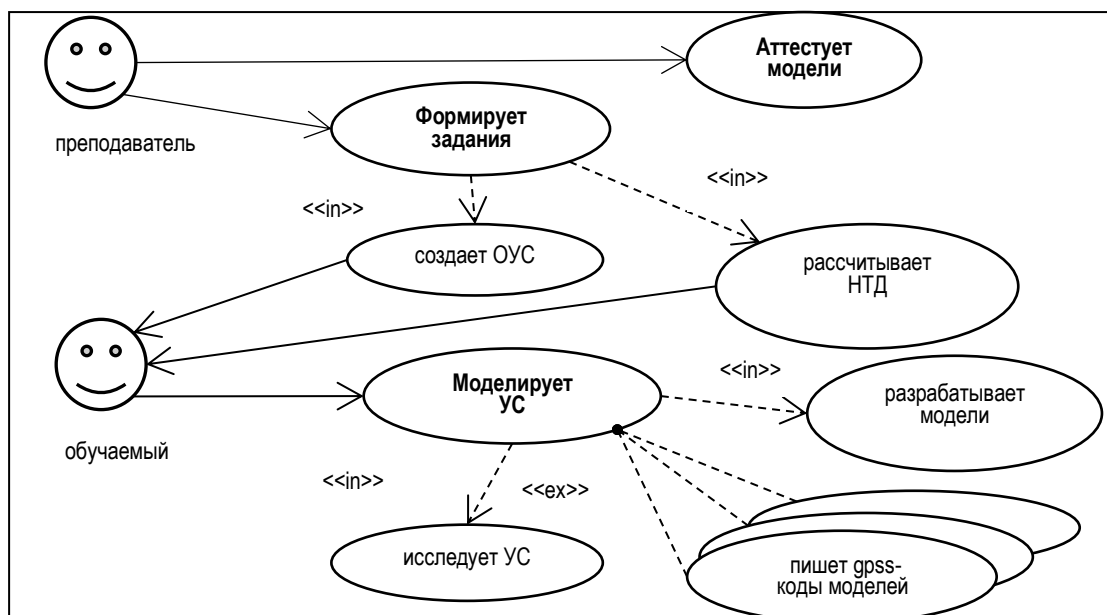


Рисунок 1 – Схема взаимодействия преподаватель – обучаемый

На рисунке 1 приведена упрощенная схема (в нотации диаграмм прецедентов, где обозначения in – include, ex – extend указывают их соотношения) взаимодействия участников процесса обучения в рамках центрального модуля, реализуемая вручную либо поддерживаемая средствами автоматизации.

Здесь преподаватель готовит задания для моделирования учебных систем (УС). Задания включают описания учебных систем ОУС, наборы тестовых данных НТД (параметры и характеристики обслуживания запросов в системе), указания (перечень работ, требования к отчету).

Студент изучает моделирование, проектирует, реализует (в том числе на готовых СМ как GPSS World [18] и др.) и исследует модели и заданную систему. Преподаватель контролирует процессы обучения, аттестует полученные модели на базе эталонных характеристик из НТД.

Трудности обучения на реальных системах, потребность в формировании описаний параметров большого числа УС, сложность «ручного» получения отличающихся вариантов архитектур УС, трудоемкость получения эталонных характеристик сетей, проверки корректности и оценки адекватности моделей делают задачу автоматизации указанных процессов актуальной.

Программно-информационный комплекс

Для практических занятий, самостоятельной работы могут использоваться готовые системы моделирования типа Arena, AnyLogic и др. Здесь выбран GPSS World с языком моделирования GPSS, что не принципиально, но обусловлено поддержкой процессного подхода к описанию моделей, популярностью для обучения, наличием бесплатных версий. А для поддержки наиболее трудоемких в «ручном» исполнении процессов обучения, контроля и оценки результатов модуль оснащен комплексом программно-информационных средств.

Комплекс, помимо стандартной СМ, включает подсистемы:

- построения сетевых (ППСС) и модельных спецификаций (ППМС), подсистему аттестации (тестирования) моделей (ПАМ);
- базу данных заданий и тестов НТД;
- средства аналитического расчета сетей и др.

Комплекс обеспечивает генерацию:

- объектов моделирования (вариантов ОУС, отвечающих заданным требованиями к сложности и режиму функционирования УС);
- получение необходимых для аттестации моделей наборов НТД;
- построение кодов имитационных моделей систем на входном языке СМ (здесь gpss-кодов);
- аттестацию моделей.

Аттестация разработанных обучаемых моделей, поддерживаемая подсистемой ПАМ, выполняется путем оценки погрешностей моделирования характеристик (характеристик обслуживания запросов

и использования ресурсов сети) системы, УС. Реализуется на основе банка данных заданий – описаний ОУС и НТД, содержащих эталонные значения узловых, фрагментарных и сетевых характеристик функционирования УС.

Для визуального представления и работы со стохастическими сетями в виде схем предложен модифицированный вариант системы символов, связей, правил их изображения и применения, сформированный на базе входного языка системы имитационного моделирования ИМСС [19].

Обобщенно порядок использования подсистем комплекса преподавателем иллюстрируется рисунком 2. При этом обучаемый получает доступ к своему заданию (ОУС и НТД в части наборов параметров обслуживания запросов в системе для целей тестирования моделей), а также к СМ для моделирования УС и к ППМС в режиме использования библиотеки учебных сетей для обучения работы в СМ.

Особенности организации двух базовых подсистем комплекса представлены ниже.

Подсистема ППСС

Представлена в виде модулей приложений, обеспечивающих генерацию необходимого (или максимально возможного) числа неповторяющихся ОУС в терминах СеМО, СС с прогнозируемым набором характеристик. ОУС используется обучаемыми для построения моделей, включая результирующие, и получения характеристик систем (учебных систем), которые нужны для самостоятельного тестирования и оценки моделей и для автоматической оценки адекватности моделей.

При этом уникальность и результированность спецификаций УС обеспечивается указанными ниже требованиями к ним и средствами их получения. Они включают:

- управляемость сложностью и режимом функционирования генерируемых сетей, что поддерживается эмпирически и математически обоснованными правилами порождения, хранения спецификаций;
- полноту описаний как достаточность данных для моделирования, тестирования сетей, поддерживаемую генерацией НТД;
- контролируемость описаний, достигаемую построением, в том числе автоматически, соответствующих результирующих моделей, их имитацией и оценкой адекватности;
- документированность, реализуемую процедурами генерации соответствующих отчетов, используемых в разных форматах и целях.

Пользователь может задавать:

- ограничения на архитектуру сети (диапазоны числа потоков, узлов, связей и т. д.);
- диапазоны параметров емкостных блоков различных типов;
- режим функционирования сети (диапазоны значений коэффициентов использования узлов);

– перечень законов распределения параметров сети и т. д. Пользователь также может сохранять результаты в XML базе данных, генерировать html отчёты.

Фрагмент окна интерфейса подсистемы ППСС для управления генерацией ОУС упрощенных разомкнутых неоднородных СС с числом потоков запросов в диапазоне 2–4, узлов-устройств 2–4 с числом каналов 1–2, обратных связей 0–3 и т. д. представлен на рисунке 3.

Работа ППСС базируется:

– на алгоритмах генерации спецификаций архитектур сетей с учетом их типов, сложности, набора законов распределения параметров сети;

– форматах XML-файлов для обеспечения совместимости при передаче данных другим подсистемам комплекса (в т. ч. для согласования с алгоритмами генерации результативных моделей ППМС);

– форматах html для предоставления пользователям средства форматирования отчётов любой сложности;

– использовании иерархии классов, обеспечивающей нужную функциональность подсистемы.

При этом построение ОУС основывается на учете данных, представленных деревом сложности сетей. Оно задает иерархию важности параметров сети по критерию получения описаний, отличающихся полностью (структурой) или частично (значениями параметров).

Сложность сетей ограничивается заданием требований к числу типов потоков запросов, числу и типам узлов, сложности маршрутов, списку законов распределений параметров и т. д. Допустимый режим работы системы (сбалансированный, с “узкими” местами и т. д.) задается диапазонами значений коэффициентов загрузки ее узлов.

В основу генерации положен смешанный комбинаторно-аналитический подход. Он обеспечивает:

– получение каркасов сети (КС), отвечающих заданной сложности, на базе рекурсивного алгоритма перебора вариантов;

– оснащение КС связями узлов (ветвлениями, обратными переходами);

– аналитический расчет матриц переходов, интенсивностей потоков запросов, параметров обслуживающих узлов, соответствующих ограничениям по режиму работы сети;

– декомпозицию параметров по потокам запросов;

– определение значений недостающих параметров сети вероятностным способом.

Для получения УС, оснащенных узлами типа “память”, используются модифицированные алгоритмы. Детальное описание алгоритмов приведено в [20].

Подсистема ППМС

Обучение моделированию предполагает выработку практических навыков использования входных языков готовых СМ, анализу полученных результатов. Для этого используется подсистема ППМС, которая представлена в виде модулей приложений, работающих в консольном и интерактивном режимах.

Подсистема используется:

– для генерации результативных модельных спецификаций (моделей) в терминах входного языка СМ (здесь gpss-кодов) по описаниям параметров систем, учебных систем УС;

– получения эталонного материала по написанию кодов;

– применяется для автоматизации получения тестовых спецификаций НТД.

В ручном режиме пользователь может:

– выбирать тип сети, задавать параметры узлов, определять параметры, законы распределения параметров потоков запросов и т. д.;

– описывать маршруты обработки запросов;

– управлять составом, полнотой, детальностью фиксируемой статистики, строить частотные таблицы;

– оперативно менять параметры сети, режимы генерации, состав собираемых данных.

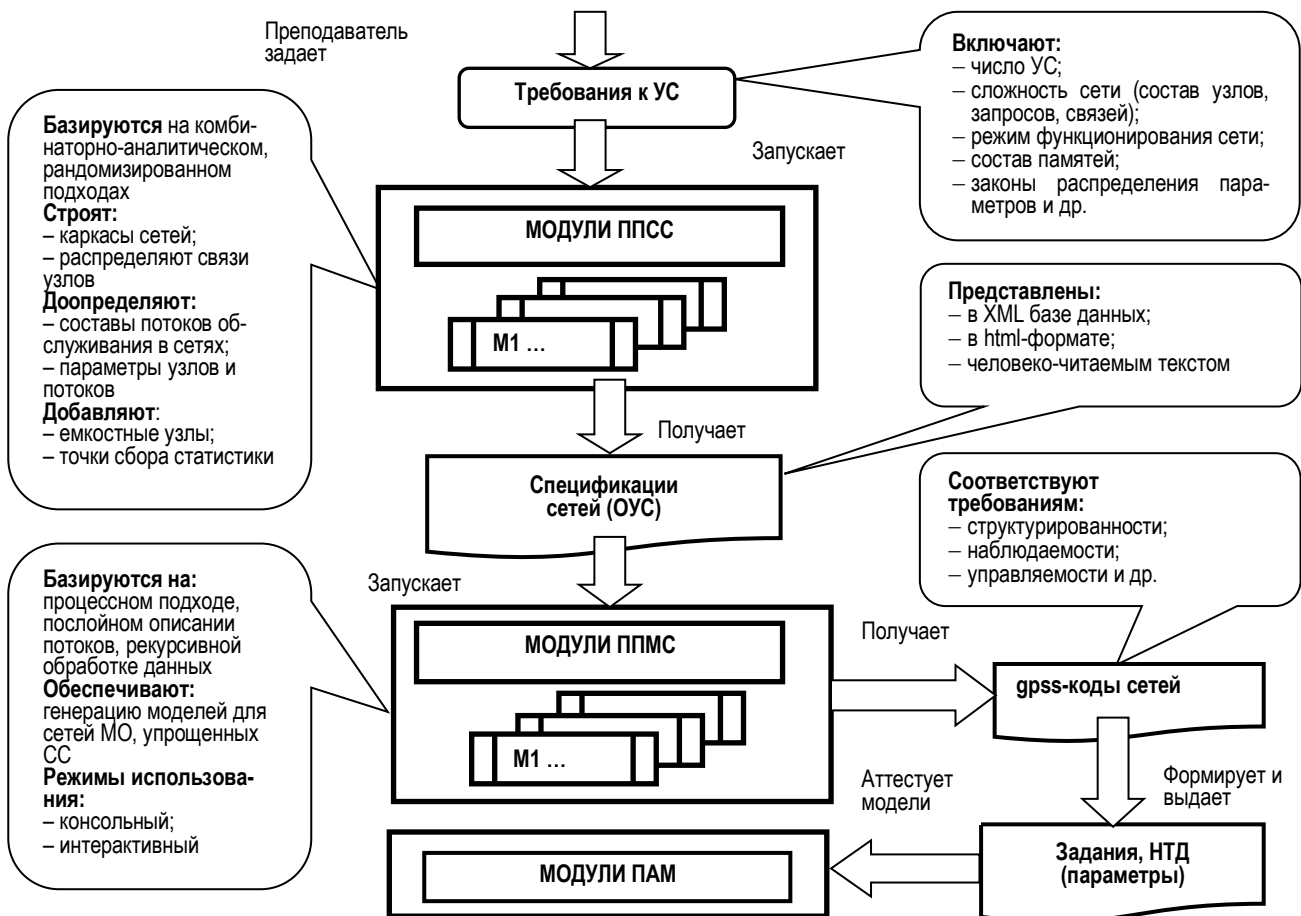


Рисунок 2 – Схема использования средств автоматизации

The screenshot displays the graphical user interface of the PPSS (Program for Planning and Simulation of Systems) software. It is divided into several panels:

- Устройства (СМО):** Contains input fields for 'число' (2), 'число каналов' (1), and 'коэффициенты загрузки' (0,45 and 0,60).
- Потоки (заявки):** Includes 'количество' (2), 'типы' (radio buttons for 'разомкнутые' and 'замкнутые'), 'параметры генерации' (a range for 'Mt между заявками' from 20,00 to 84,50), and 'Мо число заявок'.
- Маршруты потоков:** Includes 'число прямых связей' (2) and 'число обратных связей' (0).
- Памяти (ёмкостные узлы):** Includes 'сетевые' (checkboxes for 'всегда' and 'случайно'), 'фрагментарные' (range for 'число' from 1 to 1, checkboxes for 'сетевые' and 'потокковые'), and 'узловые' (range for 'число' from 1 to 2, checkboxes for 'классические' and 'мод.').

Рисунок 3 – Фрагмент окна графического интерфейса ППСС

Базовые требования к модельным спецификациям и к средствам поддержки их генерации:

- согласованность по форматам с источниками формальных описаний спецификаций систем;
- полнота, структурированность, читаемость gpss-кодов;
- управляемость сбором узловой, потоковой и системной статистик;
- поддержка типовых узлов, законов распределений параметров сети.

Здесь полнота данных обеспечивается набором вычисляемых характеристик (точечные оценки, распределения, частотные таблицы и др.), структурированность достигается процессной декомпозицией описания кода модели, а читаемость – применением правил именования объектов (узлов, меток и т. д.).

Управляемость сбором статистики основывается на учете необходимости получения разных видов данных о характеристиках сети (УС) с учетом места их сбора (сеть, фрагмент, узел), детальности представления (для потока, всех потоков и т. д.).

Функционирование ППМС базируется на использовании:

- алгоритмов генерации gpss-кодов исполнимых имитационных моделей систем по их формальному описанию в базе выбранной математической модели (например, в терминах СеМО, СС);
- входных, внутренних и выходных форматов модельных спецификаций, правил именования их объектов;
- иерархии классов, обеспечивающих функциональность подсистемы.

Для входных спецификаций используются:

- математические описания структуры и процессов в сети;
- xml-формат описания сети, согласованный с модулями генерации модельных спецификаций;
- html-формат описания сети, согласованный с отчетными документами.

Формат внутренних спецификаций (объектная модель, ориентированная на алгоритм генерации моделей, управление сбором статистики) определяется на входном с добавлением служебных данных (ссылок переходов запросов в сети; точек сбора данных с указанием вида, полноты статистики и т. д.).

Формат выходных модельных спецификаций (gpss-модели) доопределяется на форматах описания gpss-блоков с добавлением правил:

- формирования структуры кода модели (деклараций, потоковых описаний) и структурирования описаний потоков, оптимизирующего количество переходов в модели;
- правил именования объектов (имен узлов, меток, точек сбора статистики, включая точки сбора данных для частотных таблиц) с учетом особенностей сети, наличия подсетей (фрагментов).

При этом схема модели формируется послойно – каждый слой отображает маршрут и обслуживание одного потока заявок в терминах типизированных узлов, согласованных с функциональными возможностями языка GPSS. Формат выходных спецификаций (отчетов) доопределяет вид стандартного отчета GPSS в соответствии с форматами модели, требованиями к составу, полноте и точности моделируемых характеристик.

Алгоритмы генерации кодов основываются на порождающей парадигме, реализуют анализ и трансформацию входной спецификации сети с использованием специальной объектной модели. Она обеспечивает хранение спецификаций и поддерживает пользовательский интерфейс, дающий возможность при необходимости в интерактивном режиме вносить коррективы в создаваемую исполняемую модель. Детальное описание алгоритмов приведено в [21].

Заключение

В работе представлен опыт системного учета особенностей преподавания технических дисциплин, тенденций значимости самостоятельной работы и мотивации обучаемых, актуальности удаленных форм образования посредством комплексирования принципов модульного обучения и возможностей информационных технологий.

Для выбранной дисциплины показана хорошая согласованность рассмотренных подходов с задачами обучения, результативность выделения объединяющего модуля, возможности компьютерной поддержки наиболее ответственных этапов обучения.

Список цитированных источников

1. Дударев, Ф. Ф. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты / Ф. Ф. Дударев, О. В. Максименков // Вопросы образования. – 2020. – № 3. – С. 255–270.
2. Агапотова, О. В. Автоматизированные системы обучения в машиностроении / О. В. Агапотова, Г. Б. Захарова // Весенние дни науки: сборник докладов Междунар. конф., Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 г. – Екатеринбург, УрФУ, 2021. – С. 565–569.
3. Trevor, H. The Trouble with Higher Education: A Critical Examination of our Universities / H. Trevor, P. Smith. – Abingdon, Routledge, 2010. – 168 p.
4. UNESCO ICT Competency framework for teachers (version 2.0). – 2011. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213475> (date of access: 23.02.2025).
5. Entwistle, N. Conceptions of Learning and Knowledge in Higher Education: Relationships with Study Behavior and Influences of Learning Environments / N. Entwistle, E. Peterson // International Journal of Educational Research. – 2005. – Vol. 41. – P. 407–428.

6. Компьютерное моделирование. Курс лекций. – 2016. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/643/499/info> (дата обращения: 27.01.2025).
7. Введение в математическое моделирование. Курс лекций. – 2016. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2260/156/info> (дата обращения: 27.01.2025).
8. Лозинская, А. М. Модульно-рейтинговая технология обучения физике: учеб.-метод. пособие / А. М. Лозинская, Т. Н. Шамало. – Екатеринбург : Уральский гос. педаг. ун-т, 2014. – 162 с.
9. Методологические основы системы модульного формирования содержания образовательных программ и совместимой с международной системой классификации учебных модулей. – URL: https://orensau.ru/ru/prochiedokumenty/doc_view/306.Teaching at University (дата обращения: 27.01.2025).
10. Sejal, K. Modular Method of teaching / Kandarp Sejal // International Journal for Research in Education. – 2015. – URL: <https://ru.scribd.com/document/152646661/29-169-171-Dr-Kandarp-Sejal> (date of access: 27.01.2025).
11. Sadiq, S. Effectiveness of Modular Approach in Teaching at University Level / Sadia Sadiq // Journal of Education and Practice. – 2014. – URL: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/download/13916/14068> (date of access: 27.01.2025).
12. Guido, R. Evaluation of a Modular Teaching Approach in Materials Science and Engineering / R. Guido // American Journal of Educational Research. – 2014. – URL: <http://pubs.sciepub.com/education/2/11/20> (date of access: 27.01.2025).
13. Ritchey, T. Outline for a Morphology of Modeling Methods Contribution to a General Theory of Modeling / Tom Ritchey // Acta Morphologica Generalis. – 2012. – Vol. 1, Iss. 1. – P. 1–20.
14. Curry, G. Manufacturing Systems Modeling and Analysis / L. G. Curry, R. M. Feldman // Springer-Verlag. – Berlin, 2011. – 338 p.
15. Введение в анализ, синтез и моделирование систем. Курс лекций. – 2016. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/83/83/info> (дата обращения: 27.01.2025).
16. Алиев, Т. И. Основы моделирования дискретных систем / Т. И. Алиев. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
17. Константинов, Е. В. Применение имитационного моделирования в учебном процессе транспортного ВУЗа / Е. В. Константинов, В. С. Тимченко // Интернет-журнал «Мир науки». – 2015. – № 3. – URL: <http://mir-nauki.com/PDF/42PDMN315.pdf> (дата обращения: 27.01.2025).
18. Ståhl, I. Teaching simulation to business students' summary of 30 years' experience / Ingolf Ståhl // Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference, New York: ACM. – 2007. – P. 2327–2335.
19. Майоров, С. А. Основы теории вычислительных систем: учеб. пособие для вузов / С. А. Майоров, Г. И. Новиков, Т. И. Алиев [и др.]. – М. : Высш. школа, 1978. – 408 с.
20. Муравьев, Г. Л. Алгоритмы порождения архитектур стохастических сетей с заданными характеристиками / Г. Л. Муравьев, А. Н. Никонюк, В. И. Хвещук // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия : Физика, математика, информатика. – 2012. – № 5 (77). – С. 34–37.
21. Муравьев, Г. Л. Разработка генератора GPSS-кодов имитационных моделей / Г. Л. Муравьев, К. И. Медведский // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам: материалы VII Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 24–27 марта 2015. – С. 216–217.
4. UNESCO ICT Competency framework for teachers (version 2.0). – 2011. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213475> (date of access: 23.02.2025).
5. Entwistle, N. Conceptions of Learning and Knowledge in Higher Education: Relationships with Study Behavior and Influences of Learning Environments / N. Entwistle, E. Peterson // International Journal of Educational Research. – 2005. – Vol. 41. – P. 407–428.
6. Компьютерное моделирование. Курс лекций. – 2016. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/643/499/info> (дата обращения: 27.01.2025).
7. Введение в математическое моделирование. Курс лекций. – 2016. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2260/156/info> (дата обращения: 27.01.2025).
8. Лозинская, А. М. Модульно-рейтинговая технология обучения физике: учеб.-метод. пособие / А. М. Лозинская, Т. Н. Шамало. – Екатеринбург : Уральский гос. педаг. ун-т, 2014. – 162 с.
9. Методологические основы системы модульного формирования содержания образовательных программ и совместимой с международной системой классификации учебных модулей. – URL: https://orensau.ru/ru/prochiedokumenty/doc_view/306.Teaching at University (дата обращения: 27.01.2025).
10. Sejal, K. Modular Method of teaching / Kandarp Sejal // International Journal for Research in Education. – 2015. – URL: <https://ru.scribd.com/document/152646661/29-169-171-Dr-Kandarp-Sejal> (date of access: 27.01.2025).
11. Sadiq, S. Effectiveness of Modular Approach in Teaching at University Level / Sadia Sadiq // Journal of Education and Practice. – 2014. – URL: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/download/13916/14068> (date of access: 27.01.2025).
12. Guido, R. Evaluation of a Modular Teaching Approach in Materials Science and Engineering / R. Guido // American Journal of Educational Research. – 2014. – URL: <http://pubs.sciepub.com/education/2/11/20> (date of access: 27.01.2025).
13. Ritchey, T. Outline for a Morphology of Modeling Methods Contribution to a General Theory of Modeling / Tom Ritchey // Acta Morphologica Generalis. – 2012. – Vol. 1, Iss. 1. – P. 1–20.
14. Curry, G. Manufacturing Systems Modeling and Analysis / L. G. Curry, R. M. Feldman // Springer-Verlag. – Berlin, 2011. – 338 p.
15. Введение в анализ, синтез и моделирование систем. Курс лекций. – 2016. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/83/83/info> (дата обращения: 27.01.2025).
16. Алиев, Т. И. Основы моделирования дискретных систем / Т. И. Алиев. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
17. Константинов, Е. В. Применение имитационного моделирования в учебном процессе транспортного ВУЗа / Е. В. Константинов, В. С. Тимченко // Интернет-журнал «Мир науки». – 2015. – № 3. – URL: <http://mir-nauki.com/PDF/42PDMN315.pdf> (дата обращения: 27.01.2025).
18. Ståhl, I. Teaching simulation to business students' summary of 30 years' experience / Ingolf Ståhl // Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference, New York: ACM. – 2007. – P. 2327–2335.
19. Майоров, С. А. Основы теории вычислительных систем: учеб. пособие для вузов / С. А. Майоров, Г. И. Новиков, Т. И. Алиев [и др.]. – М. : Высш. школа, 1978. – 408 с.
20. Муравьев, Г. Л. Алгоритмы порождения архитектур стохастических сетей с заданными характеристиками / Г. Л. Муравьев, А. Н. Никонюк, В. И. Хвещук // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия : Физика, математика, информатика. – 2012. – № 5 (77). – С. 34–37.
21. Murav'ev, G. L. Razrabotka generatora GPSS-kodov imitacionnykh modelej / G. L. Murav'ev, K. I. Medvedskij // Innovacionnye tekhnologii obucheniya fiziko-matematicheskimi i professional'no-tekhnicheskimi disciplinam: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf., Mozyr', 24–27 marta 2015. – S. 216–217.

References

1. Dudarev, F. F. Simulyatory i trenazhery v professional'nom obrazovanii: pedagogicheskie i tekhnologicheskie aspekty / F. F. Dudarev, O. V. Maksimenkov // Voprosy obrazovaniya. – 2020. – № 3. – S. 255–270.
2. Agapitova, O. V. Avtomatizirovannyye sistemy obucheniya v mashinostroenii / O. V. Agapitova, G. B. Zaharova // Vesennie dni nauki: sbornik dokladov Mezhdunar. konf., Ekaterinburg, 22–24 aprelya 2021 g. – Ekaterinburg, UrFU, 2021. – С. 565–569.
3. Trevor, H. The Trouble with Higher Education: A Critical Examination of our Universities / H. Trevor, P. Smith. – Abingdon, Routledge, 2010. – 168 p.

Материал поступил 05.03.2025, одобрен 12.03.2025, принят к публикации 12.03.2025