

УДК 378.14

DOI: 10.26140/knz4-2020-0901-0001

НАВЫКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ, СИСТЕМ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

© 2020

SPIN-код: 2054-4583

AuthorID: 664218

ORCID: 0000-0001-6570-4007

Абрамова Ирина Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин

SPIN-код: 2410-2005

AuthorID: 653405

ORCID: 0000-0002-3698-3147

Рихтер Татьяна Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин

*Пермский государственный национальный исследовательский университет
(614000, Россия, Пермь, Букирева, 15, e-mail: tatyana.rikhter@mail.ru)*

Аннотация. Данная статья посвящена формированию навыков математического моделирования вычислительных сетей, систем и телекоммуникаций. Актуальность исследования базируется на том, что построение и эффективное использование корпоративных информационных систем становится первостепенной задачей организации. Основу любой информационной системы предприятия составляют вычислительные сети, системы и телекоммуникации. Эффективность, мобильность и надёжность функционирования вычислительных систем достигается построением и анализом модели планируемой вычислительной системы. Поэтому становится важным формировать у будущих IT-специалистов компетенций, связанных с умением моделировать вычислительные системы. В качестве показателей таких компетенций в проведённом исследовании выступали обще-профессиональные компетенции, формируемые в рамках дисциплин: математическое моделирование и вычислительные сети, системы и телекоммуникации. В статье рассматриваются понятия математическое моделирование, моделирование вычислительных систем, сетей и телекоммуникаций. Приводится пример лабораторного занятия студентами по моделированию кластерной группы компьютеров.

Ключевые слова: профессиональная подготовка студентов, математическое моделирование, обще-профессиональные компетенции, вычислительные системы, сети и телекоммуникации, прикладной аспект моделирования, средства моделирования вычислительных систем.

SKILLS OF MATHEMATICAL MODELING OF COMPUTER NETWORKS, SYSTEMS AND TELECOMMUNICATIONS

© 2020

Abramova Irina Vladimirovna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences

Richter Tatyana Vasilievna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences
Perm State National Research University

(614000, Russia, Perm, Bukireva, 15, e-mail: irena-leontio@mail.ru)

Abstract. This article is devoted to the formation of the skills of mathematical modeling of computer networks, systems and telecommunications. The relevance of the study is based on the fact that the construction and effective use of corporate information systems becomes the primary task of the organization. The basis of any enterprise information system is computer networks, systems and telecommunications. Efficiency, mobility and reliability of the functioning of computing systems is achieved by the construction and analysis of the model of the planned computing system. Therefore, it becomes important to form competencies for future IT specialists related to the ability to model computing systems. The indicators of such competencies in the study were general professional competencies formed within the disciplines: mathematical modeling and computer networks, systems and telecommunications. The article discusses the concepts of mathematical modeling, modeling of computer systems, networks and telecommunications. An example of a laboratory lesson by students on modeling a cluster group of computers is given.

Keywords: professional training of students, mathematical modeling, general professional competencies, computer systems, networks and telecommunications, applied aspect of modeling, tools for modeling computer systems.

ВВЕДЕНИЕ. В условиях информатизации всех сфер жизнедеятельности общества актуальным становится вопрос эффективности построения и использования вычислительных сетей, систем и телекоммуникаций. Поэтому качеству профессиональной подготовке IT-специалистов всех уровней придаётся большое значение. Вопросами профессиональной подготовки студентов занимались учёные Л. П. Бурцева [1], Г. И. Кругликов [2], В. В. Кузнецов [3], Е. А. Шанц [4] и др. Понятие «профессиональная подготовка студентов» представляет собой процесс функционирования целостной педагогической системы по созданию условий для развития личности будущего специалиста в определённой профессиональной деятельности. Также на основании трудов этих же учёных, можно сделать вывод о необходимости преемственности дисциплин профессионального цикла. В предлагаемой статье рассматриваются вопросы формирования навыков математического моделирования применительно к моделированию вычислительных

сетей, систем и телекоммуникаций в рамках изучения двух дисциплин: «Математическое моделирование» и «Вычислительные сети, системы и телекоммуникации». Показателями сформированности навыков математического моделирования являются обще-профессиональные компетенции: способность систематизировать специальные знания, необходимые для решения актуальных проблем в своей предметной области; способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем.

Вопросами математического моделирования занимались учёные С. А. Бешенков [5], Б. А. Вороненко [6], А. Г. Крысин [6] и др., а вопросами формирования навыков моделирования учёные О. М. Замятина [7], И. А. Елизаров [8], Б. Я. Советов [9] и др. Под пониманием «математического моделирования» понимается процесс представления реальности, как одного из вариантов модели системы с помощью математического

инструментария, и позволяющей получить информацию о некоторой другой системе. Анализ исследований В. Л. Бройдо [10], Ю. С. Данилюка [11], В. А. Жмудь [12], Б. Я. Советова [13] и др. позволил выявить, что прикладной аспект моделирования вычислительных сетей, систем и телекоммуникаций, не достаточно освещён в решении проблемы формирования навыков математического моделирования. Поэтому актуальность исследования обуславливается необходимостью обучения навыкам моделирования вычислительных систем, из-за повсеместного проникновения специальных, ориентированных на моделирование вычислительных программных систем автоматизации в вычислительные сети, системы и коммуникации.

МЕТОДОЛОГИЯ. В представленной статье обобщаются итоги исследования по выявлению и апробации средств моделирования вычислительных сетей, систем и коммуникаций. Также описываются те из них, которые позволяют эффективно формировать навыки математического моделирования для решения профессиональных задач, связанных с выбором и модернизацией вычислительных сетей. Методы исследования: анализ и обобщение зарубежной и российской литературы по средствам моделирования вычислительных сетей; экспериментальная проверка выявленных средств моделирования; обобщение результатов экспериментальной проверки.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Вычислительные сети, системы и телекоммуникации являются самыми главными средствами любой организации в процессе её обмена информацией с окружающим миром. Сети, системы и телекоммуникации такого масштаба требуют тщательной проработки моделей составляющих их локальные сети, которые несут основную нагрузку в организации эффективной производственной работы предприятий. Одним из инструментов построения модели локальных сетей являются средства математического моделирования.

Для математического моделирования используют узкоспециализированные или универсальные программные средства, которые гибко реагируют на точность исходных данных, на основе которых строится модель сети [14; 15]. Программные средства моделирования сетей представляют собой инструмент администратора корпоративной сети. Работы А. С. Аكوпова [16] показывают, что программы имитационного моделирования вычислительных сетей, систем и телекоммуникаций основаны на определении данных о числе узлов сети, о пространственном их расположении, их конфигурации, планируемой скорости и объёме передаваемых данных.

Как правило, имитационная модель вычислительной сети строится с помощью шаблонов основных элементов сетей, которые содержат распространённые типы маршрутизации, чаще используемые методы доступа, каналы связи, протоколы и др. [17; 18] Шаблоны основных элементов сетей проходят тестирование на реальных устройствах, во время которых происходит анализ и исправление выявленных недочётов, по итогам которых формулируются принципы их работы, и др. Результатом такой работы являются библиотеки типовых шаблонов, которые настраиваются под конкретный набор входных параметров. Программные средства имитационного моделирования имеют наборы средств для адаптации исходных параметров к требуемой моделируемой сети. Особенно эти средства полезны в случае необходимости лишь модернизации имеющейся сети обновлением данных о моделируемой сети. Построенная система имеет возможность статистической обработки результатов моделирования. Системы имитационного моделирования классифицируются от простых программ для персонального компьютера до сложных комбинированных систем, имеющих библиотеки разнообразных коммуникационных устройств. Система имитационного моделирования любой степени сложности позволяют в значительной степени автоматизировать математическое моделирование вычислительных сетей, систем и телекоммуникаций

[19; 20; 21].

В рамках проведённого исследования студентам направления «Прикладная математика и информатика» было предложено смоделировать кластерную группу компьютеров, которые должны были объединиться каналами связи, и представляли бы собой модель вычислительной системы. Студенты работали в соответствии с этапами математического моделирования [22]:

1 этап. Анализ требований к системе и проектирование модели. На этом этапе студенты формулировали цели и задачи моделирования; собирали и анализировали исходные данные о системе моделирования; планировали логическую и концептуальную модель вычислительной системы. Студенты выбирали разные производственные отрасли от офисов сетевых компаний, интернет-магазинов, до промышленных предприятий. В зависимости от этого определяли назначение и возможности кластерной группы компьютеров. Решали задачи на упрощение и оптимизацию процесса распределения поступающих данных между компьютерами, входящих в кластер, определяли параметры кластера и др. Результатом работы на первом этапе явилась концептуальная модель, в которой определился состав и структура компьютерного кластера; свойства составляющих его элементов и причинно-следственные связи, планируемые в системе, проверялось их соответствие целям моделирования. При моделировании компьютерного кластера параллельно формируется область исходных данных с выявлением количественных и качественных характеристик функционирования системы, её элементов. Причём, некоторые характеристики являются случайными величинами, поэтому студентам нужно было выбрать законы распределения случайных величин, выполнить аппроксимацию функции и т.д.

2 этап. Разработка модели. На втором этапе студенты выбирали среду моделирования, определяли свойства элементов модели, задавали параметры модели и в её верификации. Выбор среды моделирования определялся с учётом ряда характеристик программных и технических средств моделирования. Основным параметром выбора среды моделирования является полнота, доступность, простота, скорость и корректность средств для реализации концептуальной модели. Другими словами, студенты решали проблему алгоритмизации и детализации концептуальной модели, преобразовав её в компьютерную модель. Как правило, студенческие кластеры вычислительной системы имеют один центральный компьютер, на котором формулируются и распределяются задания машинам всего кластера. В зависимости от размера задания, оно может распределяться между несколькими компьютерами. Смоделированная компьютерная модель кластера представлялась в виде системы элементов, при этом необходимо было контролировать целостность вычислительной системы, её сохранность и достижение целей моделирования. Далее следовала окончательная детализация, локализация и структуризация смоделированной системы, затем укрупнённое описание динамики функционирования кластера и его возможностей.

3 этап. Проведение эксперимента. Основным действием этого этапа является процесс имитации моделируемого компьютерного кластера. Студенты собирали необходимую информацию; проводили статистическую обработку собранных параметров работы компьютерного кластера; анализировали полученные результаты, после чего принимали решение о продолжении процесса моделирования после внесения корректив, или о завершении испытания смоделированного компьютерного кластера. Также решение принималось после сравнения результатов испытаний с целями моделирования. Если результаты не соответствовали целям моделирования, то процесс моделирования компьютерного кластера анализировался поэтапно с отслеживанием промежуточных целей и результатов. Другими словами, студенты запускали свою модель кластера, её тестировали, подбирали

параметры модели, собирали и анализировали экспериментальную статистику.

4 этап. Сопоставление итогов эксперимента поставленным целям и задачам моделирования. Студенты анализировали эффективность работы смоделированной системы. Сравнивали такие параметры, как время загрузки кластера, обработки заданий, среднее число заданий в очереди в случае изменения последовательности их выполнения. По итогам сравнительного анализа студенты составляли графики этих показателей до и после эксперимента. Показания вводили в сводную таблицу и на её основе делали вывод об эффективности смоделированной вычислительной системы. Итогом моделирования вычислительной системы в виде кластера группы компьютеров являлся окончательный отчёт с описанием этапов моделирования, выводов по этапам, с анализом промежуточных и итоговых результатов.

ВЫВОД. Таким образом, экспериментальная апробация выявленных средств моделирования вычислительных сетей, систем и телекоммуникации показало увеличение уровня сформированности обще-профессиональных компетенций по дисциплинам «Математическое моделирование» и «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации»: способность систематизировать специальные знания, необходимые для решения актуальных проблем в своей предметной области; способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем.

В качестве заключения, следует сравнить полученные результаты с результатами в других исследованиях. Например, в работе Ю. С. Данилюка, Ф. А. Попова и А. В. Максимова рассмотрены два подхода к моделированию вычислительных сетей: аналитическое и имитационное. Авторы исследуют расчёт параметров, которые производятся лишь при обработке объектами соответствующих сообщений. О. М. Замятина излагает основы теории моделирования систем, приводит различные виды классификации моделирования и моделей, рассматривает математические основы моделирования вычислительных сетей. Отличием представленного исследования от других является то, что здесь сделан акцент на формирование обще-профессиональных компетенций, в рамках изучения двух дисциплин «Математическое моделирование» и «Вычислительные сети, системы и телекоммуникации». Перспективами дальнейших исследований являются создание, апробация и публикация сборника лабораторных заданий по моделированию вычислительных систем. В качестве альтернативного имитационному моделированию, можно исследовать высокоуровневое моделирование информационных систем. Которые представляют собой совокупность документированных знаний о конкретном предприятии и/или организации, например, об организационной структуре, о взаимодействии с сотрудничающими предприятиями, составе и структуре документов, должностных инструкций и др. Такие системы предназначены для динамического моделирования вычислительных систем. А не для их функционального моделирования. Высокоуровневое моделирование позволяет провести более точный расчёт производительности и эффективности отдельных элементов всей вычислительной системы, что позволяет использовать характеристики применения оборудования на конкретном предприятии и/или в организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бурцева Л. П. Методика профессионального обучения. Учебное пособие / Л. П. Бурцева. М.: РГГУ. 2015. 160 с.
2. Кругликов Г. И. Методика профессионального обучения / Г. И. Кругликов. М.: Academia. 2018. 320 с.
3. Кузнецов В. В. Методика профессионального обучения 2-е изд., испр. и доп. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В. В. Кузнецов. М.: Юрайт. 2016. 927 с.
4. Шанц Е. А. Профессиональная подготовка студентов вуза как целостная педагогическая система // Теория и практика образования в современном мире: материалы Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, февраль 2012 г.). СПб.: Реноме. 2012. С. 383-386.

5. Бешенков С. А. Моделирование и формализация: методическое пособие. М.: Лаборатория базовых знаний. 2002.
6. Введение в математическое моделирование: Учеб.-метод. пособие / Б. А. Вороненко, А. Г. Крысин, В. В. Пеленко, О. А. Цуранов. СПб.: НИУ ИТМО. 2014. 440 с.
7. Замятина О. М. Моделирование сетей: учебное пособие / О. М. Замятина: Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2011. 168 с.
8. Моделирование систем / И. А. Елизаров и др. М.: ТНТ. 2013. 136 с.
9. Советов Б. Я. Моделирование систем: учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк. 2001.
10. Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. М.: Питер. 2011. 560 с.
11. Данилюк Ю. С., Попов Ф. А., Максимов А. В. Моделирование локальных вычислительных сетей / Известия Алтайского государственного университета. 2002. ВАР.
12. Жмудь В. А. Моделирование замкнутых систем автоматического управления : учебное пособие для академического бакалавриата / В. А. Жмудь. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт. 2019. 128 с.
13. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. 7-е изд. М.: Издательство Юрайт. 2019. 343 с.
14. Программирование, численные методы и математическое моделирование / И. Г. Семкин и др. М.: КноРус. 2016. 304 с.
15. Стельмашонок Е. В. Моделирование процессов и систем : учебник и практикум для академического бакалавриата / под редакцией Е. В. Стельмашонок. М.: Издательство Юрайт. 2019. 289 с.
16. Акопов А. С. Имитационное моделирование. Учебник и практикум / А. С. Акопов. М.: Юрайт. 2015. 390 с.
17. Советов Б. Я. Моделирование систем. Практикум : учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт. 2019. 295 с.
18. Arena Simulation Software by Rockwell Automation [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.arenasimulation.com/>
19. Чертова Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем : учебник для академического бакалавриата / Е. А. Чертова. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт. 2019. 147 с.
20. Шевченко В. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В. П. Шевченко. М.: КноРус. 2012. 288 с.
21. Network Modeling and Network Simulation –Opnet. R&D process for analyzing and designing communication networks, devices, protocols, and applications [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.opnet.com/solutions/network_rd/modeler.html
22. Математические модели систем управления. Учебное пособие. М.: Издательство СПбГУ. 2000. 340 с.

Статья поступила в редакцию 13.01.2020

Статья принята к публикации 27.02.2020