

\* \* \*

УДК 378.147

DOI 10.17816/snv202307

Статья поступила в редакцию 05.03.2020

## ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВУЗОВ

© 2020

**Макаров Сергей Иванович**, доктор педагогических наук, профессор,  
заведующий кафедрой высшей математики и экономико-математических методов  
Самарский государственный экономический университет (г. Самара, Российская Федерация)

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются подходы к формированию у студентов экономических вузов навыков экономико-математического моделирования. Показана необходимость в этой компетенции у специалистов по цифровой экономике. Изложена мотивация студента – будущего специалиста по цифровой экономике в овладении основными приемами моделирования экономических процессов и систем. Приведены разделы школьного курса математики, являющиеся основой для развития этих навыков. Рассмотрены дисциплины математического цикла, изучение которых закладывает базу для формирования компетенции моделирования экономических процессов. Описаны основные типы математических моделей, которые изучаются на современном этапе в экономических вузах и широко применяются в цифровой экономике. Дана классификация моделей, используемых в учебном процессе при изучении дисциплин математического цикла. В работе обсуждаются и обосновываются основные требования, предъявляемые к экономико-математическим моделям. Перечислены требования, предъявляемые к преподавателям математических кафедр вузов, необходимые для того, чтобы они могли успешно осуществлять обучение студентов фундаментальной математике и прикладным ее разделам, в частности – математическому моделированию. Основные выводы и результаты исследования могут быть использованы в практической работе преподавателей математических кафедр экономических вузов при создании электронных средств обучения по экономико-математическому моделированию и методик их применения в учебном процессе.

*Ключевые слова:* высшее образование; образовательные технологии; подготовка специалистов для цифровой экономики; электронные образовательные ресурсы; цифровизация образования; экономико-математическое моделирование; формирование математических компетенций экономиста; фундаментальная математическая подготовка.

На современном этапе развития цифровой экономики навыки математического моделирования играют важнейшую роль в профессиограмме экономиста, делают его конкурентоспособным на рынке труда. Выработка механизма принятия управленческих решений в условиях высокой неопределенности в современной экономической ситуации, регулярных спадов производства требует от современного специалиста по управлению владения всем арсеналом методов экономико-математического моделирования бизнес-процессов производства, распределения, обмена и потребления. С помощью построенных и изученных моделей современный экономист может не только произвести анализ сложившейся экономической ситуации на микро- и макроэкономическом уровне, но и составить адекватный прогноз развития ситуации и с его помощью сгенерировать оптимальные управленческие решения. Математическое моделирование является основой перехода от качественного изучения экономических проблем к их количественным оценкам, применению новейших компьютерных технологий анализа и синтеза экономических объектов. Математическое моделирование, с одной стороны, дает описание экономических систем для анализа и прогнозирования, основанного на экстраполяции, с другой – оно предполагает использование современных информационно-коммуникационных технологий в экономике как инструмента эффективного тактического и стратегического управления производством. Формирование соответствующих

математических компетенций будущего экономиста становится одной из центральных задач экономического образования.

Данная проблема рассматривалась в научных трудах А.Г. Абросимова [1], Т.С. Георгиевой [2], Б.Е. Саморукова [3], А.А. Муравьевой [4], И.А. Зимней [5], С.А. Севастьяновой [6], Г.Б. Клейнера [7] и других ученых. Вопросами применения математического моделирования в экономике занимались Т.Г. Садовская [8], С.Л. Чернышев [9] и другие авторы.

В настоящее время идет стремительный переход от индустриальной к цифровой экономике, связанный с национальным проектом «Цифровая экономика» – одним из национальных проектов на период 2019–2024 гг. [10]. Он характеризуется активным внедрением компьютерных технологий во все области экономической деятельности, радикальными изменениями в структуре производства, что требует непрерывного обновления знаний и умений, необходимых для поддержания в актуальном состоянии научного багажа специалиста по цифровой экономике. Нарастающий прогресс в области компьютерной техники и появление нового программного обеспечения, основанного на современных разделах математики, требуют от продвинутого экономиста фундаментальной подготовки в различных областях математики [11]. Экономические вузы призваны создавать условия и мотивировать будущих специалистов по цифровой экономике к освоению необходимых математических компетенций [12].

Современный цифровой этап развития экономики как науки требует изучения не только качественных сторон и внешних характеристик экономических явлений. Экономика пользуется разнообразными количественными параметрами, и поэтому в экономических исследованиях используются все основные разделы математики. Главным инструментом исследования и прогноза экономических явлений в условиях цифровизации становится математическое моделирование. В любом современном экономическом исследовании обязательно используются методы эконометрического моделирования, корреляционно-регрессионного анализа, трендовых и сглаживающих моделей, теории игр, производственных функций и других математических методов и моделей. Здесь можно вспомнить высказывание выдающегося русского ученого, математика В.А. Стеклова о том, что «люди непременно все согласятся между собой, и притом по всем вопросам, но это будет тогда, когда наука о природе, т.е. вся истина будет математически сформулирована».

Основы экономико-математического моделирования закладываются в начальной школе. Азы моделирования школьник получает при решении задач на составление уравнений в 4–5 классах, развитие эти навыки получают в выпускных классах при решении задач с экономическим содержанием. С понятием оптимизации учащийся знакомится при изучении задач на приложения дифференциального исчисления [13].

При моделировании экономических систем следует соблюдать следующие основные требования к модели:

- 1) адекватность (соответствие модели оригиналу);
- 2) объективность (соответствие научных выводов реальным данным);
- 3) простота (незагроможденность несущественными факторами);
- 4) чувствительность (способность реагировать на изменения параметров);
- 5) устойчивость (малым изменениям входных параметров должно соответствовать малое изменение выходных параметров);
- 6) универсальность (широта области применения).

Все учебные экономико-математические модели в зависимости от их назначения можно условно разделить на следующие классы:

- модели-заместители;
- модели-имитаторы;
- модели-представления;
- модели-интерпретаторы;
- исследовательские модели;
- учебные компьютерные модели;
- учебные информационные модели.

Процесс цифровизации не обошел стороной и систему экономического образования [14]. Новые вызовы заставили сильно измениться современные экономические учебники. В современных учебниках по экономической теории широко используются математический анализ, линейная алгебра и аналитическая геометрия, а в научных публикациях по экономике наряду с традиционным математическим аппаратом можно найти использование сложных вероятностных моделей, топологии и функционального анализа [15].

Непрерывное самообразование является неотъемлемой характеристикой современного специалиста, и

оно предполагает фундаментальную математическую и экономическую подготовку [16]. Появление и развитие новых форм и методов образовательной деятельности влечет за собой появление новых подходов к разработке педагогических средств. Электронные образовательные ресурсы, учебники, учебные пособия, компьютерные тесты и их мобильные версии широко применяются для организации личностно-ориентированного обучения и наиболее соответствуют современному информационному развитию общества [17]. Необходимо внедрять в учебный процесс подготовки экономистов и менеджеров формирование навыков имитационного моделирования, которые позволят им избегать дорогостоящих эмпирических экспериментов в реальной экономической деятельности. Развитие коммуникационных интернет-технологий позволяет с помощью моделей решать многие практические задачи в реальном режиме времени (on-line solution).

Без знания экономико-математических методов невозможно построить надежный прогноз развития предприятия, составить баланс доходов и расходов, рассчитать финансовые потоки, а значит – под вопросом успех в бизнесе и карьерный рост специалиста. К высшему образованию экономистов постоянно будут предъявляться новые требования, так как сама экономика выдвигает новые задачи, которые возможно решить, только если экономист в совершенстве владеет соответствующим математическим аппаратом.

Согласно статистическим данным, суммарный годовой оборот информационного сектора экономики составил несколько триллионов долларов и этот сектор вышел на первое место среди всех отраслей мировой промышленности.

Чтобы уровень выпускника-экономиста соответствовал возрастающим требованиям рынка труда, требуется постоянно совершенствовать математическую и информационную составляющую экономического образования и с точки зрения развития ее содержания, и в смысле использования современных информационных и телекоммуникационных технологий в процессе получения этого образования [18].

Цикл математических дисциплин для экономистов (математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика, эконометрика, методы оптимальных решений, методы моделирования и прогнозирования экономики) должен носить практико-ориентированный характер и являться курсом прикладной математики. Это не предполагает рассмотрение его как рецептурного, а включающего в себя все основные математические понятия, трактуемые с позиций прикладной математики. При формировании навыков экономико-математического моделирования необходимо задействовать все межпредметные связи дисциплин математического цикла с профильными дисциплинами. Сотрудничество с профилирующими кафедрами позволяет подготовить экономические задачи и ситуации, приводящие к необходимости изучения и использования новых математических моделей, освоения нового математического аппарата. Кроме того, это взаимодействие дает возможность применить изученные теоретические модели к решению практических экономических задач.

Математическая подготовка специалиста должна соответствовать основным экономическим аспектам

становления цифровой экономики информационного общества. Он должен в совершенстве владеть основными приемами экономико-математического моделирования и уметь строить следующие модели:

- эконометрические модели;
- корреляционно-регрессионные модели;
- модели линейного и нелинейного программирования;
- модели динамического программирования;
- производственные модели;
- модели потребления;
- модели рыночного равновесия;
- модели экономического роста;
- межотраслевые балансовые модели;
- модели рыночного равновесия.

Кроме того, в своей дальнейшей профессиональной деятельности ему придется применять основные экономико-математические методы:

- методы систем массового обслуживания;
- методы теории игр;
- методы сетевого планирования и управления.

Специалист по цифровой экономике должен постоянно поддерживать в актуальном состоянии свой математический инструментарий, следить за новинками в области разработки современных экономико-математических методов и моделей для решения актуальных экономических задач.

Научно-исследовательский институт высшего образования (г. Москва) предложил следующую методологию математической подготовки в рамках экономического образования будущих специалистов:

- 1) формирование математической культуры;
- 2) развитие способностей к абстрактному мышлению и логическим навыкам;
- 3) усиление специальной математической подготовки будущих специалистов, достижение их готовности применять знания по математике в изучении реальных явлений, практической деятельности;
- 4) включение в содержание таких специальных математических знаний и навыков, которые обеспечивают доведение решения профессиональных задач до практически приемлемого результата (числа, графика, точного вывода), позволяют овладевать современной вычислительной техникой [19].

Следует учитывать тот факт, что изучение математики для большей части студентов экономических вузов является не самоцелью, а необходимостью, обусловленной тем, что математические методы играют существенную роль при изучении экономических и бизнес-процессов.

Современный социальный заказ на специалиста в области цифровой экономики понимается как совокупность общественных и личных потребностей, находящихся отражение в системе образования [20].

Для того чтобы преподаватель вуза мог успешно осуществлять обучения студентов математике, к самому преподавателю предъявляются высокие требования. Преподаватель математики должен правильно выстраивать взаимосвязи между содержанием предметов математического цикла и профильными экономическими дисциплинами, уметь показать прикладные аспекты математических понятий, методов, моделей в экономической практике, принимать участие в научных разработках, посвященных развитию экономической теории и практики, и привлекать к этой деятельности студентов.

## Список литературы:

1. Абросимов А.Г., Макаров С.И., Репин О.А., Печерская Э.П., Бердников В.А. и др. Конкурентоспособность высшего учебного заведения в образовательном пространстве региона (коллективная монография). Самара: Изд-во Самар. гос. экон. акад., 2004. 298 с.
2. Георгиева Т.С. Высшая школа США на современном этапе. М.: Высшая школа, 1989. 142 с.
3. Саморуков Б.Е., Тихомиров С.А. Многоуровневое образование: проблемы, сущность, перспективы // Актуальные проблемы развития высшей школы. Переход к многоуровневому образованию: межвуз. сб. науч. тр. СПб.: ЛТА, 1993. С. 15–19.
4. Муравьева А.А., Олейникова О.Н. Профессиональные стандарты: принципы формирования, назначение и структура: методическое пособие. М.: АНО Центр ИРПО, 2011. 100 с.
5. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5. С. 34–42.
6. Makarov S.I., Sevastyanova S.A. Information modeling of the students' residual knowledge level // Digital Transformation of the Economy: Challenges, Trends and New Opportunities / eds. S. Ashmarina, A. Mesquita, M. Vochozka. Vol. 908. Springer, Cham, 2020. P. 502–509.
7. Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37, № 3. С. 111–127.
8. Садовская Т.Г., Дроговоз П.А., Дадонов В.А., Мельников В.И. Применение математических методов и моделей в управлении организационно-экономическими факторами конкурентоспособности промышленного предприятия // Аудит и финансовый анализ. 2009. № 3. С. 364–379.
9. Чернышев С.Л. Моделирование экономических систем и прогнозирование их развития: учебник. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 232 с.
10. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р // Собрание законодательства Российской Федерации. № 32, 07.08.2017, ст. 5138.
11. Patel A. A Conceptual framework for Internet based intelligent tutoring systems // Knowledge transfer / ed. A. Behrooz. Vol. 2. London, 2000. P. 117–124.
12. Блинов В.И., Есенина Е.Ю., Клиник О.Ф., Куртеева Л.Н., Сатдыков А.И., Факторович А.А. Профессиональные стандарты: от идеи к практике / под общ. ред. В.И. Блинова. Lap Lambert Academic Publishing, 2017. 80 с.
13. Ситаров В.А. Содержание образования в контексте личностного измерения вузовской подготовки // Знание. Понимание. Умение. 2012. № 4. С. 234–241.
14. Цифровизация как приоритетное направление модернизации российского образования / под ред. Н.В. Горбуновой. Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2019. 152 с.
15. Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 080100 Экономика (квалификация (степень) «бакалавр»): приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от

21 декабря 2009 года № 747 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 14, 05.04.2010.

16. Сластенин В.А. Личностно-ориентированные технологии профессионально-педагогического образования // Сибирский педагогический журнал. 2008. № 1. С. 49–74.

17. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В., Демкин В.П., Краснова Г.А., Макаров С.И., Роберт И.В. Концепция образовательных электронных изданий и ресурсов – шаг на пути к качественному образованию // Информационные технологии в образовании: сб. тр.

междунар. конф.-выставки «ИТО-2002». Ч. 6: Пленарные доклады. М.: МИФИ, 2002. С. 11–14.

18. Константинова Л.В. Теоретические основы социальной политики: учебное пособие. Саратов: Поволжский институт им. П.А. Столыпина, 2011. 75 с.

19. Сенашенко В., Ткач Г. О структуре современного высшего образования // Высшее образование в России. 2004. № 4. С. 18–26.

20. Ткач Г.Ф., Филиппов В.М., Чистохвалов В.Н. Тенденции развития и реформы образования в мире: учебное пособие. М.: РУДН, 2008. 303 с.

## MATHEMATICAL MODELING SKILLS DEVELOPMENT AMONG STUDENTS OF UNIVERSITIES OF ECONOMICS

© 2020

**Makarov Sergey Ivanovich**, doctor of pedagogical sciences, professor,  
head of Higher Mathematics and Economic-Mathematical Methods Department  
*Samara State University of Economics (Samara, Russian Federation)*

*Abstract.* This paper discusses approaches to economic and mathematical modeling skills development among students of universities of economics. The need for this competency among specialists in the digital economy is shown. The motivation of the student – the future specialist in the digital economy in mastering the basic techniques of economic processes and systems modeling – is outlined. The sections of the school course in mathematics are given, which are the basis for the development of these skills. Mathematical courses are examined; their study is considered to be the foundation for the development of the competence in economic processes modeling. The author describes the main types of mathematical models that are studied at the present stage at universities of economics and are widely used in the digital economy. The author also presents a classification of the models used in the educational process while studying mathematical courses. The main requirements for economic-mathematical models are discussed and substantiated. The author has listed necessary requirements for teachers of mathematical departments of universities. These requirements can help them to teach basic mathematics and its applied sections (e.g. mathematical modeling) to students successfully. The main conclusions and results of the study can be used in the practical work of teachers of mathematical departments at universities of economics when creating electronic teaching aids of economic and mathematical modeling and methods of their application in the educational process.

*Keywords:* higher education; educational technology; training specialists for digital economy; electronic educational resources; digitalization of education; economic and mathematical modeling; development of mathematical competencies of economist; fundamental mathematical training.