

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ НАВЫКАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кубова Р.М.<sup>1</sup>, Афанасьев Ю.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский университет им. С.Ю. Витте, Россия (115432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 12, стр. 1), e-mail: rkubova@muiv.ru

В статье рассматривается комплексный подход при изучении темы математического моделирования социальных и экономических процессов. На основе анализа определена необходимость формирования компетенций для каждого этапа обучения. Показана важная роль комплексного сочетания разных форм обучения. Процесс комплексирования, предложенный в статье, предполагает не только сочетание разных форм подготовки, но и в дополнение развитие компетенций, связанных с усвоением навыков моделирования. В статье рассматриваются выбранные на основе анализа компетенции: «способность при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования» и «осознание социальной значимости своей будущей профессии». На основе этого анализа выстраивается комплексная цепочка подачи математического моделирования. Данная цепочка подтверждает значимость комплексного подхода для развития компетенций. Приведенный в статье подход создает предпосылки выхода на формирование комплексных и многосторонних моделей образования, выстроенных с учетом комплексного подхода к обучению навыкам математического моделирования. Для подтверждения важности процесса математического моделирования в статье формируются общие требования, предъявляемые к создаваемым математическим моделям.

Ключевые слова: комплексный подход, компетенции, математическое моделирование, математические дисциплины, компьютерные технологии.

## COMPLEX APPROACH TO TEACHING SKILLS OF MATHEMATICAL MODELING

Kubova R.M.<sup>1</sup>, Afanasyev Y.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Witte University, Russia (115432, Moscow, 2nd Kozhukhovskiy proezd, 12 (1)), e-mail: rkubova@muiv.ru

The article discusses the integrated approach in the study of topics of mathematical modeling of social and economic processes. Based on the analysis determined the need to build competencies for each stage of education. The important role of the complex combination of different forms of learning. Complexation process proposed in this paper suggests not only a combination of different forms of training, but in addition the development of competencies related to the assimilation of modeling skills. The article deals with selected based on the analysis of competence 'ability in solving professional problems to analyze the socio-economic problems and processes using the methods of system analysis and mathematical modeling "and" awareness of the social significance of their future profession.' Based on this analysis builds a complex supply chain of mathematical modeling. This confirms the importance of the chain of an integrated approach for the development of competencies. Powered by Article approach creates the preconditions for the formation of the output integrated and multidimensional models of education, built based on an integrated approach to learning the skills of mathematical modeling. To confirm the importance of the process of mathematical modeling in the article are formed general requirements to create mathematical models.

Keywords: complex approach, competencies, mathematical modeling, mathematical subjects, computer technologies.

Стремительное развитие технологий и информатизация жизни общества предъявляют новые повышенные требования к системе образования. В результате стремления адекватно отвечать современным требованиям проводятся очередные реформы всех уровней образования. Вхождение России в Болонский процесс, предполагающий создание единого образовательного пространства, повлекло необходимость интернационализации и универсализации образования. Изменение оценки качества образования привело к

перенесению основного внимания с содержательной части образования к оценке результативности процесса обучения. Соответственно, такие категории, как «знать», «уметь», «владеть», дополняются необходимостью освоения определенных компетенций, которые характеризуют полученные профессиональные качества выпускника. В соответствии со стратегией модернизации общего образования [7] разрабатываются и апробируются новые технологии обучения. Получили развитие принципы великой дидактики, сформулированные Я.А. Коменским еще в 17 веке. «Учить всех и всему. И притом учить с верным успехом; так, чтобы неуспеха последовать не могло; учить быстро, чтобы ни у учащихся, ни у учащихся не было обременения или скуки, чтобы обучение происходило скорее с величайшим удовольствием для той и другой стороны; учить основательно, не поверхностно и, следовательно, не для формы, но подвигая учащихся к истинной науке, добрым нравам и глубокому благочестию» [4]. В.Э. Штейнберг подчеркивает, что «именно в образовании обнаруживается несоответствие человеческого бытия и доступных ему возможностей: техника интеллектуальной работы в образовательном процессе отстаёт от требований цивилизации, которая всё более зависит от способностей и качеств человека, закладываемых в образовании. Главные тенденции современного образования ... требуют системных педагогических технологий, ориентированных на познание, переживание и оценку осваиваемых знаний» [10]. В стратегии модернизации общего образования дано основное понятие компетентности, которое включает «не только когнитивную и операциональную – технологическую составляющие, но и мотивационную, этическую, социальную и поведенческую» [7]. Понятию компетентности и его значению для оценки результатов образовательной деятельности, перспективы и особенности применения данного подхода рассматриваются в большом количестве работ, посвященных проблемам образования, например [3,6,9].

Необходимые для каждого направления компетенции формируются в процессе обучения как при прохождении курсов дисциплин, предусмотренных учебным планом, так и в результате прохождения практик, участия в конференциях, коллоквиумах, олимпиадах и других видов научной работы студентов, при написании выпускной квалификационной работы. Важная роль при выработке компетенций принадлежит комплексному сочетанию разных форм обучения. Приобретенные знания должны подкрепляться выполнением практических заданий, закрепляться во время самостоятельной работы студентов, корректироваться в процессе промежуточного и итогового контроля. Таким образом, возникает необходимость комплексного, или интеграционного подхода к обучению [1,2].

Обучение по целому ряду направлений подготовки предполагает развитие компетенций, связанных с усвоением навыков моделирования. Например, бакалавр по

направлению «Прикладная информатика» должен быть способен при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования; в аналитической деятельности способен применять методы анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях; в научно-исследовательской деятельности способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач. Для выработки этих компетенций необходимо изучение целого ряда дисциплин учебного плана на протяжении всего курса обучения, которые в совокупности позволяют объединить полученные теоретические знания с практическими навыками в сочетании с освоением современных средств обработки данных и применением компьютерных вычислительных средств.

Математика, статистика, дискретная математика, теория вероятностей и математическая статистика дают необходимую теоретическую и вычислительную основу. Эконометрика, теория систем и системный анализ, математические методы в прикладной информатике, исследование операций, имитационное моделирование, системы поддержки принятия решений позволяют выработать определенную систему представлений о методах и целях моделирования. Важная роль принадлежит таким дисциплинам, как информационные системы и технологии, информатика и программирование, высокоуровневые методы информатики и программирования, предметно-ориентированные информационные системы, программная инженерия, базы данных. Изучение информационных дисциплин, овладение методами компьютерной обработки данных и проведения модельных расчетов позволяют получать конечные результаты моделирования, что придает логически-смысловую завершенность формирования навыков математического моделирования.

Рассмотрим компетенцию «способность при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования» на примере изучения раздела математического программирования. При этом, как правило, сначала изучаются задачи линейного программирования (ЗЛП), а после рассматриваются отдельные задачи нелинейного программирования. При решении задачи линейного программирования используется графический метод для двумерной задачи и аналитический симплексный метод для решения задач с числом более двух переменных. Студенты к этому времени уже достаточно знакомы с понятием модели и с этапами процедуры математического моделирования. Однако самостоятельное построение математической модели задачи вызывает значительные трудности, если задача является нетипичной. Для формирования важнейшего профессионального навыка составления математических моделей

разноплановых задач необходимо уделять этому процессу больше аудиторного времени, при этом непосредственное решение задачи с применением компьютерных средств после того, как был освоен аналитический метод решения, позволяет рассмотреть более широкий и разнообразный круг задач линейного программирования. Это касается также решения класса задач нелинейного программирования нахождение условного и безусловного экстремума функции. Таким образом, формированию компетенции способствует логическая цепочка изучения комплекса таких дисциплин, как математика, исследование операций, методы оптимальных решений, информатика. Математика обеспечивает освоение методов графического и аналитического решения задач, информатика способствует успешному применению компьютерных средств при решении усложненных задач. В связи с этим выстроена следующая комплексная цепочка подачи материала раздела.

1. Лекция дает теоретические основы понятия линейного программирования, приемы построения математической модели задачи, графический метод решения задачи.
2. На практическом занятии вырабатываются навыки построения математической модели задачи и решения ее графическим методом.
3. На лекции рассматривается алгоритм симплексного метода решения ЗЛП.
4. Проводится практическое занятие с решением типичной задачи по вариантам.
5. Проводится компьютерный практикум по решению ЗЛП при помощи средства «Поиск решения» в среде MSExcel.
6. Комплексное занятие с разбором примера усложненной задачи, построение математической модели и решение в среде MSExcel индивидуальных заданий.

Аналогичные комплексные цепочки можно построить и для других разделов дисциплин, например, для решения класса задач нелинейного программирования или задачи построения регрессионной модели. Развитие приобретенных навыков продолжается при участии в олимпиадах, студенческих конференциях, выполнении выпускной квалификационной работы.

В процессе анализа необходимо рассмотреть моделирование как элемент компетенций Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО): по направлению подготовки 080500.62 «Бизнес-информатика» общая компетенция (ОК-11) «осознает социальную значимость своей будущей профессии, обладает высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности»; по направлению подготовки 230700.62 «Прикладная информатика» общая компетенция (ОК-6) «способен осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности».

В настоящее время сложность разработки математических моделей процессов, и как следствие, слабая подготовка специалистов мешает реализации в автоматизированных системах различного уровня решения задач любой сложности.

Студентам необходимо привить понимание общих требований к создаваемым математическим моделям. К общим требованиям относятся:

1. Система математических моделей любых бизнес-процессов представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов (расчетных комплексов, моделей), обеспечивающих на основе унифицированной базы данных выполнение определенных функций по руководству организацией (фирмой, учреждением, корпорацией) в целом, и в то же время позволяющих использовать отдельные ее части автономно в интересах каждого органа управления низшего звена [5].

2. Математическая модель каждого бизнес-процесса должна предусматривать многовариантность получаемых результатов, а также возможность обмена результатами (данными) с моделями других бизнес-процессов, протекающих раньше или одновременно с данным. Введение такой информации должно обеспечиваться автоматически и вручную.

3. Высокая степень обоснованности расчетов и достоверности результатов моделирования. Для реализации этого требования необходимо:

достаточно точное отражение наиболее существенных сторон моделируемых процессов и присущих им закономерностей;

учитывать факторы, объективно влияющие на значения искомых величин.

В то же время в моделях более масштабных бизнес-процессов, во избежание их излишней громоздкости, необходимо учитывать только основные факторы, оказывающие существенное влияние на выполнение организацией (фирмой, учреждением, корпорацией) промежуточных задач и их конечный результат. Менее важные факторы и связи могут вводиться в исходные данные в виде заранее определенных коэффициентов и оцениваться при анализе результатов моделирования.

4. Требование оперативности моделирования состоит в том, чтобы обеспечить возможность получения и практического использования результатов моделирования по необходимому количеству вариантов в реальном масштабе времени.

В этих целях:

промежуточные расчеты в моделях наиболее важных бизнес-процессов (на долгосрочную перспективу) можно производить в укрупненных (обобщенных) показателях, характеризующих положение, состояние, возможности и результаты всех текущих и завершенных бизнес-процессов;

результаты моделирования целесообразно выдавать в любом необходимом виде (буквенно-цифровом, текстовом, графическом). Причем выдача результатов по содержанию и форме должна соответствовать установленным нормам по текстовым и графическим документам организации (фирмы, учреждения, корпорации);

моделирование вести в диалоговом режиме;

в случае моделирования бизнес-процесса по нескольким вариантам его подготовки и ведения необходимо обеспечить наглядное отображение результатов для ускоренного определения наиболее предпочтительного варианта (обеспечение сравнения вариантов по эффективности).

5. Работа по моделированию бизнес-процесса и получение исходной информации должна быть обеспечена на основных автоматизированных рабочих местах (АРМ) должностных лиц.

6. Для обеспечения использования результатов моделирования одних бизнес-процессов в качестве исходных данных для моделирования других бизнес-процессов необходимо согласовать информационные описания объектов моделирования различного масштаба по содержанию и формам входных и выходных данных.

7. Важнейшим требованием является предотвращение утечки информации, содержащейся в алгоритмах, программах, базах исходных данных и результатах моделирования.

Рассмотренные общие требования к создаваемым математическим моделям подтверждают важность процесса математического моделирования в будущей профессии.

Собственно подход к моделированию социально-экономических систем выходит за рамки принятых представлений [8], так как сравнительной оценке в значительной мере должны быть подвергнуты базовые принципы и характер взаимодействия основных субъектов образовательной деятельности – студентов, преподавателей и руководителей образовательной системы учреждения. Такой подход позволяет не только обозначить различия в обобщенных характеристиках типов данных систем, но и распознать множество их внутренних специфических особенностей (включая формы, методы, технологии, источники финансирования; межуровневое распределение полномочий, ответственности между государственными и негосударственными участниками, формы социального партнерства, стратегические установки и приоритетные направления). Этот подход создает предпосылки выхода на формирование комплексных и многосторонних моделей образования, выстроенных с учетом комплексного подхода к обучению навыкам математического моделирования.

Комплексирование (комплексный подход) должно учитывать и на практике демонстрировать студентам широкий спектр наиболее существенных факторов организационно-управленческого, правового и финансового характера, значимости и важности навыков математического моделирования.

### Список литературы

1. Аганина К.Ж., Телембаева К.У. Интеграция математических дисциплин в процессе подготовки инженерно-технических специальностей //Образование и наука. – 2012. – № 3 (92). – С. 123-132.
2. Берулава Г.А., Берулава М.Н. Методологические основы развития системы высшего образования в информационном обществе // Вестник университета Российской академии образования. – 2009. – № 4 (47). – С. 21-38.
3. Зимняя И.А.. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования //Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34-42.
4. Коменский Я. А., Локк Д., Руссо Ж.-Ж., Песталоцци И. Г. Педагогическое наследие. – М.: Педагогика, 1989. – 416 с.
5. Маклаков С.В. Моделирование бизнес процессов с AllFusionProcessModeler – М.: ДИАЛОГ МИФИ, 2004.
6. Парфенова М.Я., Руденко Ю.С. Механизмы интеграции образования, науки и производства с применением подхода диссимметрии //Образовательные ресурсы и технологии. – 2013. – № 2(3). [Электронный ресурс].
7. Стратегия модернизации общего образования: Материалы для разработчиков документов по модернизации общего образования. – М.: Мир книги, 2001.
8. Шафер Д., Фатрелл Р., Шафер Л. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. – М.: Вильямс, 2003.
9. Ширяева В. А. Проблемы и перспективы реализации компетентностного подхода в образовании [Электронный ресурс] / В.А. Ширяева. URL: <http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2013/07/15/shiriaeva.pdf>.
10. Штейнберг В.Э.. Дидактические многомерные инструменты: Теория, методика, практика. – М.: Народное образование, 2002. – 304 с.  
URL:[http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot\\_2013\\_2\\_067-073.pdf](http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot_2013_2_067-073.pdf)

**Рецензенты:**

Рыбакова Н. А., д.п.н., доцент, заведующий кафедрой психологии, педагогики и социально-гуманитарных дисциплин, ЧОУ ВО Московский университет им. С.Ю. Витте, г. Москва;

Парфенова М.Я., д.т.н., профессор, руководитель научно-исследовательского центра, ЧОУ ВО Московский университет им. С.Ю. Витте, г. Москва.