

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УРОВНЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ЭКОНОМИСТОВ В УСЛОВИЯХ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ ПАРАДИГМЫ

Сагитов Риф Вагизович

кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: kafedra_vm@mail.ru

Проблема математического образования экономистов актуализировалась в связи с новой образовательной парадигмой, принятой в стандартах третьего поколения. Компетентностный подход предусматривает предметное обслуживание профессиональных компетенций выпускника высшей экономической школы. Математика в экономических специализациях выступает как общекультурная компетенция и напрямую не влияет на профессиональные компетенции экономиста. В статье приводится педагогическая технология оценки качества математической подготовки экономиста путем проверки его умений и навыков по проведению математических действий, встречающихся в профессиональной деятельности экономистов. Наряду с обоснованием продуктивности данной технологии автор приводит пример составления тестов в предлагаемом формате.

Ключевые слова: учебная математическая деятельность, профессиональная математическая деятельность экономистов, ключевые экономические категории, ключевые математические категории.

SPECIFIC ASSESSMENT OF THE QUALITY OF MATHEMATICS KNOWLEDGE LEVEL OF ECONOMISTS IN COMPETENCE PARADIGM

Sagitov, Rif V.

PhD, Associate Professor of the Department for Higher Mathematics of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: kafedra_vm@mail.ru

The issue of mathematics education of economists has become more acute due to new educational paradigm accepted in standards of the third generation. The competence approach envisages subject support of professional competences of graduates of higher economics school. Mathematics in economics specializations acts as a cultural competence and cannot affect professional competences of economists. The article provides pedagogical technology for

assessing the quality of mathematics training of economists by checking their skills of making mathematic calculations which can be necessary in their professional work. Along with substantiation of the given technology the author shows how to compile tests in this format.

Keywords: teaching mathematics work, professional mathematics work, key mathematic categories, key economic categories.

Работ, посвященных качеству обучения, качеству выпускника, достаточно много. Их авторы рассматривают это понятие с всевозможных точек зрения. Каждый раз критериями качества выступают либо параметрические показатели, либо некоторые качественные определения, достаточно обще описывающие свойства объектов, которыми можно охарактеризовать качество функционирования системы, в частности системы математического образования экономистов. Компетентностной парадигмой, принятой в образовательных стандартах третьего поколения, не предусмотрено определение качественного выпускника высшей школы. Определены критерии качества образовательных программ, качества (рейтинг) высших учебных заведений, предоставляющих образовательные услуги, и пр. В образовательных стандартах даны некоторые определения знаний, пониманий и умений, которыми должен овладеть выпускник экономического вуза. Непосредственный перечень компетенций, которыми должен владеть выпускник экономического вуза, не содержит компетенций, которыми должен овладеть выпускник экономического вуза в области математики.

Вся целесообразная деятельность человека (и экономическая в том числе) направлена на достижение одной цели – получить от жизни радость, удовольствие, благодать. Чтобы достичь этой цели, человек должен уметь оценить окружающую среду, выработать и принять решение, действиями осуществить выработанное решение и оценить качество полученного нового состояния среды своего обитания. Естественно, он должен согласовать свои действия с действиями других субъектов

окружающей среды, при этом мысленно решая две задачи: оценивания и действия.

При решении задачи оценивания он должен описать и оценить прошлое и представить будущее. Решением задачи оценивания будет бизнес-план.

При решении задачи действия человек планирует преобразование некоторого состояния среды и своими действиями приводит ее к состоянию с заранее определенными на этапе бизнес-плана свойствами. Решением такой задачи является некий план-проект. Очевидно, к такой деятельности необходимо подготовить выпускника экономического вуза. В какой части этого цикла используется математика?

Для успешного достижения цели, сформулированной выше, выпускник экономического вуза должен уметь решать задачи, которые вытекают из поставленной цели. Для этого он должен уметь выделить и сформулировать экономическую проблему, владеть методами ее решения. Среди таких методов должны быть и математические, с помощью которых можно построить математическую модель проблемы и, получив результат математического решения, сравнить его с планируемым результатом, т. е. произвести некоторые математические действия, связанные с его профессиональной деятельностью, а затем действия по реализации и внедрению в экономическую практику результатов математического моделирования.

Всякая система характеризуется качеством, которое определяется некоторым набором существенных свойств. Поэтому качество всякой системы проявляется своими свойствами в ходе взаимодействия системы и субъекта. Число свойств любой системы, в частности системы математического образования, огромно, поэтому твердо знать,

какое свойство системы математического образования ляжет в основу будущей деятельности выпускника экономического вуза и позволит ему решить проблему достижения сформулированной для себя цели, проблематично.

Можно выделить ряд основных свойств системы математического образования, которые заведомо нужны в будущей профессиональной деятельности экономиста. Эти свойства и должны быть положены в основные математические компетенции при подготовке специалистов экономического профиля. Одно из основных свойств системы математического образования выделяет философ А. Ф. Лосев. В работе «Диалектические основы математики» он отмечает, что процесс развития мышления тесно связан с занятиями математикой: «Если мышление функционирует, математика создается; и если оно прекращается, прекращается и математика. В математике или есть мышление, тогда она – математика; или его нет, тогда падает и математика» [2. – С. 49].

Так что же такое качество математической подготовки экономиста в компетентностной парадигме? Какими особенностями должна отличаться система оценки качества уровня математических знаний?

Фундаментальный принцип Галилея «Математика – это язык, на котором написана книга природы» закладывает возможность описания математическим языком явлений, происходящих не только в физике и технике, но и в экономических системах. Однако экономика, в отличие от физики и техники, имеет дело с социальными системами, поэтому для успешного решения проблемы качественного математического образования экономиста важно выяснить, взаимодействия каких свойств системы математического образования связаны со свойствами функционирования экономических систем. При исследовании возможности широкого использования математического аппарата в ходе решения проблем гуманитарного плана возникает необходимость рассмотрения взаимодей-

ствия основных категорий экономических наук и категорий математики для целей построения адекватного обучения гуманитариев математическим методам.

Экономические категории определены как логические понятия, представляющие теоретическое выражение реальных условий экономической жизни общества. Они определяют наиболее общие и существенные стороны экономики – спрос, предложение, производство, стоимость, полезность, издержки, прибыль и многое другое.

Относительно категорий математики дело обстоит не так просто. Философы определяют математическую категорию как экспликацию рассматриваемого дисциплинарного объекта или понятия, которое обладает характерными свойствами, сохраняющимися при преобразовании этих объектов. Заметим, что при этом всякий объект можно формально заменить его тождественными преобразованиями. В общем случае понятие преобразования является в научном смысле фундаментальным, тогда как понятие объекта играет лишь вспомогательную роль.

Современные математические курсы для экономистов, менеджеров, маркетологов и финансистов используют следующие математические категории: математическую модель, числовые множества и структуры на этих множествах (функции, предел, производная, дифференциал, интеграл, ряды, дифференциальные уравнения), линейные пространства и структуры на них (линейное преобразование, базис, системы линейных уравнений), вероятность и случайные величины. Разработанные классиками математики Ньютоном и Лейбницем для решения физических задач категории физики и математики тесно переплетены: скорость – производная, ускорение – производная от производной, а дифференциальное уравнение $mg = F$ (масса, умноженная на ускорение, равна сумме всех действующих сил – дифференциальное уравнение) описывает все воз-

возможные движения, происходящие в реальном мире.

Сложнее с экономикой. Вальрас и Маршалл увидели в экономике рынка и функции спроса, и функции предложения, их эластичность, а также предельный анализ и др. Но практика экономической деятельности (компетентность) на рынке использует математические действия для подсчета и по возможности увеличения прибыли и уменьшения убытков, заполнения баланса, составления финансовой отчетности, составления плана выпуска продукции и пр. Поэтому проблема оптимального соотношения фундаментального и прикладного в математическом образовании экономиста, менеджера, маркетолога и финансиста становится актуальной. Обучать конкретной математической деятельности в профессиональной деятельности экономиста с использованием для анализа экономической ситуации всего арсенала информационно-технологического обеспечения (это желают студенты) или рассказывать, какие алгоритмы и идеи заложены в эти информационно-технологические системы, какие ограничения существуют, в каких пределах работают математические схемы (это обосновывают преподаватели)?

Современные компьютерные технологии позволяют провести глубокий экономический анализ состояния экономической системы как в отдельных показателях, так и в целом. Специалисту не интересно, какая математика заложена в компьютере.

Понятие компетентности неразрывно связано с профессионально-личностными качествами, мотивацией и ценностными установками, становление которых возможно в учебной деятельности, имеющей для человека личностный смысл, интерес, значимость. Таким образом, учебная математическая деятельность, в которой моделируется математическая профессиональная деятельность, в наибольшей степени должна быть востребована и соответствовать новым задачам повышения качества математической подготовки студентов. В

таких условиях меняется и позиция студента. Он вынужден проявлять самостоятельность, ответственность, инициативу, творчество. От него требуются другие характеристики учебной деятельности, а значит, и другие характеристики педагогического контроля качества его математической подготовки.

Основными задачами педагогического контроля качества считаются диагностическая, контролирующая, обучающая, развивающая и прогностическая. В принятой тестовой системе контроля объединены диагностическая, контролирующая и прогностическая функции. Новая парадигма образовательного процесса требует включения в тесты развивающего вида контроля и контроля компетенций.

Для целей контроля освоения требуемых компетенций целесообразно рассмотреть роль контекстных, сюжетных задач экономического содержания. Они позволят студентам освоить методы решения проблем, наиболее часто встречающихся в экономической практике, что в свою очередь позволит понять связь учебной математической деятельности с практикой реальной математической деятельности экономиста.

По мнению Л. М. Фридмана, наличие в вузовском курсе математики сюжетных задач может рассматриваться в качестве модели проблемной ситуации, которая создается или в которой оказывается субъект познавательной деятельности [4].

Во-первых, они в наибольшей степени соответствуют принципу предметности (В. В. Давыдов) [1], т. е. фиксируют возможность освоения учащимися содержания определенных математических понятий как основы для последующего выведения их частных (конкретных) проявлений.

Во-вторых, решение задач развивает понятие обобщенной связи, которое является центральным в психологической теории обучения. Речь идет об ассоциациях, играющих важную роль в математическом мышлении. Они проявляются в принципе, когда каждой задаче соответствует, как

правило, одна система ассоциаций; напротив, одной системе обобщенных ассоциаций соответствует множество задач.

В-третьих, решение названного типа задач выполняет непосредственную прикладную функцию введения в проблематику и содержание будущей профессиональной деятельности применительно конкретно к определенным профессиональным отраслям.

В-четвертых, в процессе решения сюжетных задач осуществляется обучение технологии математического моделирования реальных процессов.

Важным моментом контроля качества компетентности экономиста является уровень сложности решаемых им задач. Применяются различные критерии классификации математических задач – как по уровню проблемности, так и по типологии учебной деятельности для их решения.

В настоящее время большинство исследователей придерживаются следующей классификации уровней проблемности:

– *алгоритмический (репродуктивный) – стандартные задачи.* Типовыми для этого уровня являются задачи, в сюжете которых определен некий экономический объект и сформулированы цели его анализа. Для их решения используются известные алгоритмы, зависимости и предписана система действий. Например, дана формула, связывающая три величины. Две приведены в задаче, а третью необходимо определить из ее условия. Такие задачи решаются в один шаг;

– *продуктивный (частично поисковый) – обучающие задачи.* К такому типу относятся задачи, для решения которых требуется достаточно простая аналитико-синтезирующая деятельность субъекта (решающего). В ходе решения от студента требуется умение теоретического обоснования и практических способов перехода от содержательного сюжета задачи к простейшей математической модели, метод решения которой известен. Например, вспомнить соотношение, связывающее величины, входящие в заданную задачу, предвари-

тельно определив недостающие величины. Решение задач этого уровня требует не одного, а нескольких шагов;

– *креативный (творческий).* Он предусматривает решение сюжетных задач поискового типа, ориентированных на целостное видение и анализ содержания задач. Для составления математической модели задачи требуется нацеленность студента на освоение новых знаний о сути изучаемого явления, на реализацию новых математических вычислительных алгоритмов, предусматривающих использование информационных технологий и существующих пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

Для математического образования экономистов, финансистов, менеджеров необходима классификация сюжетных задач по особенностям содержания проблематики будущей профессиональной деятельности. Условно такую классификацию можно представить следующим образом:

– *экономические задачи.* Их можно в свою очередь разбить на задачи макроэкономического или микроэкономического содержания;

– *финансовые задачи.* Это задачи банковской деятельности: расчеты по банковским операциям, операции с акциями и облигациями, потоки платежей (аннуитеты);

– *управленческие задачи.* Сюжетная линия такого рода задач связана с принятием оптимальных управленческих решений в различных ситуациях экономической или финансовой деятельности, в разрешении проблем менеджмента предприятий или проблем менеджмента финансов.

Такой подход к обучению математике позволяет организовать и адекватный процесс оценки усвоения учебного материала как степени усвоения профессиональных компетенций выпускника экономического вуза.

Контроль осуществляется в форме письменной работы (теста), которая состоит из ряда заданий, каждое из которых рассматривает одну из тем, изученных в данном учебном модуле.

Для составления теста учебный материал, рассматриваемый в учебном модуле, разбивается на ряд тем, выносимых на рубежный, текущий или промежуточный контроль. Каждой теме посвящено одно задание. Каждое задание содержит три задачи на рассматриваемую тему различного уровня проблемности (сложности): легкого (репродуктивного), среднего (продуктивного) и сложного (творческого или поискового). Выполнение задания оценивается баллами. Студент решает одну из трех задач, которая соответствует его уровню готовности (компетентности) по данной теме. Решение большего числа задач из одной темы не засчитывается. Суммарное число баллов, полученное при выполнении теста, является характеристикой уровня его математической компетентности.

Рассмотрим использование указанной технологии на примере рубежного контроля по дисциплине «Математический анализ», тема «Производная».

В сюжетной задаче на *репродуктивный* уровень проблемности задана функция затрат в зависимости от объема выпуска некоторого продукта. Необходимо определить объем выпускаемой продукции, минимизирующий затраты производства. В этом задании от студента требуется знание факта, что минимальное и максимальное значения функция принимает при значениях аргумента, которые обращают в ноль значение производной функции (предельной величины), а также проверяется умение производить саму операцию дифференцирования. Обобщающей связью является выработка ассоциации, что полученный выпуск объема продукции обращает в ноль предельные затраты предприятия. Возможным вариантом сюжетной задачи на этом уровне проблемности могут выступать и тестовые задачи, в которых требуется определить правильный ответ из предложенных трех-четырёх ответов.

Продуктивный или *частично поисковый* уровень проблемности (обучающая зада-

ча) в сюжетной задаче предусматривает некое теоретическое обоснование и практические навыки в построении простейшей математической модели содержания задачи. Например, в условии задачи приведена функция спроса на некоторую продукцию предприятия. Известна также функция затрат этого предприятия по изготовлению данной продукции. Необходимо определить объем выпуска продукции, максимизирующий прибыль предприятия. При выполнении задания студенту необходимо построить функцию прибыли (математическую модель сюжета). При этом требуется привлечь знания из курса экономической теории о том, что прибыль есть разность между доходом и затратами. После этого для получения ответа в задаче применяется математический аппарат дифференциального исчисления по вычислению максимума функции. При этом обобщающей связью для экономических ассоциаций является факт, что максимум функция прибыли достигает при выпуске такого объема продукции, при котором предельные затраты равны предельному значению реализации (дохода).

Креативный уровень проблемности (развивающий) предусматривает осмысление процесса составления математических моделей задач, в которых предполагается использование алгоритмов дифференциального исчисления. Студенту предлагается сюжет задачи, при решении которой потребуется составить математическую модель некоторого незнакомого ему экономического процесса. Ассоциативной обобщающей связью в такого рода задачах выступает тот факт, что понятие математической модели не включает в себя визуальной наглядности моделируемого явления. Обычно востребован изоморфизм модели и оригинала. Это обстоятельство иногда служит поводом для невосприятия сущности явления, представленного моделью. При этом изоморфизм, как правило, сохраняет отношения между объектами модели, но модель не всегда сохраняет психологические изменения, происходящие у

субъекта в процессе обучения. Моделирование развивает абстрактное математически структурированное представление об экономических отношениях.

Финансы – лишь часть всей экономики, хотя и очень важная, а потому решение сюжетных задач на тему использования современного математического аппарата в финансовых вычислениях должно занять особое место в содержательном сопровождении математического образования экономистов.

В основе большинства финансовых операций лежит идея «купить» деньги подешевле, а «продать» – подороже. «Покупаются» и «продаются» деньги под процент. Различные способы исчисления этого процента и определяют многообразие финансовых операций. В этом процессе используются формулы для вычисления по схеме так называемых сложных или простых процентов. Формулы связывают четыре величины: начальный капитал, конечный или будущий капитал, процентную годовую ставку и срок хранения или срок долга.

Сюжетные задачи *алгоритмического, репродуктивного уровня проблемности* задают известными какие-либо три величины, а по известному соотношению необходимо определить четвертую. Предполагается, что у студента такие задачи могут развить первоначальное представление о функциональных зависимостях (конкретно о показательной и логарифмической функциях) и их использовании в практике финансовых вычислений.

На втором уровне проблемности – *поисковом* – сюжетная задача предлагает студенту вначале осуществить поиск и определить, какое из соотношений можно

применить для решения проблемы, сформулированной в условии задачи (простые или сложные проценты), а уж затем воспользоваться одним из них для нахождения ответа на вопрос, поставленный в задаче. Развивающей процедурой в таких задачах является нахождение оптимальных вариантов хранения вкладов в банках, возможности и условий получения разного рода кредитов.

Третий, *креативный* уровень проблемности для задач финансового характера предполагает расчет потоков платежей, или так называемых аннуитетов. Это задачи, в которых для некоторого проекта необходимо определить уровень инвестирования или кредитования в различные периоды времени реализации проекта. Каждое кредитование, распределенное во времени, или распределенные по времени платежи по погашению кредитов имеют свой план выплат и свои способы расчетов. Составление и расчет такого плана является процедурой, требующей творческого подхода, при реализации которого и происходит как психологическое, так и умственное продвижение субъекта по образовательной тропе познания.

Внедрение и освоение в учебном процессе такого способа контроля качества уровня математической подготовки может стать одной из базовых характеристик математических компетенций современного экономиста. Он может быть использован при построении алгоритмов контроля качества освоения компетенций и других учебных дисциплин.

В заключение приведем образец теста, построенного в разработанной технологии для проведения промежуточного контроля.

Задание 1	Баллы
1.1. Привести геометрический смысл производной функции одной переменной.	4
1.2. Вывести правило дифференцирования произведения двух функций.	6
1.3. Сформулировать теорему Лагранжа. Проверить, выполняется ли теорема Лагранжа для функции $y = \operatorname{tg}x$ на отрезке $[0; \pi/4]$, и, если выполняется, найти точку $x = c$.	8

Задание 2	Баллы
2.1. Объем продаж компьютеров задается следующей функцией: $Q(t) = 560 + 140t - 210t^2$, где t – время, измеряемое в месяцах. В каком месяце объем продаж достигнет своего максимального значения?	4
2.2. Пусть $R(q) = 100q - q^2$, $C(q) = q^3 - 37q^2 + 169q + 350$. Найти объем выпуска продукции, максимизирующий прибыль конкурентной фирмы.	6
2.3. В теплице ежедневно снимаемый урожай помидор q кг зависит от числа работников n : $q = 4\sqrt{n} + 4\ln(n)$. Найти оптимальное число работников, если дневная зарплата работника равна цене 2 кг помидор.	8

Задание 3	Баллы
3.1. Клиент банка сделал депозитный вклад 5 000 рублей на 2 года под простую процентную ставку 8% годовых с выплатой в конце срока хранения. Какую сумму получит клиент банка через два года?	4
3.2. Какова должна быть простая процентная ставка депозита, если клиент банка желает удвоить свой вклад через три года хранения денег в банке?	6
3.3. Родитель желает обеспечить дочери-студентке ежемесячный доход в 1 000 рублей в течение четырех лет обучения. Какую сумму он должен внести в банк, если годовая процентная ставка банка равна 10%, а процесс начисления происходит ежемесячно?	8

Список литературы

1. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. – М. : Педагогика, 1972.
2. Лосев А. Ф. Диалектические основы математики. – М. : Academia, 2013.
3. Манахов С. В., Рыжакова А. В. Основные тенденции развития высшего образования в России: количественные и качественные аспекты // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2014. – № 10 (77). – С. 19–28.
4. Фридман Л. М. Сюжетные задачи по математике. История, теория, методика. – М. : Школа-Пресс, 2002.
5. Шапиро С. И. От алгоритмов – к суждениям. – М. : Советское радио, 1973.

References

1. Davydov V. V. Vidy obobshcheniya v obuchenii [Types of Generalization in Education]. Moscow, Pedagogika, 1972. (In Russ.).
2. Losev A. F. Dialekticheskie osnovy matematiki [Dialectic Principles of Mathematics]. Moscow, Academia, 2013. (In Russ.).
3. Manakhov S. V., Ryzhakova A. V. Osnovnye tendentsii razvitiya vysshego obrazovaniya v Rossii: kolichestvennye i kachestvennye aspekty [Key Trends in the Development of Higher Education in Russia: Quantitative and Qualitative Aspects]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2014, No. 10 (77), pp. 19–28. (In Russ.).
4. Fridman L. M. Syuzhetnye zadachi po matematike. Istoriya, teoriya, metodika [Plot Tasks on Mathematics. History, Theory, Methodology]. Moscow, School-Press, 2002. (In Russ.).
5. Shapiro S. I. Ot algoritmov – k suzhdeniyam [From Algorithms to Judgment]. Moscow, Soviet Radio, 1973. (In Russ.).