

УДК 378

ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРА-ЭКОНОМИСТА

© 2018 г.

В.М. Соколов

Соколов Владимир Михайлович, д.пед.н.; профессор кафедры педагогики и управления образовательными системами
Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского
sok.vladimir@rambler.ru

*Статья поступила в редакцию 02.10.2018**Статья принята к публикации 31.10.2018*

Обсуждается подход к анализу содержания программ учебных дисциплин математики в подготовке экономистов – академических бакалавров, базирующейся на согласованном использовании методов матриц логических связей и парных сравнений содержания программ учебных дисциплин математики известных университетов России. Утверждается, что такой подход позволяет объективированно выделить системные связи в содержании дисциплин и стать основой совершенствования их содержания с перспективой более обоснованного определения наиболее значимых его элементов. Обосновывается целесообразность использования представленных методов для объективизации экспертных заключений о значимости элементов содержания учебных дисциплин для присвоения выпускниками профессиональных компетенций.

Ключевые слова: программы учебных дисциплин математики, методы матриц логических связей и парного сравнения содержания программ, целенаправленные системные связи элементов содержания.

Введение

Назначение статьи – представить подход и результаты анализа содержания учебных дисциплин математического блока в подготовке академического бакалавра-экономиста, который позволяет более объективированно оценивать значимость составляющих содержания математических дисциплин. Это может стать основой совершенствования системно связанных рабочих программ цикла математических дисциплин в учебных планах подготовки бакалавров-экономистов.

Методика исследования

Построение рабочих программ учебных дисциплин (отбор конкретного содержания; понятийного аппарата; связей, последовательности тем; объемов времени, отводимых на усвоение тем, разделов) определяется преподавателем – составителем программы и утверждается кафедрой, деканатом, иногда и руководством вуза. Понимая, что утвержденная рабочая программа дисциплины является лишь формализованной установкой реализации учебного процесса, мы считаем, что такие программы (как наблюдаемые объекты) можно использовать для исследования содержания учебных дисциплин, реализуемых в разных вузах. Естественно, что содержание этих программ отображает традиции вузов, их кафедр, обеспечивающих данные

дисциплины, учебных пособий, принятых профессиональным сообществом.

Сегодняшняя проблема в том, что система образования, отвечая на изменения, происходящие в России и в мире (см., например, [1]), вынуждена довольно быстро меняться. Откликом на эти изменения стало введение в российском высшем образовании многоуровневой структуры с массовым первым уровнем подготовки – бакалавриатом. Такое изменение после многих лет подготовки выпускников-специалистов и уже не одного года существования до сих пор требует существенного анализа, исследования и совершенствования целей и содержания обучения. Совершенствования с пониманием дифференциации не только требований работодателей выпускников, но и спектра их намерений – от продолжения обучения в магистратуре, профессиональной прикладной специализации по выбранному при поступлении или иному направлению подготовки до удовлетворенности полученным высшим образованием на уровне бакалавра. Именно на объективированность проектирования содержания и целей учебных дисциплин, как системных промежуточных целей подготовки выпускника, направлены методы исследования содержания обучения, которые представлены в статье.

В нашем случае речь пойдет об анализе роли, значимости системно связанных составляющих содержания учебных математических дисциплин

для экономистов, которые, взаимодействуя в процессе обучения, ориентированы на формирование базовых компетенций – элементов профессиональной компетентности выпускника.

Специфика дисциплин математического блока в подготовке бакалавров-экономистов в том, что они осваиваются на начальном этапе профессионального обучения и фактически представляют собой будущий инструмент профессионального обучения и деятельности профессионального экономиста, что не может не сказываться на мотивированности их усвоения. Важнейший аспект математики – развитие абстрактного логического мышления, существенно зависящий не столько от содержания, сколько от методов обучения, при перегрузке содержания в ограниченном объеме времени на его усвоение не может компенсировать потерю мотивированности студентов. Это существенно повышает значимость обсуждаемых в статье подходов к оптимизации содержания учебных дисциплин математического блока.

Приоритетное обсуждение содержания обучения не означает принижение значимости таких важных компетенций выпускника-бакалавра, как коммуникативность, адекватность его поведения в обществе, однако эти аспекты воспитания выходят за пределы статьи.

При таком ограничении наша задача сводится к анализу роли и значимости взаимосогласованных составляющих содержания учебных дисциплин математического блока в успешном освоении профессиональных дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавра (направление подготовки 38.03.01 «Экономика»), с учетом развития его познавательного, творческого потенциала.

Занимаясь ранее анализом связей и значимости элементов содержания конкретных учебных дисциплин математического блока, мы использовали метод матриц логической связи (МЛС) [2–4], позволяющий оценивать значимость элементов содержания дисциплины по связям МЛС (см., например, [4]). В статье аспирантки кафедры педагогики и управления образовательными системами ННГУ М.В. Котельниковой [5] в качестве дополнительного метода анализа содержания был использован метод парных сравнений на примере содержания учебной программы курса «Линейная алгебра». Метод парных сравнений программ стимулирован идеями подходов к принятию многокритериальных решений [1]. Процедура сравнений такова: 1) попарно сравниваются таблицы содержания программ, в результате чего выделяется их общая смысловая часть (инвариант содержания); 2) попарное срав-

нение инвариантов содержания позволяет выделить инвариант содержания всех программ, участвующих в сравнениях.

Результаты и обсуждение

Нужно заметить, что процедура сравнения содержания учебных программ не столь проста и однозначна, как это можно было предположить для традиционных математических дисциплин, поскольку не только распределение тем по времени изучения общих элементов содержания, но и их представление по разделам дисциплины значительно различается в разных программах. В разных программах содержание разделов даже с одинаковыми названиями может не совпадать, не говоря уже о желательной идентичности названий используемых понятий. В связи с этим эксперту, поводящему сравнения, приходится ориентироваться на смысловую идентичность выделяемого содержания. Чтобы сделать экспертный выбор наблюдаемым, предлагается использовать цветовое окрашивание участков общего содержания (в отличие от статьи [5]), что сделает выделение инварианта содержания более убедительным. Приведем в качестве примера (табл. 1) такой процедуры только малую часть сравнения пары программ эконометрики Московского открытого института [6] и Пермского филиала ВШЭ [7].

Невыделенные элементы содержания в программе Московского открытого института на этом участке примера сравнения далее могут быть идентифицированы с содержанием программы филиала ВШЭ.

Результатом описанной процедуры парного сравнения становится список общих тем (инвариант содержания) рассмотренных рабочих программ учебной дисциплины «Эконометрика».

Выбор для примера учебной дисциплины «Эконометрика», формально не входящей в блок математических дисциплин направления подготовки 38.03.01 «Экономика», определен ролью, которую играет эта дисциплина в процессе профессионального обучения, являясь количественным (в современной ситуации – цифровым) инструментом в общеспециальной и специальной подготовке экономистов. Именно на усвоение этой дисциплины «работают» традиционные учебные дисциплины: «Линейная алгебра»; «Математический анализ»; «Теория вероятностей и математическая статистика».

Что же дает выделенный инвариант содержания? Во-первых, отображая общее мнение разработчиков программы учебной дисциплины, он претендует на отображение ее минимально достаточного содержания. Во-вторых, в

**Пример выделения цветом общего содержания
небольшого участка пары программ учебной дисциплины «Эконометрика»**

Пермский филиал ВШЭ, 2014	Московский открытый институт, 2016
<p>Тема 1. Основные понятия и определения, цель и задачи эконометрики. Особенности эконометрических моделей. Предмет и содержание курса «Эконометрика». Задачи эконометрики в области социально-экономических исследований. Понятие эконометрической модели. Основные этапы эконометрического моделирования. Информационные технологии в эконометрических исследованиях. Классификация переменных в эконометрических моделях. Понятия спецификации и идентификации модели. Классификация эконометрических моделей. Примеры эконометрических моделей</p>	<p>Тема 1. Эконометрическое моделирование. Предмет и содержание курса «Эконометрика». Некоторые сведения об истории возникновения эконометрики. Становление эконометрики. Задачи эконометрики в области социально-экономических исследований. Понятие эконометрической модели. Основные этапы эконометрического моделирования. Информационные технологии на базе ПЭВМ в эконометрических исследованиях. Классификация переменных в эконометрических моделях. Понятия спецификации и идентифицируемости модели. Примеры эконометрических моделей (модель предложения и спроса на конкурентном рынке)</p>
<p>Тема 2. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛММР). Основные понятия и задачи регрессивного анализа. Двумерная линейная регрессивная модель. КЛММР в матричном виде. МНК – оценки коэффициентов регрессии. Теорема Гаусса–Маркова. Оценка дисперсии ошибок. Оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов регрессии. Дисперсионный анализ регрессионной модели. Коэффициент детерминации и его свойства. Скорректированный коэффициент детерминации. Проверка гипотезы о нормальном распределении остатков модели. Оценка значимости уравнения в целом, оценка значимости отдельных коэффициентов регрессии. Построение интервальных оценок параметров регрессионной модели. Оценка эластичности объясняемой переменной в регрессионной модели. Прогнозные оценки значений зависимой переменной</p>	<p>Тема 2. Линейные и нелинейные модели парной регрессии. Спецификация модели: уравнение простой регрессии; понятие случайной величины; ошибки спецификации и измерения; основные типы кривых, используемые при количественной оценке связей между двумя переменными. Линейная регрессия и корреляция: смысл и оценка параметров. КЛМР в матричном виде. МНК-оценки коэффициентов регрессии. Свойства оценок МНК. Оценка дисперсии ошибок. Оценка ковариационной матрицы оценок коэффициентов регрессии. Дисперсионный анализ регрессионной модели. Коэффициент детерминации и его свойства. Скорректированный коэффициент детерминации. Проверка гипотезы о нормальном распределении остатков модели. Оценка значимости уравнения в целом, оценка значимости отдельных коэффициентов регрессии. Построение интервальных оценок параметров регрессионной модели. Оценка эластичности объясняемой переменной в регрессионной модели. Прогнозные оценки значений зависимой переменной</p>

гипотезе о роли современного содержания курса «Эконометрика» он отражает значимость выделенных элементов содержания дисциплины. В-третьих, этот список ориентирует на приоритетный уровень усвоения системного комплекса тем, определяя объем времени (прежде всего, практических занятий), отводимый на их обработку.

Следуя принципу системности и наблюдаемости (которую можно связывать с количественными оценками), представим цепочки связи содержания учебных дисциплин математики с темами содержания курса «Эконометрика». Цепочки связей элементов содержания эконометрики с элементами содержания курсов математики, учитывая объемы программ этих дисциплин и ограниченный объем данной статьи, представим матрицами логических связей (МЛС), заимствованными из прежних публикаций [2–5], с темами содержания курса «Эконометрика».

Напомним: единица на пересечении столбцов и строчек матрицы МЛС (табл. 2) означает, что для успешного усвоения данной темы (номер столбца в верхней строчке матрицы; в нашем случае это «Эконометрика») требуется усвоение другой темы (в нашем случае – курса «Линейная алгебра»), конкретный номер строчки в первом столбце матрицы); частота использования (столбец S в табл. 2) определяется средним по строчке значением. В методе МЛС это число связывается со значимостью соответствующего элемента для успешного восприятия и усвоения содержания учебной дисциплины, содержание которой представлено в верхней строчке (Эконометрика).

МЛС дисциплин «Линейная алгебра» (общая часть попарных сравнений трех программ (номера строк и строки) – табл. 3 и «Эконометрика» (номера столбцов и столбцы) такова: 1) предмет эконометрики; 2) повторение теории вероятностей и математической статистики; 3) линейная регрессия с одной объясняющей переменной; 4) степень

Таблица 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	S	
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
2	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.29
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3

I. Матрицы
Действия над матрицами. Свойства. Определители второго и третьего порядка, свойства. Обратная матрица
Применение матричного исчисления к решению прикладных задач
II. Системы линейных уравнений
Методы Гаусса и Крамера. Базовые, свободные переменные. Теорема Кронекера–Капелли. Общее решение неоднородных систем. Фундаментальное решение
III. Векторные пространства
Векторные пространства. Арифметическое R^n . Операции с векторами, их свойства. Линейно зависимые/независимые системы векторов. Базис и размерность пространства. Подпространства векторного пространства. Линейная оболочка системы векторов
Ранг системы векторов, вычисление ранга методом элементарных преобразований и с помощью миноров
IV. Собственные векторы и собственные значения
Собственные числа, собственные векторы
V. Квадратичные формы
Квадратичная форма, матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду (произвольным невырожденным преобразованием, ортогональным преобразованием). Положительно (отрицательно) определенные формы. Критерий Сильвестра

Таблица 4

Частотность использования общих разделов «Линейной алгебры» в дисциплинах «Математический анализ» и «Эконометрика» [4]

Раздел	Частотность в МЛС «Алгебра – Математический анализ»	Частотность в МЛС «Линейная алгебра – Эконометрика»
1. Матрицы	0.18	0.06
2. Системы линейных уравнений	0.00	0.29
3. Векторные пространства	0.00	0.00
4. Собственные векторы и собственные значения	0.00	0.00
5. Квадратичные формы	0.09	0.00

соответствия линии регрессии имеющимся данным; 5) классическая линейная регрессия для случая одной объясняющей переменной; 6) множественная линейная регрессия; 7) коэффициент множественной детерминации; 8) проверка линейных гипотез для коэффициентов множественной регрессии; 9) фиктивные переменные. Исследование структурной устойчивости коэффициентов регрессии с помощью теста Чоу; 10) выбор функциональной формы модели; 11) ошибки спецификации модели; 12) мультиколлинеарность; 13) гетероскедастичность; 14) автокорреляция; 15) модели бинарного выбора; 16) введение в теорию временных рядов; 17) моделирование по данным временных рядов.

Особый интерес представляет таблица, отражающая частоту использования связей элементов содержания дисциплин «Линейная ал-

гебра», «Математический анализ», «Эконометрика» (табл. 4) [5].

Если учесть, что элементы содержания линейной алгебры не используются в дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика», следует признать, что в таблице 4 отражена цепочка значимости элементов содержания дисциплины «Линейная алгебра». Невысокая величина частоты использования в этой цепочке должна заставлять разработчиков рабочих программ учебных дисциплин и учебных планов задуматься об уровнях усвоения конкретных элементов содержания и времени, которое отводится на усвоение элементов содержания в соответствии с их значимостью.

Другая цепочка связей содержания учебных дисциплин от математического анализа к теории вероятностей и математической статистике

(МЛС математического анализа и эконометрики обсуждались в [4; 5]) и особенно от теории вероятностей и математической статистики к эконометрике, конечно, будет более насыщенной, но, не имея отработанных результатов анализа, обсуждать это в данной статье нецелесообразно.

Заключение

Таким образом, нами показана целесообразность использования методов объективизации экспертных заключений о значимости элементов содержания учебных дисциплин как промежуточных целей их целостного усвоения, определяющего в свою очередь присвоение выпускникам профессиональной квалификации.

Список литературы

1. Новиков А.М. Проблемы подготовки кадров для постиндустриальной экономики // Высшее образование в России. 2010. № 5. С. 5–22.
2. Котельникова М.В., Соколов В.М. «Линейная алгебра» в математическом цикле подготовки бакалавров-экономистов: анализ содержания // Нижегородское образование. 2014. № 4. С. 125–131.
3. Котельникова М.В., Соколов В.М. Об анализе содержания курса математического анализа для экономистов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. № 5 (2). С. 86–89.
4. Котельникова М.В., Соколов В.М. Связи содержания дисциплин математического блока в подготовке экономиста-бакалавра // Разработка образовательных программ в условиях повышения конкурентоспособности экономического образования: сборник тезисов докладов и статей Методической конференции ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 6–8 февраля 2017 г. / Отв. ред. А.О. Грудзинский. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2017. С. 49–57.
5. Котельникова М.В. Об оптимизации содержания дисциплины «Линейная алгебра» для бакалавров-экономистов на основании анализа учебных программ ведущих российских вузов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2016. № 4 (44). С. 192–198.
6. Рабочая программа дисциплины «Эконометрика». Направление подготовки: 38.03.01 Экономика. Квалификация выпускника: Бакалавр Форма обучения: очная / Московский открытый институт. М., 2016. Режим доступа: http://moi.edu.ru/assets/File/education/tpd_e/13%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%91%D0%90%D0%9A_%D0%AD_%D0%BE%D1%87.pdf (дата обращения: 31.12.2016).
7. Программа дисциплины «Эконометрика» для направления 080100.62 Экономика подготовки бакалавра / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Факультет экономики. Пермь, 2014. Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2014/10/14/1100495165/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B5.pdf> (дата обращения: 13.03.2016).

OPPORTUNITIES FOR OPTIMIZING THE CONTENT OF MATHEMATICAL DISCIPLINES IN THE PREPARATION OF BACHELOR ECONOMISTS

V.M. Sokolov

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod

The article discusses the approach to analyzing the content of mathematics curriculum programs in the training of economists within the framework of an academic bachelors program. This approach is based on the coordinated use of the methods of logical matrices and pairwise comparisons of the mathematics curriculum programs of major Russian universities and makes it possible to objectively identify systemic relations in the content of disciplines. It can also provide the basis for improving their content with the prospect of a more informed definition of its most significant elements. The article substantiates the expediency of using the proposed methods for the objectification of expert opinions on the importance of particular content elements of educational disciplines as intermediate goals for their coherent learning, which in turn determines the development of professional competency by graduates.

Keywords: programs of educational disciplines in mathematics, methods of logical matrices and pairwise comparison of program content, targeted systemic relations of content elements.