

УДК 51

М.Ф. Тиунчик,

канд. физ.-мат. наук,

доцент кафедры математики и математических методов в экономике
Хабаровского государственного университета экономики и права

СОДЕРЖАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ НАПРАВЛЕНИЯ «ЭКОНОМИКА»

По мнению автора, применение тестовых заданий, несомненно, полезно студентам для самостоятельной проверки своих знаний. Однако тестовый опрос не позволяет выявить глубину усвоенных знаний, наличие у студента логического мышления, умений проводить доказательство утверждений (теорем). Для этого необходим экзамен в традиционной форме – по билетам с теоретическими вопросами и упражнениями.

Ключевые слова: тестовые задания, самостоятельная проверка знаний, модульно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов.

In the author's opinion, application of the test tasks is useful for the students in order to check their knowledge. However these tests do not reveal the depth of their knowledge, logical thinking skills, ability to prove the statements (theorems). This aspect requires examination in a traditional form – the tickets with theoretical questions and practical exercises.

Keywords: tests, self-test, module-rating system of evaluation of student grades.

Переход высшего профессионального образования на многоуровневую систему подготовки по структуре *бакалавр – магистр*, на обучение по направлениям и профилям потребовал как разработки новых рабочих программ по дисциплинам (предметам) и учебно-методических карт к ним, так и обновления аттестационных педагогических измерительных материалов по осуществлению регулярного контроля обучения студентов и по объективной оценке качества полученных знаний и уровня усвоенных компетенций.

При этом стала внедряться модульно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов. Совершился также переход на государственные образовательные стандарты третьего поколения, в которых в большей мере уделено внимание само-

стоятельной работе студентов. По плану учебного процесса некоторых профилей объём аудиторной работы (лекций и практических занятий) составляет только около 40 % от общего объёма часов.

Целью статьи является ознакомление преподавателей математических кафедр вузов региона, осуществляющих обучение по направлению «Экономика» и профилям этого направления, с содержанием и опытом формирования применяемых на кафедре математики и математических методов в экономике нашего университета контрольно-измерительных материалов, а также методикой автора их использования в учебном процессе при организации многоуровневой подготовки специалистов.

Обсуждаемые в статье вопросы рассматриваются только для основных мате-

математических дисциплин – математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики. Эти три дисциплины учебными планами направления отнесены к базовой части дисциплин математического и естественнонаучного цикла. Они являются фундаментом двух других математических дисциплин бакалавриата (методы оптимальных решений, эконометрика), а также математических предметов магистратуры.

Обучение эконометрике, отнесённой к базовой части профессионального цикла, не обсуждается. Не обсуждается и дисциплина «Методы оптимальных решений», отнесённая к базовой части упомянутого первого цикла. По нашему мнению, её следовало бы отнести к базовой части второго, профессионального, цикла. Действительно, первой задачей этой дисциплины является создание экономико-математической модели (перевод на математический язык реальной экономической задачи) и её анализ после реализации решения на соответствие опытным данным. Математические методы получения решения являются для экономиста вторичной задачей. К тому же при выполнении лабораторных работ студенты получают решение на компьютере с помощью какого-либо учебного пакета прикладных программ, содержащего применяемый метод. Контроль знаний по этим двум дисциплинам также проводится в другой, нежели по обсуждаемым дисциплинам, форме. Обычно он ведётся в форме собеседования по выполненному кейс-заданию. Примерная структура такого задания такова: 1) постановка (формулировка) экономической задачи на основе

имеющейся информации по явлению (проблеме); 2) создание экономико-математической модели с учётом основных и отбрасыванием второстепенных факторов явления; 3) выбор математического метода решения и его компьютерная реализация; 4) экономическая интерпретация и математический анализ полученных результатов. Математический анализ – это, например, выяснение следующих факторов: единственность решения, его устойчивость, корректность.

Для получения теоретических знаний, приобретения практических умений и навыков как во время аудиторной работы (лекции и практические занятия), так и во время внеаудиторной работы (самостоятельное изучение отдельных тем, систематическое выполнение упражнений текущей тематики) удалось использовать учебные пособия, подготовленные преподавателями кафедры в предшествующие годы, когда велась подготовка студентов по специальности «Математические методы в экономике» и некоторым другим специальностям, в учебных планах которых математика изучалась отдельными дисциплинами. Так, по линейной алгебре сейчас применяется 5 учебных пособий, по математическому анализу – 6, по теории вероятностей и математической статистике – 3. Учебные пособия имеются в библиотеке университета; часть из них размещена на сайтах кафедры и университета.

Оказались также востребованными свыше 13 учебно-методических разработок для выполнения контрольных работ или индивидуальных заданий по разделам этих трёх дисциплин. На их основе были созданы

типовые варианты модульных заданий, при этом каждый студент получает своё типовое задание; все задания состоят из примеров (упражнений). По модульным заданиям ведётся промежуточный семестровый контроль знаний студентов.

Весь кафедральный фонд педагогических материалов имеется в учебно-методических комплексах дисциплин.

Основными применяемыми формами контроля являются:

- текущий контроль по темам на практических занятиях, в том числе по выполнению домашних упражнений из применяемых учебных пособий;

- промежуточный контроль по модулям, согласно индивидуальным модульным заданиям (2–3 модуля в каждом семестре);

- промежуточная аттестация студентов, которая проходит примерно в середине каждого семестра с представлением итогов в деканат;

- промежуточная аттестация в виде зачёта по материалу первого семестра учебного года (дисциплины «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика»);

- окончательный итоговый контроль в виде экзамена по всем трём дисциплинам с соответствующей оценкой «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»;

- независимая экспертиза при государственной аккредитации направления и профилей обучения.

За последние два года изданы три учебных пособия [1; 2; 3], которые содержат материалы по контролю знаний в различной форме. Материал является обучающим для такого контроля при многоуровневой подготовке в процессе изучения самой дис-

циплины. Учтены некоторые потребности двух других упомянутых математических дисциплин и дисциплин, связанных с экономической теорией.

Под многоуровневым обучением в рамках дисциплины понимается следующее: аудиторная работа (лекции и практические занятия); предусмотренное рабочей программой самостоятельное изучение отдельных тем по указанной литературе; реферативная работа по желанию студента; самостоятельное выполнение заданий по текущей тематике; самостоятельное выполнение предусмотренных семестровых модульных заданий и собеседование по ним с преподавателем (защита работы); подготовка к аудиторному тестированию по модулям; изучение модульного материала учебных пособий в случае неуспеха при аудиторном тестировании; участие в олимпиадах; подготовка к зачёту и экзамену.

Перейдём к краткому описанию учебных пособий [1; 2; 3]. Структура всех трёх пособий одинакова.

Сначала приведены два образца заданий для проверки знаний по всей дисциплине или отдельным её разделам тестовым методом. Далее идёт основное содержание, являющееся обучающим для выполнения семестровых модульных заданий; приведённые примеры являются образцами для формирования этих заданий, а отдельные упражнения служат образцами тестовых заданий.

Каждое тестовое задание состоит из 30 достаточно простых примеров; примеры второго задания не повторяют примеров первого. По выполненному тестовому заданию можно понять, овладел ли сту-

дент всеми компетенциями (понятиями, методами, утверждениями) дисциплины. Решение любого примера задания осуществляется путём выбора правильного ответа из четырёх предложенных. Выполнение всего тестового задания рассчитано на академическое занятие (90 минут), то есть в среднем за три минуты должен быть установлен правильный ответ данного примера.

Первое тестовое задание служит для самостоятельного контроля знаний (решение примеров не проводится). Второе тестовое задание, которое может также выполняться самостоятельно, является ещё и обучающим, так как приводятся решения примеров (при этом поясняется, как быстрее получить правильный ответ).

Образцы этих заданий служат для формирования фактических (применяемых непосредственно в учебном процессе) тестовых заданий по всей дисциплине, а в случае необходимости – и по отдельным её разделам.

При составлении этих образцов тестовых заданий учтён опыт проводившихся на протяжении некоторого периода при государственной аккредитации специальностей вуза интернет-экзаменов для внешней независимой оценки результатов обучения. Экзамены проходили на основе материалов ООО «НИИ мониторинга качества обучения». Недостатком этих материалов, на наш взгляд, являлась их универсальность. В случайно полученном по Интернету варианте тестового задания могли быть примеры, имеющие большее отношение к инженерно-техническим специальностям, чем к экономическим. В предложенных вариантах такие примеры исключены. Введены упражнения с неко-

торым экономическим содержанием (например, на эластичность, на кривые безразличия, на оптимальность). В случае неуспеха при самостоятельной работе с тестовыми заданиями надо переходить к следующему уровню обучения по данной дисциплине – изучению её модульного материала.

Перейдём к характеристике основного обучающего материала, приведённого в соответствующих модулях пособий. Каждый модуль дисциплины есть её раздел, имеющий соответствующее тематическое наполнение. Тематика, в свою очередь, содержит необходимые компетенции. Обучение ведётся на типовых примерах с переходом от самых простых к более сложным, позволяющим углубить знания по предмету. При этом от студента не требуется предварительных знаний по данному модулю. Весь теоретический материал (определения, теоремы, формулы) приводится по необходимости в тексте. В случае затруднений студент может обратиться к литературе, приведённой в библиографическом списке соответствующего пособия. Кроме того, для лучшего понимания приводятся схемы и рисунки (например, изображаются графики функций).

Материал линейной алгебры [1] состоит из трёх основных модулей: 1) матричная алгебра, 2) аналитическая геометрия, 3) элементы комплексного анализа. В этих модулях дано решение 146 типовых примеров.

К первому модулю, состоящему из 67 примеров, отнесены следующие вопросы: основные понятия о матрицах; действия (операции) над матрицами и их свойства; определители, их вычисление и свойства; системы линейных алгебраических уравнений, их исследование и решение раз-

личными методами; линейные преобразования переменных; собственные числа и собственные векторы линейных преобразований; квадратичные формы.

Во втором модуле рассмотрены следующие темы: векторная алгебра; системы координат; прямая линия на плоскости и в пространстве; плоскость в пространстве; кривые второго порядка на плоскости. Всего в этом модуле приведено решение 57 примеров.

В третьем модуле из 22 примеров изучаются действия над комплексными числами, заданными в алгебраической, тригонометрической, показательной формах; имеются примеры на нахождение корней многочленов.

Материал дисциплины «математический анализ» [2] разбит на 7 модулей: 1) множества и отображения, 2) пределы и непрерывность, 3) производная и дифференциал, 4) функции многих переменных, 5) интегральное исчисление, 6) дифференциальные уравнения, 7) числовые и функциональные ряды. В этих модулях приведены решения 297 упражнений.

В первом модуле рассмотрены способы задания множеств, операции над множествами, отображения множеств, функции одной действительной переменной (в частности, последовательности), понятия сложной и обратной функций, рассмотрены некоторые вопросы классификации функций (чётность и нечётность, ограниченность, монотонность).

Второй модуль посвящён теории пределов и непрерывности функций. Сначала рассмотрены примеры на теоремы о пределах суммы, произведения и частного; затем разбираются особые случаи, когда

эти теоремы ответа о пределе не дают. Далее изучаются неопределённости различных видов. Описаны приёмы раскрытия неопределённостей: преобразование выражения с последующим применением основных теорем о пределах и особых случаях, метод замены бесконечно малых величин на эквивалентные им, метод подстановки (замены переменной), метод сведения к известным замечательным пределам, правило Лопиталя. Для некоторых неопределённостей применяются различные из этих приёмов, иногда они используются совместно. При раскрытии неопределённостей, связанных с показательными функциями, приведён способ предварительного логарифмирования функции. Рассмотрены примеры, когда аргумент стремится к бесконечности (в частности, к бесконечности со знаком), и примеры, когда предел равен какой-нибудь бесконечности (∞ , $+\infty$, $-\infty$) или его вообще не существует (ни конечного, ни бесконечного). Уделено внимание важному понятию односторонних пределов в точке, их наличию и взаимосвязи с обычным пределом в этой же точке.

Дальнейшие примеры этого модуля, состоящие из ряда упражнений, посвящены важнейшему понятию математического анализа – непрерывности функции в точке и на промежутках. На множестве упражнений исследуются разрывы и их характер на основе принятой в литературе классификации разрывов: первого рода (в частности, устранимых) и второго рода (в частности, с бесконечным скачком). Для более глубокого понимания большинство рассматриваемых функций проиллюстрировано их графиками. В отдельных, более

простых ситуациях построение графиков предоставлено читателю.

В последнем примере этого модуля, состоящего из 14 упражнений, рассмотрено понятие асимптоты кривой (графика функции). Описаны виды асимптот (вертикальные, наклонные, горизонтальные) и способы их нахождения. Почти во всех упражнениях имеется пояснение графиками. Имеется понятие граничных вертикальных асимптот, если функция определена на каком-нибудь из промежутков – интервале, отрезке или каком-либо полуотрезке. Для наклонных и горизонтальных асимптот рассмотрено понятие односторонней асимптоты – левосторонней или правосторонней.

Модуль 3 посвящён дифференциальному исчислению функций одной переменной. Приведены примеры на основные понятия – производной и дифференциала; на правила вычисления производных, в том числе сложной и показательно-степенной функций; на нахождение касательной и нормали к кривым в заданной точке. Из приложения этих понятий рассмотрены примеры на эластичность, оптимальность в каком-нибудь процессе и приближённое вычисление значений функций.

Основное внимание в этом модуле уделено исследованию функций и построению их графиков. Имеется ряд различных заданий исследования на монотонность, локальный и глобальный экстремумы, на выпуклость и перегибы. Обращено внимание читателей на разногласие в литературе по поводу применения терминов «выпуклая кривая» и «вогнутая кривая». Специальным подбором упражнений выявляются различные нюансы

теории экстремумов. В модуле 4 изучаются вопросы теории функций многих вещественных переменных. Некоторые необходимые здесь понятия введены в соответствующих разделах линейной алгебры. Автор ограничился рассмотрением функции двух переменных. Решен ряд упражнений на нахождение областей определения таких функций, их линий уровня (кривых безразличия), на вычисление пределов, на непрерывность и разрывы. Дальнейшие примеры связаны с дифференциальным исчислением: частные производные различных порядков, производная по направлению, градиент функции, экстремумы, дифференциал функции и его применение для приближённого вычисления значений функции двух переменных.

Следующий модуль 5 освещает интегральное исчисление функций одной переменной. Разобраны примеры на основные понятия – первообразная, неопределённый и определённый интегралы. Рассмотрены методы интегрирования: метод подстановки (замены переменной) и метод интегрирования по частям, основная формула интегрального исчисления (формула Ньютона – Лейбница). Проведено исследование на сходимость ряда несобственных интегралов первого и второго рода. В качестве приложений вычисляются площади плоских фигур, ограниченных кривыми, заданными парами алгебраических уравнений.

В государственном стандарте по дисциплине «Математический анализ» предусмотрено ещё ознакомление с двумя разделами, тесно взаимосвязанными с дифференциальным и интегральным ис-

числениями, – дифференциальными уравнениями и рядами. Тематика этих разделов приведена в модулях 6 и 7.

По разделу «Дифференциальные уравнения» рассмотрены примеры на типы уравнений и их порядок, на понятия общего и частного решений с их геометрическим истолкованием. Часть примеров посвящена нахождению общих и частных решений некоторых типов обыкновенных дифференциальных уравнений, в основном линейных уравнений первого и второго порядков. Обращено внимание на структуру общих решений линейных уравнений. Приведён пример нахождения общего решения системы из двух линейных дифференциальных уравнений первого порядка.

Последний модуль 7 посвящён числовым и функциональным рядам. Введены понятия сходимости и расходимости ряда, его суммы и её точного и приближённого нахождения. Рассмотрены основные типы числовых рядов и признаки их сходимости; для знакопеременных рядов рассмотрены примеры на абсолютную и условную сходимость.

Из функциональных рядов основное внимание уделено степенным рядам, рядам Тейлора и Маклорена. Приведены формулы нахождения радиуса сходимости степенного ряда, устанавливаются области сходимости таких рядов с применением этого понятия. Рассмотрено понятие о ряде Фурье для функции; показано, как находить его сумму с помощью теоремы Дирихле.

Содержание третьей базовой дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» разбито на 3 модуля: 1) случайные события, 2) случайные величины, 3) математическая статистика. В модулях при-

ведены решения 105 примеров. В первом модуле рассмотрены следующие вопросы: различные определения вероятности события; вычисление вероятностей с применением комбинаторики; классические теоремы сложения и умножения вероятностей; формула полной вероятности и формула Байеса (теорема гипотез); повторные независимые испытания; приближённые формулы в схеме Бернулли.

Во втором модуле рассматриваются следующие темы: законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин; числовые характеристики случайных величин и их свойства; важнейшие теоретические законы; законы больших чисел. Из важнейших дискретных законов рассмотрены биномиальный, геометрический, гипергеометрический, Пуассона, а из непрерывных – равномерный, показательный (экспоненциальный), нормальный (Гаусса).

В третьем модуле освещены следующие вопросы: статистические распределения; числовые характеристики выборки; точечные и интервальные статистические оценки, их классификация; оценки математического ожидания и дисперсии; оценки параметров теоретических законов распределения; элементы корреляционно-регрессионного анализа; проверка статистических гипотез.

Из описания содержания всех трёх дисциплин можно понять, что рассмотрены все их основные предметные компетенции – понятия, утверждения, методы.

Материалы учебных пособий [1; 2; 3] применялись в учебном процессе. По результатам апробирования в различных группах дневной и заочной форм обуче-

ния за пять последних семестров можно сделать некоторые выводы.

Уровневая подготовка в рамках одной дисциплины увеличилась, по крайней мере, объём усвоенного материала. Так, при первоначальном аудиторном выполнении полного тестового задания из 30 примеров за установленное время (академическое занятие) половина студентов решила только около 30 % примеров. После ознакомления с обучающими материалами по линейной алгебре и математическому анализу при выполнении подобных тестовых заданий уже практически все студенты решили свыше 80 % примеров, а в некоторых группах – свыше 90 %.

Применение тестовых заданий, несомненно, полезно студентам для самостоятельной проверки своих знаний. Преподавателю тестирование позволяет проводить корректировку учебного процесса. Ввиду незначительного объёма практических занятий, это происходит в основном на консультациях для отдельных студентов или для всей группы.

Тестовые задания можно применять для проверки знаний с формой контроля в виде зачёта, а также в виде экзамена с оценкой «удовлетворительно». В первой ситуации используются только тесты по соответствующему семестровому материалу. При этом можно даже не учитывать количество полученных баллов за самостоятельное выполнение типовых семестровых индивидуальных модульных заданий. Во второй ситуации использовались полные тестовые задания по дисциплине, но учитывалось число полученных баллов за все виды работы.

Для получения оценок «хорошо» или «отлично» тестовый опрос не совсем при-

емлем. Он не позволяет выявить глубину усвоенных знаний, наличие у студента логического мышления, умений проводить доказательство утверждений (теорем). По различным причинам у большинства студентов такую проверку не удаётся провести в течение всего времени изучения дисциплины.

К таким причинам в основном можно отнести следующие: отсутствие согласованности между расписанием занятий студентов и занятостью преподавателя, отсутствие аудитории в согласованное время, неявка студентов на собеседование (защиту самостоятельно выполненных семестровых модульных заданий).

В этом случае приходилось проводить экзамен в традиционной форме – по билетам с теоретическими вопросами и упражнениями. Отметим, что на такую форму часто соглашались даже студенты, автоматически заслуживающие удовлетворительной оценки. При этом считаем возможным не проводить обнуления рейтинговых результатов по дисциплине, хотя это предусмотрено положением о модульно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов.

Список использованных источников

1. Тиунчик М. Ф. Линейная алгебра. Контрольно-измерительные материалы по дисциплине : учеб. пособие / М. Ф. Тиунчик. Хабаровск : РИЦ ХГАЭП, 2014. 84 с.
2. Тиунчик М. Ф. Математический анализ. Контрольно-измерительные материалы по дисциплине : учеб. пособие / М. Ф. Тиунчик. Хабаровск : РИЦ ХГАЭП, 2015. 124 с.
3. Диреев Ю. В. Теория вероятностей и математическая статистика. Контрольно-измерительные материалы по дисциплине : учеб. пособие / Ю. В. Диреев, М. Ф. Тиунчик. Хабаровск : РИЦ ХГУЭП, 2016. 92 с.