

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ БУДУЩИМ ЭКОНОМИСТАМ

*Доц., канд. физ.-мат. наук Чернышев В.Г., доц., канд. физ.-мат. наук Шинкаренко В.Н.,
доц., канд. физ.-мат. наук Орлов Е.В.*

Одесский национальный экономический университет, г.Одесса, Украина

Доц., канд. физ.-мат. наук Окара Д.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина

Стратегия развития высшего образования Украины проходит в рамках формирования Болонского процесса, к которому Украина присоединилась в 2005 году. Актуальность реформирования в образовании предусматривает то, что результаты реформ будут способствовать развитию независимого государства, а также сбережению богатства всей академической культуры, многообразия национальных и внутривузовских её типов и видов при одновременном достижении сопоставления, а в будущем и совместимости. В проекте Концепции развития образования Украины на период 2015 – 2025 годов среди проблем системного характера отмечались, в частности, следующие:

- снижение качества образования, педагогических кадров и учебной литературы;
- кризис педагогического образования;
- критическая нехватка передовых технологий в учебном процессе;
- моральное старение методов и методик обучения;
- бессистемное обновление содержания образования.

Перед преподавателями возникает задача: как лучше организовать процесс усвоения студентами учебной дисциплины. Современное высшее образование под влиянием научно-технического прогресса и информационного бума достаточно продолжительное время пребывает в состоянии непрерывного организационного реформирования и переосмысления устоявшихся психолого-педагогических ценностей. На ежегодном Всемирном экономическом форуме в Давосе (20 – 23 января 2016 года) был обнародован отчет конкурентноспособности стран мира (Global Competitiveness Report), в котором указывалось, что в 2015 году Украина среди 140 стран заняла 79-ое общее место в рейтинге (в 2014 году – 76-ое место), по качеству системы образования – 54-ое (в 2014 году – 72-ое), по доступу к Интернету – 80-ое (в 2014 году – 82-ое), по инновационному потенциалу – 52-ое (в 2014 году - 82-ое). Исследователи утверждают, что сейчас экономический эффект от вложений в развитие персонала больше, чем от капиталовложений в средства производства. По одним расчетам, 1 доллар США, вложенный в развитие человеческих ресурсов, приносит 3 – 8 долларов США дохода, по другим – оборачивается тридцатикратными прибылями. По мнению экономистов Американского союза содействия обучению и развитию, в 90-ые годы XX века рост экономики за счёт повышения обученности сотрудников, роста численности населения, увеличения капиталовложений соответственно составляло 2,1%, 0,4% и 0,5% [1]. Образование XXI века – это образование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Требования рынка труда приводят к необходимости использования эффективных технологий обучения. Электронное обучение (e-learning) – это передача знаний и управление процессом обучения с помощью ИКТ. В США принята концепция образования с явным акцентом на электронное обучение: «вместо аудиторий и классических библиотек – индивидуальная, ежедневная работа в сети преподавателей вуза и студентов». Главными источниками знаний в этой концепции названы централизованно разработанные и доступные через сеть Интернет мультимедийные электронные образовательные ресурсы и электронное обучение с общей тенденцией ежедневного обновления учебных материалов. В Законе Украины «О Национальной программе информатизации» определены основные направления её развития и отмечено, что «использование ИКТ в образовательной отрасли признано одним из приоритетных государственных заданий». Таким образом, необходимо коренным образом изменить отношение к сфере образования и процессам, которые в нём происходят.

Основными средствами решения задачи обеспечения учебного процесса учебно-методическими, справочными и другими материалами, которые позволяют качественно подготовить студентов, а также внедрить в учебный процесс современные методики электронного обучения, являются электронные учебно-методические комплексы. Электронные материалы доступны для преподавателей и сотрудников, студентов и слушателей в «любом месте», в «любое время», так как размещены в электронной среде обучения, одна из основных целей которой – обеспечение к ним удаленного доступа. Современные ИКТ дают возможность решать ряд сложных учебных заданий,

которые раньше требовали от преподавателей и студентов значительных затрат времени и усилий на рутинные вычисления.

Электронный учебно-методический комплекс содержит: руководство по дисциплине (графики выполнения контрольных и самостоятельных работ, сроки сдачи и темы); теоретические материалы (учебные материалы для выполнения контрольных и самостоятельных работ); контрольные мероприятия (задания для контрольных и самостоятельных работ, список тем рефератов); список литературы (монографии, учебники, учебные пособия, методические указания, дополнительная учебная литература); тесты для текущего и итогового контроля знаний; дополнительные модули (гlossарий, иллюстративные материалы, интерактивные тренажеры).

Внедрение программного обеспечения для контроля знаний по высшей математике. Современное стремительное развитие ИКТ предоставляет возможность использовать в учебном процессе новые методы подачи и оценивания знаний студентов. В последнее десятилетие повсеместно используются такие интернет технологии, как блоги, браузерные игры, интернет конференции, вебинары и др. Все они обеспечивают интерактивный подход к взаимодействию пользователей. Приведём возможности, которые предоставляют некоторые из этих технологий.

В процессе преподавания математических дисциплин можно использовать, например, такие программы, как MathCad, Matlab, Maple, Mathematica и др. Имеющиеся компьютерные программы, могут полностью удовлетворить запросы студентов экономических специальностей по решению задач по высшей математике.

Сложнее обстоит дело с контролем знаний студентов. На наш взгляд, это связано с тем, что учебные программы по высшей математике для студентов экономических специальностей в разных вузах отличаются друг от друга. Поэтому создание универсальной компьютерной программы, контролирующей (проверяющей) знания студентов любого вуза, вызывает определённые трудности. Актуальной задачей в настоящее время является создание программной оболочки, которую преподаватель лично мог бы наладить для определённых проверочных мероприятий, является актуальной задачей. Возможны несколько подходов. Один подход состоит в создании оболочки в виде программы, имеющей два интерфейса: для преподавателя (вводящего варианты вопросов, возможных ответов на них, правильных ответов) и для студентов (получающих свой вариант вопросов и указывающих верные, на их взгляд, ответы). Другой подход основан на создании преподавателем своего блога, в котором могут быть размещены, например, конспект лекций, методические материалы, для контрольных и самостоятельных работ и др. В блоге можно также предложить в виде флеш игры вопросы для проверки знаний студентов. Целесообразно создать форум, на котором студенты могут задавать интересующие их вопросы и получать на них ответы. Наличие форума даёт возможность получать ответы не только от преподавателя, но и от других студентов. Блог можно расширять и совершенствовать. С появлением новых технологий обучения появляется возможность более разнообразных подходов предоставления студентам знаний.

Использование тестового контроля знаний в курсе «Высшая математика». Сейчас первоочередным заданием является внедрение современных ИКТ в оценивание знаний студентов. Именно контроль оценивания образовательных достижений обеспечивает обратную связь в процессе обучения. В педагогике в последнее время возникла тенденция использования количественных методов педагогического контроля. Среди средств объективного контроля наиболее научно обоснованным является метод тестирования [3]. Дидактический тест – это система связанных предметным содержанием заданий специфической формы, позволяющих качественно оценить и измерить уровень результатов обучения: знаний, умений и навыков студентов. Каждый тип задания предполагает определённую деятельность студента во время его выполнения и формирования ответа. Выделим такие типы визуальных заданий дидактических тестов:

- меню – выбор одного правильного ответа из нескольких;
- вычисление – введение целого, действительного или нескольких чисел;
- слово – введение одно или нескольких слов;
- фраза – введение предложения;
- формула – введение формулы;
- соответствие – выбор верного ответа из меню для каждого из предложений, рисунков или фото;
- последовательность – введение последовательности действий или выбор её из меню.

Формой получения знаний, которая приобретает широкое распространение в Украине, является самообразование. На Западе эта форма появилась достаточно давно и доказала учебную эффективность. Существуют, в частности, такие технологии, использующиеся для самообразования,

как: Moodle, ATutor, Claroline, eCollege. Недостатком указанных технологий является их работа с «стандартными тестами», т.е. не допускается автоматическая генерация входных данных для задач. Это приводит к тому, что при ограниченном наборе заданий и многократном самообразовании студент может не решать задачи, а угадывать правильный ответ. Будущее за компьютерным тестированием, для которого характерна автоматизация всего процесса измерения. К главному преимуществу можно отнести получение результата тестирования сразу после его окончания. Необходима разработка программных средств, используемых для самообразования и позволяющих студенту на ограниченном наборе тестовых заданий решать новые задачи, входные данные которых не повторяются. Знание разных видов тестовых заданий, их назначений и особенностей составления являются обязательным для разработчика тестовых материалов. Использование тестирования позволяет значительно повысить ответственность студентов за результаты своей деятельности, скорректировать действия преподавателя от трансляции знаний и способов деятельности к проектированию индивидуальной траектории развития студентов. Успешное использование тестового оценивания зависит от профессионализма, научно-творческого потенциала и педагогического мастерства преподавателей.

Отметим и негативные тенденции влияния ИКТ на личность с позиции психологии, педагогики и методик обучения. Это, в частности: 1) повсеместное, не всегда целесообразное и часто «бездумное, но активное», использование информационных технологий. Тенденция потребления готового продукта вместо создания собственного согласуется с принципом «экономии сил»: при «потреблении» информационных ресурсов не стоит тратить на обстоятельное исследование неизвестного понятия, набирать умения оперировать объектами и их свойствами, набирать межпредметные связи, поскольку уже существует или ответ, который нужно лишь найти, или специализированная среда, которая способна решить такой класс задач. Это не способствует эффективности изучения математических дисциплин. 2) Появление типовых подходов и типовых ошибок в использовании компьютерных инструментов. Часто студенты считают, что использование информационных технологий в обучении сводится лишь к использованию какого-то одного программного средства (как правило, стандартный офисный пакет программ). По их мнению, специализированное программное обеспечение профессиональной направленности или требовательное к ресурсам, или нуждается в дополнительном времени на установление и изучение, или имеет непонятный интерфейс и т.п. Это приводит к тому, что студенты своевременно не узнают о других возможностях привлечения современных технических решений и информационных средств, кроме сети Интернет, социальных сетей и программ, которые изучаются в курсе информатики.

Высшая математика и информатика являются базовыми для современного образования и важными составляющими нового содержания образования. К высшему математическому образованию будущих экономистов предъявляют два требования. С одной стороны, оно должно быть фундаментальным, что вызывает необходимость полноценного усвоения высшей математики. С другой стороны, это образование должно быть ориентировано на близкий и эффективный результат. Будущий экономист ещё на студенческой скамье должен овладеть современными практическими методами своей специальности. При этом основными инструментами формирования компетенций экономиста XXI века являются информационные и коммуникационные технологии обучения.

Особое значение приобретает *методика изложения изучаемой дисциплины*. Отметим особенности преподавания основ высшей математики для студентов экономических специальностей. Существуют две точки зрения на преподавание высшей математики. С позиции некоторых возрастных преподавателей, высшая математика – это курс, который отшлифовывался в течение длительного времени в разных высших учебных заведениях Украины и за рубежом. Он уже претерпел ряд сокращений, и потому максимально уплотнен. Иной точки зрения придерживаются экономисты. Они постоянно подвергают курс самой жесткой критике за то, что он перегружен «чистой математикой», методами и рассуждениями, которые не используются в прикладных дисциплинах ни на практическом, ни даже идейном уровне, т.е. попросту не нужны будущему экономисту и только отнимают время (например, ϵ - δ рассуждения). Сказанное поддерживают математики-прикладники, основной инструмент которых – компьютер, который не может находить, в частности, предел функции по ϵ - δ определению и т.д. Обращается внимание на тот факт, что при всех стараниях преподавателей студенты все равно плохо усваивают ϵ - δ -понятия и рассуждения. Фундаментальные понятия стандартного анализа плохо усваиваются студентами.

Переходя к профессиональной деятельности, остаются в стороне «пройденные» методы и понятия и используется другой нестандартный анализ – теория математического анализа, в котором бесконечно малые (б.м.) понимаются как константы. Так, б.м. величиной в технической или

прикладной специальности считается всякая величина, с которой можно обращаться, как с нулем, например, игнорировать её при сложении. Для инженера такой величиной является число, которое меньше принятой погрешности. Для физика б.м. – это тоже число: например, точечные массы, точечные заряды и т.д. Для прикладного математика б.м. – это также число. Например, в ходе вычисления компьютер последовательно выдает нули до тех пор, пока не кончится разрядная сетка или другой установленный лимит, после чего компьютер квалифицирует это число как нуль, хотя следующей цифрой может быть девятка. Бесконечно большой величиной считается любое число, превосходящее число ячеек памяти компьютера. Неограниченное приближение одной величины к другой понимается как их отличие на пренебрежимо малую константу. Понимание б.м. как числа объясняет наглядность нестандартного анализа [2]. Во-первых, такое представление близко к интуитивному здравому смыслу, игнорирующему слишком малые числа. Во-вторых, математический аппарат, необходимый в таком анализе, есть, по сути дела, простая алгебра, не нуждающаяся в операциях *предельного* перехода, т.е. в стандартном анализе. Многие типы задач, связанные с громоздкими вычислениями или сложными графическими построениями, целесообразно решать, используя компьютерный анализ.

Теория вещественных чисел систематически в курсе высшей математики не рассматривается. Понятие иррационального числа целесообразно вводить через непериодические бесконечные дроби. Желательно на первой лекции по математическому анализу напомнить основные понятия теории множеств (объединения, пересечения и включения множеств, знак принадлежности элемента множеству и т.д.). Далее вводится общее понятие функции как отображения одного множества в другое. Конкретизация этого общего понятия функции приводит к введению понятия *последовательности чисел* как функции целочисленного аргумента и к понятию *числовой функции*, заданной на отрезке вещественной оси. Декарт свел числовые функции к кривым, а Ньютон, Лейбниц и их последователи, используя его идеи, дали свои, чрезвычайно мощные методы рассмотрения функциональных зависимостей. Эти методы, хотя и возникли на базе геометрических представлений и зачастую служат геометрии, все же называются аналитическими. Отсюда и название «математический анализ». Простое определение числовой функции (в математике ведется изучение от элементарного к изучению составного) приводит к тому, что в анализе появляются не только «нормальные» функции, похожие на те, которые проявляются вокруг нас, но и «экзотические» функции, неправдоподобные создания чистой логики (например, функция Дирихле или другое название – функция дождевых капель, функция Римана).

Целесообразно рассмотреть следующие *экономические приложения*: графики функций в экономическом моделировании; однофакторная производственная функция; функция полезности; функция потребления и линия бюджетного ограничения; кривые спроса и потребления; зависимости величины спроса от дохода; функции Торнквиста; зависимости издержек и дохода от объема производства. *Компьютерный анализ*: построение графиков функций.

Все построение *теории пределов* следует осуществить в рамках понятий пределов последовательностей или функций, т.е. представить эту теорию в стационарной форме. Из теорем о пределах достаточно доказать какую-либо одну, например теорему о пределе суммы, остальные теоремы только сформулировать. Преподаватели стандартного анализа в экономическом вузе часто стремятся отказаться от стандартных представлений. Например, лектор даёт ε - δ -определение того факта, что величина y – это некоторая функция $f(x)$, определенная в какой-то выколотой окрестности некоторой рассматриваемой точки x_0 и для которой выполняется условие:

$$\forall \varepsilon > 0 \exists \delta(\varepsilon) > 0 \forall x (0 < |x - x_0| < \delta(\varepsilon) \rightarrow |f(x) - y| < \varepsilon).$$

После этого даётся длинное текстуальное прочтение этого условия, которое воспринимается студентами с трудом. Причина плохой усваиваемости этого определения в том, что предлагается замена анализа величины y в точке x_0 анализом другой величины – функции $\delta(\varepsilon)$, прямо не связанной с первой. Эта функция $\delta(\varepsilon)$ имеет часто сложное задание даже для простой величины y , и ее график трудно представить, в то время как практическая интуиция ассоциирует всякую функцию с её графиком. Кроме того, функция $\delta(\varepsilon)$ построена от ее значения к её аргументу ε . Однако всякий реальный процесс строит функцию $f(x)$ иначе – от её аргумента x к её значению $f(x)$. Регулятор сходимости $\delta(\varepsilon)$ – важная функция (в своем месте – при определении погрешности вычислений), но у студента его использование как основного инструмента в отправных понятиях анализа вызывает интуитивное непонимание. После этого лектор прибегает к истолкованию следующего типа: «грубо говоря, это означает, что когда x неограниченно приближается к x_0 , значение $f(x)$ неограниченно приближается к нулю». Это предложение иллюстрируется рисунком. Но ведь это же определение какого-то другого явления, так как оно работает от аргумента функции к её значению; к тому же оно

не использует никаких других функций, кроме $f(x)$. Такое определение хорошо воспринимается студентами. Если проанализировать фразу « x неограниченно приближается к x_0 », то окажется, что здесь имеется в виду отличие x от x_0 на бесконечно малую константу. Действительно, привлекать для этого величину $(x-x_0)$ как переменную уже бессмысленно, так как в этом случае попадаем в замкнутый круг: придется объяснить, что такое б.м. величина $(x-x_0)$, т.е. дать то самое определение, которое только что анализировали. Целесообразно рассмотреть *экономические приложения* элементов финансовой математики: простые, сложные и непрерывные проценты; дисконтирование и учет. *Компьютерный анализ*: вычисление пределов.

Важной задачей является развитие у студентов интуитивных представлений о *непрерывности*. В связи с этим все, что касается понятия непрерывности функции в точке и на отрезке, должно быть пояснено аккуратно и подробно. Это не означает проведение доказательств теорем о свойствах функций, непрерывных на отрезке. Анализ произошел не только от геометрии, но и от алгебры. Если ограничиваться чисто описательным определением непрерывности функции, то исчезла бы возможность точного числового исследования, т.е. исчисления не было бы. «Функция называется непрерывной в данной точке, если б.м. отклонению независимой переменной от этой точки соответствует б.м. изменение значения функции». Учитывая, что такое б.м. величина, можно пересказать определение по-другому: «если функция непрерывна в точке x_0 , то при стремлении независимой переменной к x_0 функция стремится к тому значению, которое она принимает в точке x_0 ». Это значит, что ведя карандаш к заданной точке, будем приближаться к ней всё ближе и ближе, что расстояние между отправной точкой и конечной будет безгранично сокращаться, что карандаш не будет прыгать в районе заданной точки. Непрерывность функции на отрезке определяется так: «функция непрерывна на отрезке в том случае, если она непрерывна в каждой точке этого отрезка». Всё кажется естественным и простым. На первый взгляд можно подумать, что непрерывность в точке фактически означает следующее: в некоторой окрестности этой точки график изображается куском линии, нарисованной без отрыва руки. Данное выше определение имеет некоторые «щели», через которые проникают «экзотические» функции, например, функция Римана. Получается, что логически ясное, простое и точное определение неизбежно охватывает не только практически интересные случаи, но и ряд побочных. В связи с этим в исследованиях идут по пути введения ограничений, накладывая на класс интересующих функций все более жесткие ограничения. Рассмотрение функции Римана показывает, что нет смысла заниматься функциями, которые непрерывны в бесконечном числе точек отрезка. Функция должна была непрерывна на всем отрезке. Тогда значительная доля «экзотики» будет отсечена. Свойства непрерывных функций на отрезке следует проиллюстрировать на «жизненных» примерах.

Кроме непрерывности, траекториям - кривым движения материальных тел, присуще и другое, более сильное, свойство - *гладкость*. В каждой точке гладкой линии существует единственная касательная, при переходе от всякой точки к бесконечно близкой касательная поворачивается бесконечно мало. Здесь заложено представление о плавном изменении направления кривой, ибо направлением движения по криволинейной траектории является направление касательной к этой траектории. Гладкая кривая заведомо непрерывна, но лишь часть множества непрерывных кривых обладает гладкостью – дополнительным достоинством. Целесообразно рассмотреть *экономические иллюстрации непрерывности функции* [3].

В дальнейшем вводится понятие *производной функции в точке*. Это понятие *локальное*, ввиду её геометрического смысла: предел тангенса наклона секущей к оси Ox при бесконечном стремлении одной точки к другой. *Дифференцируемость* функции - качество, включающее в себя непрерывность, но выходящее за её рамки. Математики XVIII века (Ферма, Ролль, Лагранж, Коши) установили, какими свойствами должны обладать все *дифференцируемые на отрезке* функции, независимо от того, насколько легко или трудно найти производную функции.

Геометрический смысл теоремы Ферма: в точках экстремума функции касательные являются горизонталями. Это локальная теорема, так как относится к *одной точке* экстремума и наличие производной требуется лишь в одной точке. В качестве примера можно рассмотреть полет высотного реактивного самолёта. Корпус самолета всегда направлен по касательной к траектории, какой бы извилистой последняя ни была. Достигнув «потолка», корпус самолета становится горизонтально (параллельно) земной поверхности. Геометрический смысл теоремы Ролля: если гладкая линия начинается и кончается на одной и той же горизонтали, то на линии есть хотя бы одна точка, в которой касательная горизонтальна. Для приведенного выше примера: при условии, что взлётная и посадочная площадки расположены на одной высоте, мы вправе заявить, что в какой-то момент полета корпус самолета был расположен параллельно земной поверхности. Основная теорема

анализа - теорема Лагранжа, которая содержит формулу *конечных приращений*, так как полученное равенство можно записать в виде: $\Delta y = f(b) - f(a) = f'(c)(b-a)$. Здесь в левой части равенства стоит не «бесконечно малое», а «конечное приращение», которое может быть любым по величине. Равенство остаётся точным, только нужно найти подходящую точку c (которая всегда существует). Таким образом, теорема Лагранжа как бы перебрасывает *мостик между локальными свойствами* (производная в точке) и *интегральными* – принадлежащими всему отрезку в целом – длиной отрезка и полным приращением функции. На основании теоремы Коши (об отношении конечных приращений двух функций) получен удобный универсальный метод вычисления некоторых пределов, называемый правилом Лопитала.

Математический анализ стремится все время перейти от категорий, свойственных большим, конечным телам или отрезкам, к точечным характеристикам – для этого использовалось понятие предела. Теорема же Лагранжа раскрывает противоположную тенденцию анализа. В этом столкновении двух встречных идейных линий нет никакого противоречия. Более того, как раз в единстве диаметрально различных подходов к исследованию одного и того же объекта проявляется диалектическая природа дифференциального исчисления. Это – стержень философской сущности анализа. Архимед и другие ученые доньютоновского периода подходили к интегральным проблемам с помощью интегральных же методов и лишь в слабой степени, причем, как правило, неосознанно оперировали нечетко сформулированным понятием предела. Анализ уходит вначале в изучение локальных свойств, в исследование поведения функции в бесконечно малой окрестности одной точки, а затем, обогащенный результатами, возвращается к интегральным свойствам.

Целесообразно рассмотреть следующие *экономические приложения*; экономический смысл производной и её применение для исследования динамики функции; эластичность функции; теория одноресурсной фирмы; экономическое применение дифференциала функции, мультипликатор; принятие оптимальных решений в экономических исследованиях (локальный и абсолютный экстремумы): экономия ресурсов; оптимальная цена, предельные издержки и объем производства фирмы; задача о выборе оптимального выпуска производства; оптимизация налогообложения предприятий; экономический смысл теорем Ферма (некоторые базовые законы теории производства) и Лагранжа; использование выпуклых и вогнутых функций в экономической теории (закон убывающей доходности, функция полезности). *Компьютерный анализ*: нахождение производной функции и её экстремумов.

Вывод. Формирование нового поколения через педагогическую цепь «новый преподаватель – новый выпускник – новый специалист» будет способствовать росту экономического потенциала Украины. Умение учиться и проявление творческих способностей определяют конкурентноспособность специалиста на рынке труда. В связи с постоянным уменьшением количества часов на изучение высшей математики эффективность усвоения знаний студентами зависит от интенсивности их самостоятельной работы и методов обучения. При введении основных понятий высшей математики следует объяснять причину их возникновения и возможность их использования при решении экономических задач с использованием компьютерного анализа. Работа с терминами способствует познавательной активности студентов, содействует развитию интереса к изучению курса высшей математики. ИКТ открыли широкие возможности для творчества студентов. Главной задачей современных технологий обучения является необходимость переориентации молодёжи из потребителей на вдумчивых пользователей компьютерных инструментов. Это подтверждается опытом авторов. Разработанная форма организации чтения лекций и проведения практических занятий способствует улучшению математических компетентностей студентов, формирует у них критическое отношение к компьютерным средам.

Ссылки

1. Управление персоналом /Под ред. Т.Ю.Базарова, Б.Л. Ерёмин; авторский кол.: Е.Л. Аксенова, Т.Ю.Базаров, Б.Л. Ерёмин, П.В. Малиновский, Н.М. Малиновская. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 560с.
2. Робинсон А. Введение в теорию моделей и математику алгебры / А.Робинсон. - М.: Наука, 1967. – 376 с.
3. Ковальова І.Л., Денисенко В.Ю., Молчанюк І.В., Окара Д.В. Деякі особливості використання тестового контролю знань // Матеріали ХХ ювілейної Міжнар. наук.-метод. конф. «Управління якістю підготовки фахівців». – Одеса, ОДАБА, 2015. – С. 146-147.
4. Чернышев В.Г., Орлов Е.В. Моделирование экономики методами высшей математики: Учеб. пособие / В.Г.Чернышев, Е.В.Орлов. – Одесса, Апрель, 2014. – 242 с.