

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шукшунов В.Е. О проблемах реформирования образования в Российской Федерации (с позиции Международной Академии Наук высшей школы). — М.: МАН ВШ, 1997. — 32 с.
2. Суханов А.Д. Концепция фундаментализации высшего образования и ее отражения в ГОСах // Высшее образование в России. — 2004. — № 3. — С. 17–25.
3. Буланова-Топорова М.В., Духавнева А.В., Столяренко Л.Д., Самыгин С.И., Сучков Г.В., Столяренко В.Е. Педагогика и психология высшей школы. — Ростов н/Д.: Феникс, 2002. — 544 с.
4. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. — М.: Народное образование, 1998. — 256 с.
5. Беспалько Б.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). — М.: Высшая школа, 2002. — 352 с.
6. Ерофеева Г.В., Чернов И.П., Ларионов В.В. Согласование курсов естественнонаучных дисциплин и математики в техническом университете // Физическое образование в вузах. — 2001. — Т. 7. — № 2. — С. 129–134.
7. Ерофеева Г.В., Складорова Е.А., Малютин В.М. Компьютерные технологии обучения // Современные технологии обучения СТО-2002: Матер. VIII Междунар. конф., г. С.-Петербург. — 2002. — С. 72–74.
8. Ерофеева Г.В., Складорова Е.А., Крючков Ю.Ю., Малютин В.М. Методические аспекты создания обучающих систем по предметам естественнонаучного цикла // Известия Томского политехнического университета. — 2003. — Т. 306. — № 2. — С. 49–56.
9. Ерофеева Г.В., Крючков Ю.Ю., Складорова Е.А., Малютин В.М. Методы и принципы построения обучающих систем // Физическое образование в вузах. — 2003. — Т. 9. — № 1. — С. 49–63.
10. Ерофеева Г.В., Крючков Ю.Ю., Складорова Е.А., Малютин В.М. Компьютерная обучающая система по физике // Вестник педагогических инноваций. — 2005. — № 1. — С. 70–84.

Поступила 19.12.2006 г.

УДК 51(07)

ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ КАК ДИДАКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Т.В. Тарбокова

Томский политехнический университет
E-mail: toktv@list.ru

Показана эффективность применения технологий обучения как дидактической системы математической подготовки студентов, разработанной в соответствии с выявленными и обоснованными педагогическими условиями (содержательными, организационными, мотивационными).

В настоящее время технологичность становится доминирующей характеристикой деятельности человека. Она обеспечивает переход на качественно новую ступень эффективности, оптимальности образовательного процесса, отражает направленность прикладных исследований (в том числе педагогических) на радикальное усовершенствование человеческой деятельности, повышение ее результативности, интенсивности, инструментальности, технической вооруженности.

В чем же заключается сущность технологии обучения? Во-первых, в предварительном проектировании учебного процесса с последующей возможностью воспроизведения этого проекта в педагогической практике. Во-вторых, в специально организованном целеобразовании, предусматривающем возможность объективного контроля за качеством достижения поставленных дидактических целей. В-третьих, в структурной и содержательной целостности технологии обучения, т. е. изменение в одном из ее компонентов должно приводить к изменению в других. В-четвертых, в выборе оптимальных методов, форм и средств, которые диктуются вполне определенными и закономерными

связями всех элементов технологии обучения. В-пятых, в наличии оперативной обратной связи, позволяющей своевременно и оперативно корректировать процесс обучения. Отсюда можно сделать вывод: **технология обучения представляет собой целостную дидактическую систему, позволяющую наиболее эффективно, с гарантированным качеством решать педагогические задачи [1].**

К структурным составляющим технологии как дидактической системы [2, 3] и др. относят дидактические цели и задачи, содержание обучения, средства педагогического взаимодействия (методы обучения), организацию учебного процесса (формы обучения), средства обучения, обучающегося, преподавателя, а также результат их совместной деятельности.

Содержание обучения, средства педагогического взаимодействия (методы обучения), организацию учебного процесса (формы обучения), средства обучения мы объединили педагогическими условиями технологии обучения (содержательными и организационными), дополнив их важными для обеспечения эффективности учебного процесса мотивационными условиями.

Считаем также целесообразным выделить отдельным структурным компонентом технологии обучения учебный материал, так как изменение учебного материала (предмета) приводит к изменениям в остальных компонентах дидактической системы.

Технология обучения (как результат) – это научный проект (описание, модель) дидактического процесса, воспроизведение которого гарантирует успех педагогических действий. На рис. 1 представлена предлагаемая нами модель дидактической системы математической подготовки студентов.

Технология обучения (как процесс) – это последовательность (не обязательно упорядоченная) педагогических процедур, операций и приемов, составляющих в совокупности целостную дидактическую систему, реализация которой в педагогической практике приводит к достижению гарантированных целей обучения и способствует целостному развитию личности обучающегося.

В соответствии с подходом, введенным Б.С. Гершунским [4], дидактические цели классифицируются на системные, предметные, модульные и цели конкретного занятия. Цели, задаваемые педагогом на системном и предметном уровне имеют существенный недостаток, который заключается в том, что они не могут быть использованы для проведения конкретных учебных занятий, так как их формулировки носят слишком общий характер. Разрешение этого противоречия возможно на более низком уровне детализации целей обучения – модульном.

Модулем предметного обучения принято считать тему (раздел) учебной дисциплины, вписывающуюся в общую структуру учебного плана конкретного образовательного предмета. Близким к понятию модуля является выбор не столько темы, сколько содержательной линии обучения. В этом случае учебный модуль – не только раздел учебной программы, но и выбранная дидактическая система, основное место в которой занимает взаимодействие различных приемов и способов учебной деятельности, обеспечивающих вхождение этого модуля в целостную систему предметного и общего обучения [1. С. 49].

С 1983 г. в Томском политехническом университете функционируют **лекционные аудитории, оборудованные техническими средствами для осуществления автоматизированной обратной связи**. Модулю такой технологии обучения соответствует совокупность методических блоков, каждый из которых содержит в себе от трех до десяти тестовых заданий, посвященных раскрытию понятия, определения, анализу формулировки и доказательства теоремы, выявлению существенных связей между понятиями и т. п., например, [5].

Тестовые задания с альтернативными ответами студенты получают с телеэкранов, расположенных в аудитории. Рабочие места студентов оснащены персональными устройствами, на индикаторы которых возможен ввод и вывод цифровой информации, слов: «правильно», «не правильно», «повто-

рять». С экрана своего монитора преподаватель имеет следующую информацию: количество введенных ответов; процент студентов и 3–4 фамилии студентов, выбравших данную альтернативу; апостериорный процент правильных ответов по потоку, априорный (планируемый преподавателем) процент правильных ответов по потоку; процент и фамилии студентов, которые не ввели ответ; рекомендации преподавателю к дальнейшим его действиям; текущее время тестирования и время, оставшееся до конца лекции. Персональные устройства студентов и монитор преподавателя объединены в систему на базе ПЭВМ. Система позволяет осуществить обратную связь не только по тестовым заданиям, но и в режиме «инициатива». В этом режиме можно получить качественные и количественные (в процентах) оценки студентами темпа лекции, ясности изложения материала лекции, потребность в дополнительных тестовых заданиях и другую необходимую лектору информацию.

Основная проблема компьютеризации учебного процесса состоит в разработке оптимальной, рациональной технологии включения компьютеров в традиционный процесс обучения и установлении диалектического сочетания современной компьютерной и традиционной технологий обучения. Когда предложить тестовое задание студентам, сколько тестовых заданий необходимо предъявить для достижения высокого уровня усвоения данного элемента знания, как сформулировать содержание тестового задания и какие предложить альтернативные ответы – эти вопросы постоянно приходится решать преподавателю при подготовке к лекции в специализированной аудитории. На одной лекции предъявляется от 6 до 18 тестовых заданий, среднее количество тестовых заданий – 8–9. Среднее время тестирования – 10 мин.

Лекция с применением автоматизированной обратной связи приобретает характер неформального диалога. Работая над тестовым заданием индивидуально, обучаемый активизирует свою познавательную деятельность, кроме того, он имеет возможность оценивать темп лекции, ясность изложения, регулировать количество тестовых заданий. Преподаватель по результатам тестирования получает информацию о динамике процесса познания, в соответствии с этим корректирует свои методические и педагогические действия на лекции. По ответам на серию тестовых заданий лектор может сделать вывод, что осталось непонятно конкретному студенту, и поэтому цель тестового контроля не оценочная, а диагностическая, направляющая дальнейшую деятельность лектора. В частности, если на текущей лекции высокий процент правильных ответов на предъявленное тестовое задание, то можно переходить к следующему методическому блоку, кратко обсудив ошибки ответивших неправильно. Если же количество неверных ответов велико, то нельзя двигаться дальше. Нужно тщательно обсудить допущенные ошибки, предъя-



Рис. 1. Модель дидактической системы математической подготовки студентов

вить аналогичное тестовое задание, добиться понимания студентами излагаемого материала. В отсроченном управлении использование преподавателем протокола лекции с итогами работы каждого студента позволяет целенаправленно продолжить изучение нового материала на практическом занятии. Протокол лекции содержит результаты работы каждого студента над тестовыми заданиями, результаты тестирования по группам и по потоку в целом, список отсутствующих; по желанию преподавателя может быть сделана распечатка посадочных мест в аудитории.

Использование компьютера в процессе чтения лекций потребовало создания качественно нового методического обеспечения курса математики по всем его разделам. В связи с этим был создан банк, представляющий собой обширную совокупность тщательно продуманных заданий, учитывающих цели, задачи и структуру курса, позволяющих с разной степенью глубины и с различных точек зрения диагностировать усвоение нового лекционного материала. Банк содержит около 2500 тестовых заданий (автором статьи создано более 900) и используется также при самостоятельной работе студентов и на практических занятиях, для различного рода аттестационных проверок.

Технология чтения лекции в специализированной аудитории такова: информационное изложение материала, в процессе которого преподаватель может применять любые из известных методов чтения лекции; предъявление тестовых заданий; комментирование результатов тестирования.

Процесс подготовки лекционного курса для специализированной аудитории требует глубокого предметного и методического переосмысления

учебного материала, поэтому является эффективным средством повышения квалификации преподавателя. Анализ ответов студентов на предлагаемые в разных потоках тестовые задания позволяет совершенствовать банк тестовых заданий, выбирать оптимальную последовательность их предъявления на лекциях в следующих потоках – влиять, таким образом, на качество преподавания, усвоение материала курса студентами.

Банк тестовых заданий и технология его включения в учебный процесс является структурным компонентом учебно-методического комплекса дидактической системы.

Появление в университете в 1988 г. компьютерных классов на базе ПЭВМ потребовало создания банка **адаптированных электронных учебных пособий**, раскрывающих содержание более пятидесяти тем (модулей) вузовского курса высшей математики и предоставляющих студентам возможность самостоятельного изучения темы и **выбора собственной траектории обучения**, например, [6]. Электронные учебные пособия содержат теоретический материал, типовые задачи, задания для самостоятельной работы, контрольные задания, а также богатый оперативный и исторический материал.

Режим полного обучения пошаговый, т. е. учебная информация подается фрагментами. После каждого фрагмента осуществляется контроль его усвоения студентом. Если информация не освоена, обучение воспроизводится повторно. При предъявлении студенту учебной информации в обобщенном и структурированном виде после освоения им одного блока информации, ответов на вопросы и решения задач передается информационное содержание другого блока и т. д.

Еще одним структурным компонентом учебно-методического комплекса является **комплект учебных пособий – самоучителей** решения задач по высшей математике (например, [7]), рекомендованный Сибирским региональным учебно-методическим центром высшего профессионального образования для межвузовского использования в качестве учебных пособий для студентов инженерно-технических специальностей. Целью его создания явилась необходимость оказать студентам первого курса реальную помощь в выполнении индивидуальных домашних заданий по ряду сложных разделов высшей математики, научить их самостоятельно работать, и тем самым повысить качество получаемого студентами образования, активизировать познавательную самостоятельность студентов.

В этих пособиях предлагаются такие способы организации самостоятельной работы студентов как алгоритмизированное изучение нового материала, используются элементы программированного учебного пособия, структурно-логические схемы, индивидуальные задания. Основной теоретический материал изучается методами поэтапной отработки при решении типовых задач. В процессе работы с пособием при решении задач своего варианта индивидуального домашнего задания студент должен дать ответы на множество вопросов. На большую часть из них ответы можно найти в пособиях, на некоторые – самостоятельно в лекциях или рекомендуемой литературе. При этом студент может составить конспект ответов на ключевые вопросы.

Огромный банк индивидуальных заданий (более 3000 задач и упражнений) может служить базой для самостоятельной дополнительной работы студента, а преподавателей обеспечивает материалами, которые они могут использовать в качестве домашних, контрольных, экзаменационных заданий.

В пособиях приводятся алгоритмы решения типовых задач индивидуальных заданий. Для решения заданий повышенного уровня сложности, также входящих в пособия, студенту предлагается алгоритм решения задания, а, в случае необходимости, он может обращаться к учебникам и сборникам задач из рекомендуемого списка.

При осуществлении процесса учения с использованием учебных пособий – самоучителей и адаптированных электронных учебных пособий выполняются собственно учебные исполнительные, ориентировочные и контрольные операции в их специфическом составе и содержании, а также выполняются усваиваемые предметные действия с их специфическими исполнительными, ориентировочными и контрольными операциями со своим составом. В итоге вся ситуация учения становится сложным процессом с чередованием и параллельным осуществлением компонентов действий, усваиваемых в учении, и компонентов собственно учебных действий, и это является залогом эффективности усвоения любых конкретных предметных

знаний и действий в рамках любой научной дисциплины, в том числе и математики.

Учебно-методический комплекс, обеспечивающий реализацию применяемой технологии обучения, также включает в себя **структурно-логические схемы, алгоритмы исследования и решения математических задач, таблицы – крупноблочное представление изучаемого материала** [8]. Такое представление информации формирует у студентов способности целостного восприятия, логического мышления, позволяет проводить лекции и практические занятия в форме диалога, значительно ускоряет процесс освоения студентами теоретического материала и обеспечивает решение творческих задач. Форма представления материала крупными блоками выбирается в зависимости от уровня математической подготовки студентов. Для только что начавших обучение в вузе студентов теоретический материал снабжен пояснениями и примерами. Для более опытных обучающихся используется высокая степень обобщений в виде таблиц, структурно-логических схем, в которых подчеркиваются связи между изучаемыми понятиями, становятся очевидными аналогии и различия рассматриваемых понятий. Применение [8] помогает решению проблемы экономии времени, необходимого для изучения и усвоения учебного материала, поскольку материал нескольких лекций занимает одну страницу формата А4 в результате структуризации и обобщения этого материала.

Решить проблему повышения эффективности математической подготовки студентов в системе современного образования помогает и олимпиадное движение. Для успешного участия в олимпиадах требуется определенная предварительная подготовка с использованием специальной литературы. Такой специальной литературы, призванной оказать студенту помощь в подготовке к олимпиаде, не хватает. Этот пробел устраняет созданная **серия учебных пособий – сборников олимпиадных задач по высшей математике** (например, [9]), которая позволяет приобщить большое число студентов к решению задач проблемного характера, осуществить адекватную самооценку, что особенно важно для студентов первых курсов. Основой пособий, являются задачи из всех основных областей математики, которые предлагались студентам первого и старших курсов на внутривузовских и областных (г. Томск), региональных, всероссийских турах олимпиады по математике (предмету и специальности) за последние 5–8 лет. Кроме задач для самостоятельного решения в учебных пособиях приведены задачи с решениями, указаниями или ответами. Задачники стали полезными для самостоятельной работы студентов, для кружковых и семинарских занятий по решению нестандартных задач, для подготовки к олимпиадам. Отдельные задачи могут быть использованы преподавателями на лекциях и практических занятиях, при комплектовании индивидуальных домашних заданий.

Остановимся на особенностях учебно-методического комплекса (УМК). Все составляющие УМК относительно обособлены и многофункциональны. В зависимости от желания и преподавателя, и студента можно использовать весь УМК или его компоненты. Студенты эффективно усваивают учебный материал, применяя учебные пособия – самоучители, структурно-логические схемы, адаптированные электронные учебные пособия. Преподаватели активно используют [8] на внеаудиторных занятиях с отстающими студентами, а также на лекциях, практических и лабораторных занятиях. Банк тестовых заданий для чтения лекций в аудитории с обратной связью, индивидуальные задания из самоучителей можно применять не только для диагностики уровня усвоения материала и обучения, но и для промежуточного контроля, итогового контроля знаний студентов. Все материалы УМК легко тиражируются. Рис. 2 с очевидностью демонстрирует, что УМК применяется, в основном, для организации самостоятельной работы студентов (наклонная штриховка).

Организация самостоятельной работы студентов с применением УМК имеет определяющее значение для достижения студентами необходимого уровня эффективности математической подготовки и формирования их познавательной самостоятельности. На каждом практическом занятии студентам выдаются индивидуальные домашние задания, и это обеспечивает организацию систематической работы каждого студента в течение семестра. Самостоятельная работа в конце практических занятий способствует концентрации внимания на занятии, а также служат стимулом к самостоятельному выполнению домашних заданий. Представление изучаемого материала в виде алгоритмов решения математических задач, таблиц и структурно-логических схем экономит учебное время, а у студентов формирует способности целостного восприятия, логического мышления. Работа с адаптированными электронными учебными пособиями и

самоучителями формирует навыки работы с учебной литературой, потребность задавать себе вопросы и искать ответы на них. А самостоятельный выбор темы реферата, его написание и доклад по нему дают возможность студентам объективно оценить место и значение математики в науке и повседневной жизни, получить представление о перспективах изучения математики и адаптироваться к публичным выступлениям. Рейтинговая система учета работы каждого студента формирует у студентов потребность в самокритичности и самоконтроле, способствует формированию навыков организации эффективной познавательной деятельности, планирования личного времени.

Оценка применения в 2003/04 уч. г. элементов дидактической системы в потоке студентов 1-го курса гуманитарного факультета ТПУ, проведенная автором методом факторного анализа подтвердила значимое влияние внедрения дидактической системы математической подготовки студентов в учебный процесс. Проверка знаний студентов осуществлялась централизованно Центром обеспечения качества образования ТПУ по тестовым заданиям Рособрнадзора РФ с использованием компьютерной программы АСТ Центра тестирования профессионального образования Рособрнадзора РФ. В экспериментальной группе, обозначенной в табл. 1 буквой *T*, применялись элементы дидактической системы; *X*, *Y*, *Z* – контрольные группы, в которых дидактическая система не применялась.

Таблица 1. Исходные данные для проведения факторного анализа

Показатель	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>T</i>
Объем выборки	19	26	23	25
Выборочное среднее	11,9	10,0	11,0	16,2
Исправленная дисперсия	29,2	45,9	58,4	78,3

Установлено, что критическое значение критерия Фишера, равное 2,7, меньше наблюдаемого,

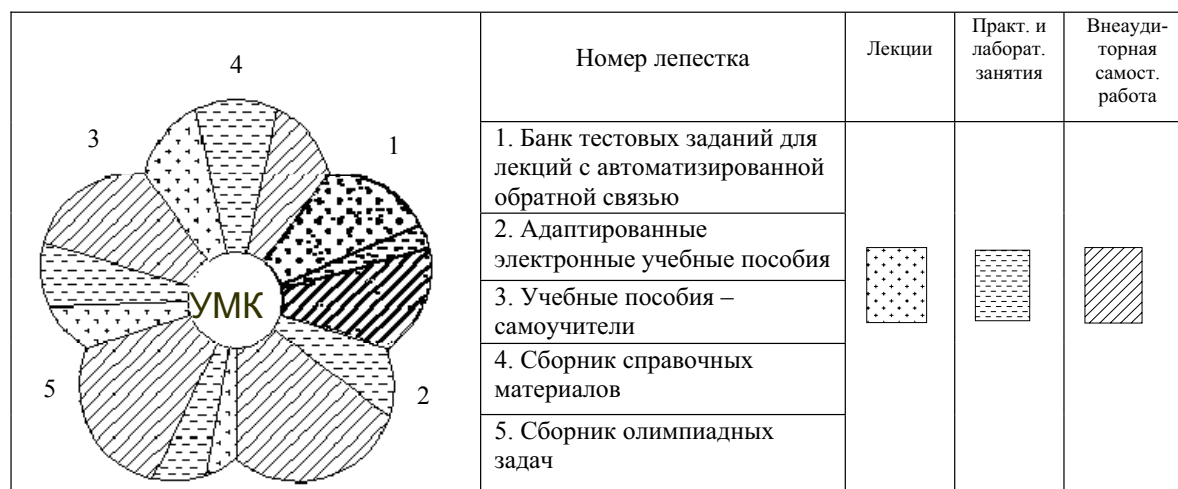


Рис. 2. Структура УМК и варианты его применения

равного 3,1, при доверительной вероятности 0,95. Таким образом, доказано, что влияние фактора внедрения элементов дидактической системы (адаптированных электронных учебных пособий, самоучителей, представление учебного материала крупными блоками в виде алгоритмов решения задач, структурно-логических схем и таблиц) в потоке студентов 1-го курса ГФ ТПУ значимо.

В 2004/05 уч. г. элементы дидактической системы (самоучители, представление учебного материала крупными блоками) применялись в экспериментальном потоке студентов первого курса Института геологии и нефтегазового дела ТПУ. Таблица 2 демонстрирует данные, характеризующие Э – экспериментальный (91 студент) и К – контрольный (87 студентов) потоки на этапе констатирующего эксперимента, из которых видно, что контрольный поток был сильнее и качественно лучше экспериментального.

Таблица 2. Характеристика потоков студентов на этапе констатирующего эксперимента

Средний балл поступивших		Прием, %									
		На общих основаниях		По контракту		Целевой		Медальеры		Вне конкурса	
		Э	К	Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
65,3	65,6	39,5	57,5	38,5	12,6	11,0	23,0	4,4	6,9	6,6	0

В табл. 3 представлен статистический анализ сравнения выборочных средних генеральных совокупностей, проведенный автором, результатов шести тестирований Центром обеспечения качества обучения в 2004/05 уч. г. в потоках первого курса студентов ИГНД. По темам 1-го, 2-го и 3-го тестирований в экспериментальном потоке применя-

лись учебные пособия – самоучители и крупно-блочное представление изучаемого материала в виде структурно-логических схем, алгоритмов решения задач и таблиц, по темам 4-го, 5-го и 6-го тестирований применялось только крупноблочное представление изучаемого материала. В контрольном потоке УМК не применялся.

Таблица 3. Результаты статистического анализа тестирования студентов первого курса ИГНД ТПУ по шести темам курса высшей математики в 2004/05 уч. г.

Потоки	Э	К	Э	К	Э	К	Э	К	Э	К	Э	К
Средний балл	25,5	18,0	19,6	12,9	17,7	12,2	22,1	18,2	15,3	12,5	17,3	14,2
Наблюдаемое значение критерия	3,96		4,47		3,25		2,21		1,86		1,84	

Все наблюдаемые значения критерия больше критического, равного 1,64, т. е. выборочные средние экспериментального потока значимо больше таковых для контрольного потока при доверительной вероятности 0,95.

Выводы

Экспериментально показано, что применение в учебном процессе дидактической системы математической подготовки студентов и ее компонентов – структурно-логических схем, автоматизированной обратной связи на лекциях, специальных учебных пособий – способствует активизации самостоятельной познавательной деятельности студентов, значительно повышает ее эффективность, сокращает время обучения, содействует увеличению объема изучаемой информации, повышению качества знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виленский М.Я. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе / Под ред. В.А. Сластенина. – М.: Педагогическое общество России, 2004. – 192 с.
- Долженко О.В., Шатуновский В.Л. Современные методы и технологии обучения в техническом вузе. – М.: Просвещение, 1990. – 320 с.
- Янушкевич Ф. Технологии обучения в системе высшего образования / Пер. с польского. – М.: Высшая школа, 1986. – 136 с.
- Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере образования: Проблемы и перспективы. – М.: Просвещение, 1987. – 230 с.
- Кан Л.А., Кошельская Г.А., Тарбокова Т.В. Методическое обеспечение курса высшей математики для использования в классе компьютерного обучения I этапа. – Томск: Изд-во ТПИ, 1988. – 176 с.
- Тарбокова Т.В. Дифференциальные уравнения, допускающие понижения порядка (Ч. I, II) (адаптированное электронное учебное пособие). – Томск: Изд-во ТПУ, 1990. – 129 с. www.hm.tpu.ru
- Тарбокова Т.В., Шахматов В.М. Самоучитель решения задач по теме: производная и её приложения. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 120 с.
- Тарбокова Т.В. Сборник справочных материалов по курсу высшей математики. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 79 с.
- Зюбин С.А., Тарбокова Т.В., Шахматов В.М. Сборник олимпиадных задач по высшей математике. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 107 с.

Поступила 27.12.2006 г.