Физико-математические науки

УДК 519.6

О ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

М.Н. Гончарова, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (Гродно, Республика Беларусь), e-mail: m.gonchar@grsu.by
Е.А. Сетько, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (Гродно, Республика Беларусь), e-mail: setko_ea@grsu.by

Аннотация. Рассматривается разработанная и используемая авторами в учебном процессе технология формирования комплекса практико-ориентированных заданий по математике для экономических специальностей. Такие задачи используются при разработке фондов оценочных средств по математическим дисциплинам. Целью работы является расширение базы математических задач с экономическим содержанием. Для некоторых экономико-математических задач с конкретными данными дается их решение. Проводится анализ задач с точки зрения экономического содержания, в результате которого вводятся параметры и определяются условия и ограничения на значения параметров. Дается решение задачи в общем виде, которое строго обосновывается математически. В данной работе используются методы исследования функций одной и двух переменных, а также аппарат аналитической геометрии и линейной алгебры. Предложенная методика позволяет, не теряя специфики задачи, проводить разумное тиражирование однотипных задач.

Ключевые слова: математические дисциплины, база задач, автоматизация, фонд оценочных средств, практико-ориентированное обучение, профессиональные компетенции.

ON CREATION OF COMPLEX OF PRACTICE-ORIENTED TASKS IN MATHEMATICS FOR ECONOMIC SPECIALTIES

Abstract. The article considers the technology developed and used by the authors in the educational process to form a set of practice-oriented tasks in mathematics for economic specialties. Such tasks are used in the development of funds of evaluation tools in mathematical disciplines. The purpose of the work is to expand the base of mathematical problems with economic content. For some economic-mathematical problems with specific data, their solution is given. The analysis of problems is carried out from the point of view of economic content, as a result of which parameters are introduced and conditions and restrictions on the parameter values are determined. The solution of the problem is given in a general form, which is rigorously justified mathematically. In this paper the authors use methods for investigating the functions of one and two variables, as well as the apparatus of analytic geometry and linear algebra. The proposed methodology allows, without losing the specifics of the task, to conduct a reasonable replication of the same tasks.

Keywords: mathematical disciplines, tasks database, automation, evaluation fund, practice-oriented training, professional competence.

Одной из целей образования как государственного института является жизнеобеспечение общества в конкретных исторических условиях, развитие его производительных сил, общей культуры и цивилизованности. Преобразования в обществе и системе образования оказывают сильное взаимное влияние друг на друга. Система образования не может отставать от требований, предъявляемых обществом. Быстрые социально-экономические перемены задают новые параметры обучения и воспитания подрастающего поколения, выдвигают новые задачи. На выходе образовательной системы общество должно получить носителей социальных функций, способных обслуживать современное производство. Современные работодатели рассматривают знания, умения и практический опыт выпускников в контексте наличия у обучающихся профессиональных компетенций практической работы, удовлетворяющих стандартам качества отраслевых и региональных рынков труда. Кроме этого от выпускников требуется понимание того, где, как и для чего полученные компетенции применяются на практике.

Таким образом, не теряя своей фундаментальности, система образования должна приобрести новое, практико-ориентированное содержание. Необходимо формировать систему жизненно важных, практически востребованных знаний, умений и практического опыта, что позволит будущим выпускникам легко адаптироваться к жизни и относиться к ней активно, творчески. Особая роль математики как фундаментальной науки является бесспорной. В то же время профессиональная направленность обучения позволяет применять математические дисциплины для усиления взаимосвязи общеобразовательных и профессиональных знаний.

На современном этапе развития общества практикоориентированность является одним из приоритетных показателей образовательного процесса. Необходимо поддерживать единство разнонаправленных компонентов образования – общих и профессиональных компетенций; приобретения новых знаний и формирования практического опыта их использования при решении жизненно важных задач и проблем.

Современная система средств и технологий для текущей и промежуточной аттестации студентов должна отражать особенности содержания теоретического и практического обучения. В соответствии с образовательными стандартами нового поколения для определения степени соответствия персональных достижений обучающихся требованиям текущей и промежуточной аттестаций создаются фонды оценочных средств, позволяющие оценить знания, умения и освоенные компетенции. Безусловно, фонды оценочных средств должны позволять оценить различные компетенции будущих специалистов, и как следствие, быть достаточно вариативными. Для реализации этого направления еще в недалеком прошлом преподавателю было необходимо иметь большое количество типичных стандартных заданий, отличающихся, иной раз, разве что коэффициентами. Конечно, создание таких заданий требовало от преподавателей больших технических затрат.

Использование IT- технологий позволяет автоматизировать процесс проектирования и формирования банка заданий для создания фонда оценочных средств по каждой преподаваемой учебной дисциплине. При таком подходе многократно автоматически увеличивается вариативность заданий. Для этого требуется сначала изучить внутреннюю структуру каждой задачи, а затем провести ее параметризацию. Продемонстрируем возможности автоматизации процесса построения заданий на примере решения математических задач, имеющих экономическое содержание.

Известно, многие экономические процессы протекают по линейному закону. Это позволяет использовать аппарат аналитической геометрии для их моделирования, анализа и визуализации.

Задача 1. Издержки перевозки некоторого товара двумя видами транспортных средств выражаются линейными функциями $y = 20x + 100$ и $y = 25x + 70$, где y − транспортные расходы, выраженные в денежных единицах, x − дальность перевозки в сотнях км, коэффициент при x − издержки, рассчитанные на перевозку дальностью в одну сотню км, свободные члены − постоянные издержки. Таким образом, первые слагаемые в задании функций представляют собой переменные затраты. Определить, начиная с какого расстояния более экономичным становится использование первого вида транспортных средств.

Решение. Для нахождения неизвестного расстояния приравняем функции, определяющие транспортные расходы при осуществлении перевозок данными фирмами. Получаем уравнение $20x + 100 = 25x + 70$. Решением этого уравнения является значение $x = 6$ сотен км. Это означает, что при перевозке товара на 600 км транспортные расходы составят $y(6) = 220$ денежных единиц при использовании любого из видов предлагаемого транспорта. Так как коэффициент при переменной x в уравнениях издержек транспортных расходов меньше для первого вида транспорта, то, начиная с 600 км, более экономичным становится использование первого вида транспорта (рис. 1).

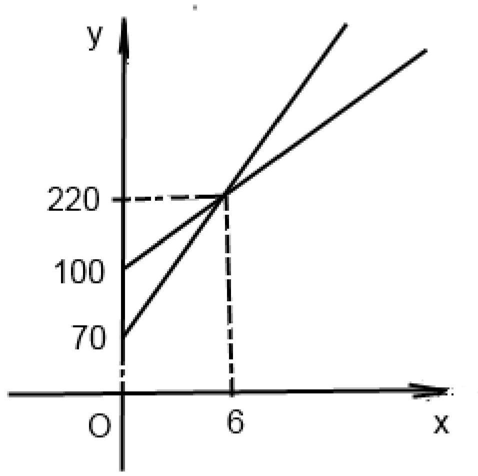

Рисунок 1. Геометрическая иллюстрация транспортных издержек

Построим математическую модель предложенной ситуации в общем виде. Пусть издержки перевозчиков описываются уравнениями $y = a_1x + b_1$ и $y = a_2x + b_2$. Из экономического смысла задачи следует, что $a_1 > 0$, $a_2 > 0$, $b_1 > 0$, $b_2 > 0$. Для определенности будем считать, что выполняются неравенства $a_2 > a_1$, $b_1 > b_2$. Для нахождения требуемого значения переменной x составим систему двух уравнений с двумя неизвестными величинами x и y:

$$\begin{cases} a_1x - y = -b_1, \\ a_2x - y = -b_2. \end{cases}$$

Решая эту систему, например, методом Крамера, имеем $\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & -1 \\ a_2 & -1 \end{vmatrix} = a_2 - a_1 > 0$, $\Delta_x = \begin{vmatrix} -b_1 & -1 \\ -b_2 & -1 \end{vmatrix} = b_1 - b_2 > 0$, $\Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & -b_1 \\ a_2 & -b_2 \end{vmatrix} = a_2b_1 - a_1b_2 > 0$. Тогда $x = \dfrac{b_1 - b_2}{a_2 - a_1}$, $y = \dfrac{a_2b_1 - a_1b_2}{a_2 - a_1}$. Придавая параметрам a_1, a_2, b_1, b_2 допустимые числовые значения, получим любое требуемое множество однотипных задач.

Для анализа экономических процессов в ряде случаев является удобным аппарат линейной алгебры.

Задача 2 [1, стр.58]. Пусть некоторая фирма использует автотранспорт не более трех лет. Все автомобили, срок службы которых составил три года, заменяются новыми. Автомобили, проработавшие два года, обновляются на 20%. Все машины, прослужившие год, продолжают эксплуатироваться на протяжении следующего года. Выяснить, при каком соотношении автомобилей по срокам эксплуатации (если такое существует) структура автопарка будет стабильной?

Решение. Обозначим через $x_{it}(t)$, $i=1,2,3,$ число автомобилей, которые к началу t-го года прослужили i лет. Тогда распределение автомобилей по срокам эксплуатации в t-ый год удобно представить в виде вектора $x_t=(x_{1t},x_{2t},x_{3t})$.

По условию задачи число машин, эксплуатируемых два года, совпадает с числом машин, у которых не позднее, чем год назад истек одногодичный срок эксплуатации. Число машин, эксплуатируемых три года, составляет 80% от парка автомобилей, у которых не позднее, чем год назад, истек двухгодичный срок службы. Тогда связь между векторами, которые характеризуют распределение машин по срокам эксплуатации в $(t-1)$-ом и t-ом годах задается соотношением $Ax_{t-1}=x_t$, где $A=\begin{pmatrix}0 & 0,2 & 1\\ 1 & 0 & 0\\ 0 & 0,8 & 0\end{pmatrix}$. Так как срок эксплуатации автомашин не более трех лет и все машины по истечении этого срока заменяются новыми, то сумма элементов столбцов матрицы A не изменяется в зависимости от года и равна единице.

Для ответа на вопрос задачи необходимо выяснить, разрешимо ли уравнение $Ax=x$? То есть определить, существует ли у матрицы A собственный вектор, соответствующий собственному значению $\lambda=1$?

Составим характеристическое уравнение и решим его. Имеем $|A-\lambda E|=\begin{vmatrix}0-\lambda & 0,2 & 1\\ 1 & 0-\lambda & 0\\ 0 & 0,8 & 0-\lambda\end{vmatrix}=0$, что равносильно уравнению $-\lambda^3+0,2\lambda+0,8=0$. Легко видеть, что значение $\lambda=1$ является корнем последнего уравнения, то есть является собственным значением матрицы A. Собственный вектор, соответствующий этому собственному значению найдем из системы уравнений $\begin{cases}-x_1+0,2x_2+x_3=0,\\ x_1-x_2=0,\\ 0,8x_2-x_3=0,\end{cases}$ которая равносильна системе $\begin{cases}x_1=x_2,\\ x_3=0,8x_2.\end{cases}$ Таким образом, собственные вектора имеют вид $x=(x_2;x_2;0,8x_2)^T, x_2\in R-\{0\}$.

Это означает, что при любых ненулевых значениях x_2 вектор распределения машин с течением времени не будет меняться по срокам службы, так как $x_{t+1}=x_t$ и $x_{t+n}=x_t$ при любом натуральном n. Следовательно, каждый автопарк, внутри которого число машин, эксплуатируемых первый год, совпадает с числом машин, эксплуатируемых второй год, а количество машин, эксплуатируемых третий год, составляет 80% этой величины, будет сохранять стабильную структуру.

Предложим следующую параметризацию рассматриваемой задачи. Пусть структурная матрица сроков службы автомобилей имеет вид: $A=\begin{pmatrix}0 & a & 1\\ 1 & 0 & 0\\ 0 & 1-a & 0\end{pmatrix}$, где $0<a<1$. Выясним, при каком соотношении по срокам службы автомашин структура автопарка будет стабильной? Имеем характеристическое уравнение $\left|A-\lambda E\right|=\begin{vmatrix}0-\lambda & a & 1\\ 1 & 0-\lambda & 0\\ 0 & 1-a & 0-\lambda\end{vmatrix}=-\lambda^3+(1-a)\lambda+a\lambda=0$, которое имеет корень $\lambda=1$. Соответствующий собственный вектор находится из системы $\begin{cases}-x_1+ax_2+x_3=0,\\ x_1-x_2=0,\\ (1-a)x_2-x_3=0,\end{cases}$ равносильной системе $\begin{cases}x_1=x_2,\\ x_3=(1-a)x_2\end{cases}$ и имеет вид $x=(x_2;x_2;(1-a)x_2), x_2\in R-\{0\}$. Таки образом, в качестве значения параметра a можно взять любое допустимое число.

Потребности планирования и организации производства приводят к моделям, в которых осуществляется поиск экстремума функции.

Задача 3 [1, стр.150]. Пусть ежегодно с постоянной интенсивностью спрос составляет 20 000 единиц товара. Издержки логистической фирмы на организацию поставок составляют 10 денежных единиц за партию. Цена единицы товара равна 2 денежным единицам, а издержки ее хранения составляют 0,55 денежных единиц в год. Определить оптимальный размер партии, число поставок и продолжительность цикла поставок.

Решение. Оптимальным будет размер партии товара, при котором издержки на организацию поставок будут минимальными. Издержки фирмы, связанные с запасами товара, есть функция одной переменной: $TC=TC(q)$, где q − количество единиц товара в партии. В условиях задачи функция издержек имеет вид: $TC(q)=\frac{10\cdot 20000}{q}+2\cdot 20000+\frac{0,55q}{2}$. Применяя необходимые условия экстремума, вычисляем производную этой функции и приравниваем ее нулю. Получаем: $TC'(q)=-\frac{200000}{q^2}+\frac{0,55}{2}=0$. Решением этого уравнения является значение $q=\sqrt{\frac{40}{55}}\cdot 1000\approx 853$ единиц товара. Так как вторая производная функции издержек $TC''(q)=\frac{40000}{q^3}$ принимает положительные значения при положительных значениях q, то, согласно достаточным условиям экстремума, в точке $q\approx 853$ денежных единиц функция $TC(q)$ достигает минимума. Следовательно, оптимальный объем партии равен 853 единицы товара. Зная размер партии, определяем число поставок в год: $n=\frac{20000}{853}\approx 23,45$. Таким образом, в год лучше всего осуществлять 24 поставки товара. Продолжительность цикла поставки составит $t=\frac{365}{23,45}\approx 15,5$, то есть, естественно принять, что продолжительность цикла поставки равна 16 дням.

Построим математическую модель этой задачи. Функция издержек является функцией, зависящей от количества q единиц товара в партии, и задается формулой $TC(q)=\frac{s\cdot d}{q}+p\cdot d+\frac{h\cdot q}{2}$, где s есть организационные издержки для одной партии товара, d − интенсивность спроса при условии, что поступление со склада осуществляется непрерывно, p − цена единицы товара, h − издержки хранения. Согласно необходимому условию экстремума функции одной переменной, находим производную функции $TC(q)$, приравниваем ее к нулю и определяем стационарные точки. Имеем: производная функции издержек определяется равенством $TC'(q)=-\frac{sd}{q^2}+\frac{h}{2}$, условие стационарности имеет вид $TC'(q)=0$, стационарная точка есть $q=\sqrt{2sdh}>0$. Так как значение второй производной функции издержек есть $TC''(q)=\frac{2sd}{q^3}$ и справедливо неравенство $TC''(q)>0$ для любых положительных q, то функция издержек является при положительных q вогнутой и в точке $q=\sqrt{2sdh}$ достигает своего минимума. Значение минимума равно величине

$$TC(\sqrt{2sdh})=\frac{sd}{\sqrt{2sdh}}+pd+\frac{h}{2}\sqrt{2sdh}=\sqrt{\frac{sd}{2h}}+pd+\frac{h}{\sqrt{2}}\sqrt{sdh}\ .$$

Оптимальный размер партии определяется по формуле $q_{опт}=[\sqrt{2sdh}]+1$, где квадратными скобками обозначена целая часть числа. Число поставок в год связано с размером партии формулой $n=\frac{d}{q_{опт}}$, а продолжительность одного цикла поставки составляет $t=\frac{365}{n}$.

Придавая параметрам произвольные допустимые значения, получаем любое множество однотипных задач с известными ответами.

Исследование ряда экономических ситуаций приводит к моделям, в которых необходимо исследовать на экстремум функции многих переменных. При этом не исключается, что переменные могут принимать значения из некоторого заданного множества.

Задача 4 [1, стр.152]. Некоторая фирма осуществляет перевозки как внутри страны, так и за рубеж. Между ценой $p_i, i=1,2,$ перевозки однородного товара и его количеством q_i существуют зависимости, описываемые соотношениями:

$$p_1=755-q_1 \qquad (1)$$

− для перевозок внутри страны,

$$p_2=615-2q_2 \qquad (2)$$

− для экспортных перевозок.

Общие затраты фирмы составляют $TC(q_1,q_2)=10000+15(q_1+q_2)$ денежных единиц. Определить, какую ценовую политику должна проводить фирма, чтобы ее прибыль была максимальной.

Решение. Прибыль фирмы вычисляется как разность между ее доходом и затратами. Поэтому функция $\pi(q_1,q_2)$ прибыли от выполнения работ по перевозке продукции как внутри страны, так и за рубежом, определяется формулой $\pi(q_1,q_2)=R(q_1,q_2)-TC(q_1,q_2)$, где через $R(q_1,q_2)$ обозначен доход фирмы. Доход фирмы, получаемый в результате осуществления перевозки одного типа равен произведению цены перевозки на количество товара. Тогда для функции прибыли получаем формулу

$$\pi(q_1,q_2)=(755-q_1)q_1+(615-2q_2)q_2-(10000+15(q_1+q_2)). \qquad (3)$$

Для нахождения критической точки функции $\pi(q_1,q_2)$ вычислим ее частные производные первого порядка: $\frac{\partial\pi}{\partial q_1}=755-2q_1-15$, $\frac{\partial\pi}{\partial q_2}=615-4q_2-15$. Приравнивая их к нулю, получим систему уравнений $740-2q_1=0$, $600-4q_2=0$, которая имеет решение $q_1=370$, $q_2=150$.

Вычислим частные производные второго порядка функции (3): $A=\frac{\partial^2\pi}{\partial q_1^2}=-2$, $C=\frac{\partial^2\pi}{\partial q_2^2}=-4$, $B=\frac{\partial^2\pi}{\partial q_1\partial q_2}=0$. Так как имеем $\Delta=AC-B^2=8>0$, то в точке $q_1=370$, $q_2=150$ согласно достаточным условиям экстремума функции двух переменных имеем экстремум функции прибыли $\pi(q_1,q_2)$. А так как $A<0$, то это является точкой максимума. Из формул (1), (2), связывающих цену перевозок и количество товара, получаем, что для максимизации прибыли необходимо и достаточно, чтобы цена внутренних перевозок составила $p_1=385$ денежных единиц, а цена внешних перевозок составила $p_2=315$ денежных единиц. Прибыль при этом составит $\pi_{\max}=\pi(370;150)=171900$ денежных единиц.

Проведем анализ задачи с целью введения параметров. Обозначим через $\pi(q_1,q_2)=R(q_1,q_2)-TC(q_1,q_2)$ функцию прибыли фирмы, $R(q_1,q_2)$ − функцию дохода фирмы, $TC(q_1,q_2)$ − функцию общих издержек. Через q_1,q_2 обозначены объемы перевозок, производимые фирмой внутри страны и за рубежом соответственно. Зависимость между ценой $p_i, i=1,2,$ перевозки товара и его количеством является линейной и задается соотношениями, зависящими от типа рынка, на которых работает фирма: $p_1=b_1-a_1q_1$ − для перевозок вне страны, $p_2=b_2-a_2q_2$ − для внутренних перевозок. Из экономического смысла задачи следует, что справедливы неравенства $a_i>0, b_i>0, i=1,2$, а также что переменные $q_i, i=1,2$, удовлетворяют ограничениям $0\le q_i\le\frac{b_i}{a_i}$. Доход от перевозок внутри страны составит $R_1(q_1)=p_1q_1$ денежных единиц, доход от перевозок за рубежом составит $R_2(q_2)=p_2q_2$ денежных единиц. Общий доход фирмы равен $R=R_1+R_2$. Издержки фирмы составят $TC(q_1,q_2)=FC+VC(q_1+q_2)$, где через FC обозначены фиксированные издержки, а через $VC(q_1+q_2)$ −переменные издержки. Тогда функция прибыли будет иметь вид

$$\pi(q_1,q_2)=(b_1-a_1q_1)q_1+(b_2-a_2q_2)q_2-FC-VC(q_1+q_2).$$

Согласно необходимому условию экстремума функции двух переменных найдем критическую точку. Для этого вычисляем частные производные первого порядка: $\frac{\partial\pi}{\partial q_1}=b_1-2a_1q_1-VC$, $\frac{\partial\pi}{\partial q_2}=b_2-2a_2q_2-VC$. Приравнивая частные производные первого порядка к нулю, и решая ее, получим единственную пару значений $q_1=\frac{b_1-VC}{2a_1}$, $q_2=\frac{b_2-VC}{2a_2}$, при которых может достигаться максимум функции прибыли фирмы. Проверяем выполнение достаточных условий экстремума функции двух переменных. Для этого вычисляем величины $A = \frac{\partial^2 \pi}{\partial q_1^2} = -2a_1 < 0$, $C = \frac{\partial^2 \pi}{\partial q_2^2} = -2a_2 < 0$, $B = 0$, $\Delta = AC - B^2 = 4a_1 a_2 > 0$ по значениям которых заключаем, что точка $q_1 = \frac{b_1 - VC}{2a_1}$, $q_2 = \frac{b_2 - VC}{2a_2}$ является точкой максимума функции прибыли. Максимальная прибыль при этом составит

$$\pi_{\max} = \frac{b_1^2 - (VC)^2}{4a_1} + \frac{b_2^2 - (VC)^2}{4a_2} - FC - \frac{VC}{2}\left(\frac{b_1 - VC}{a_1} + \frac{b_2 - VC}{a_2}\right).$$

Отметим, что при формировании вариантов задач следует учесть, что параметры задачи должны удовлетворять неравенствам $VC < b_1, VC < b_2$. В противном случае хотя бы одна из величин $q_1 = \frac{b_1 - VC}{2a_1}$, $q_2 = \frac{b_2 - VC}{2a_2}$ примет неположительное значение. С экономической точки зрения это будет означать, что осуществлять соответствующие перевозки нерентабельно.

Преподавателями кафедры фундаментальной и прикладной математики Гродненского государственного университета имени Янки Купалы была разработана система [2, 3], позволяющая автоматизировать процесс подготовки проверочных заданий и состоящая из следующих трёх компонент: базы параметризованных в общем виде задач, ответы к ним, значения, придаваемые введенным параметрам; программы, написанной на языке С++, которая подставляет значения параметров выбранных пользователем задач в общий вид заданий из базы и генерирует любое заданное количество вариантов; комплекса макроопределений в системе LaTeX, которые осуществляют вёрстку сгенерированного основной программой материала в различных форматах. Таким образом легко получаются в любом количестве экзаменационные билеты, варианты для контрольных и самостоятельных работ, тестовые материалы и все ответы к ним.

Литература:

1. Булдык Г.М. Сборник задач и упражнений по высшей математике. Для студентов эконом. спец. вузов, экономистов-практиков. Минск: ФУ Анформ, 2009. 320с.

2. Ляликов А.С., Смотрицкий К.А. Автоматизация подготовки задач по курсу высшей математики // Современные информационные технологии компьютерные технологии: тез. докл. респ. научно-практич. конф., Гродно, 2 –4 октября 2006 г. / Е.А. Ровба (отв.ред.) [и др.]. Гродно, 2006. С.225–227.

3. Ляликов А.С., Сетько Е.А., Дейцева А.Г. Автоматизация подготовки УМК по курсу «Высшая математика» // Обеспечение качества высшего образования: европейский и белорусский опыт: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 28 ноября – 1 декабря 2007 г. / Е.А. Ровба (отв.ред.) [и др.]. Гродно, 2008. С. 301–306.

References:

1. Buldyk G.M. Sbornik zadach i uprazhnenij po vysshej matematike. Dlja studentov jekonom. spec. vuzov, jekonomistov-praktikov. Minsk: FU Anform, 2009. 320s.

2. Ljalikov A.S., Smotrickij K.A. Avtomatizacija podgotovki zadach po kursu vysshej matematiki // Sovremennye informacionnye tehnologii komp'juternye tehnologii: tez. dokl. resp.

nauchno-praktich. konf., Grodno, 2 –4 oktjabrja 2006 g. / E.A. Rovba (otv.red.) [i dr.]. Grodno, 2006. S.225–227.

3. Ljalikov A.S., Set'ko E.A., Dejceva A.G. Avtomatizacija podgotovki UMK po kursu «Vysshaja matematika» // Obespechenie kachestva vysshego obrazovanija: evropejskij i belorusskij opyt: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Grodno, 28 nojabrja – 1 dekabrja 2007 g. / E.A. Rovba (otv.red.) [i dr.]. Grodno, 2008. S. 301–306.

– • –

Сведения об авторах

Марина Николаевна **Гончарова**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (Гродно, Беларусь).

Елена Александровна **Сетько**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (Гродно, Беларусь).