УДК 330.45

08.00.00 Экономические науки

СИМПЛЕКС МЕТОД С ИСКУССТВЕННЫМ БАЗИСОМ

Бабенко Евгения Александровна
бакалавр кафедры Государственного и муниципального управления
РИНЦ SPIN код=7863-3474
e-mail: evgenia-evgenia1396@mail.ru

Мажура Виктория Михайловна
бакалавр кафедры Государственного и муниципального управления
e-mail: victoria-star95@mail.ru

Куршубадзе Роман Зурабиевич
бакалавр кафедры Государственного и муниципального управления
e-mail: roman.kurshubadze@mail.ru

Ковалева Ксения Александровна
к.э.н, доцент
РИНЦ SPIN код = 1851-9588
e-mail: kkseniya7979@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Представленная статья посвящена решению задач с помощью симплекс метода с искусственным базисом. Симплексный метод с искусственным базисом применяется, когда довольно затруднительно найти начальный опорный план исходной задачи линейного программирования, записанной в канонической форме. Представленный метод решения используется при присутствии в системе ограничений и условий-равенств, и условий-неравенств, а также является трансформацией табличного метода. Расчет системы проводится путём введения искусственных переменных R_i со знаком, который зависит от типа оптимума, т.е. для удаления из базиса данных переменных последние вводятся в целевую функцию с отрицательными коэффициентами М которые являются "штрафами" за ввод искусственных переменных. Симплекс-таблица, которая составляется в процессе решения, используя метод искусственного базиса, называется расширенной. Она отличается от обычной тем, что содержит две строки для функции цели. В задачах минимизации - с положительными М. Следовательно, из исходной получается уже новая М -задача. Если же в оптимальном решении М -задачи отсутствуют искусственные переменные, это решение будет являться оптимальным решением исходной задачи. Но если в оптимальном решении М-

UDC 330.45

Economic sciences

SIMPLEX METHOD WITH ARTIFICIAL BASIS

Babenko Evgenia Alexandrovna
bachelor student of the Department
State and municipal management
RSCI SPIN-code= 7863-3474
e-mail: evgenia-evgenia1396@mail.ru

Mazhura Victoria Mihailovna
bachelor student of the Department
State and municipal management
e-mail: victoria-star95@mail.ru

Kurshubadze Roman Zurabievich
bachelor student of the Department
State and municipal management
e-mail: .roman.kurshubadze@mail.ru

Kovaleva Ksenia Alexandrovna
CAnd.Econ.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code= 1851-9588
e-mail: kkseniya7979@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

The presented article is devoted to solving problems using the simplex method with artificial basis. Simplex method with artificial basis is used when quite difficult to find initial support program of the initial problem of linear programming, written in canonical form. The presented method is used in the presence of solutions to the system of restrictions and conditions, equations, inequalities and conditions, as well as a transformation table method. The calculation of the system is carried out by introducing artificial variables Ri with the sign of which depends on the type of the optimum, to remove from the basis of these variables are introduced in the last objective function with negative coefficients M that are "mulct" for putting artificial variables. Simplex table, which is made in the process of decision, using the method of artificial basis, called extended. It differs from the conventional in that it comprises two lines of the objective function. In minimization problems - with positive M. Hence, from the original one we have already obtained the new M -problem. If in the optimal solution M-problem has no artificial variables, this decision will be the optimal solution of the original problem. But, if in the optimal solution M-tasks at least one dummy variable is different from zero, the system of constraints of this problem and have inconsistent problem is unsolvable задачи хотя бы одна искусственная переменная будет отличаться от нуля, то система ограничений данной задачи уже несовместна и задача является неразрешимой

Ключевые слова: СИМПЛЕКС МЕТОД, ИСКУССТВЕННЫЙ БАЗИС, ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ТАБЛИЧНЫЙ МЕТОД, ИСКУССТВЕННАЯ ПЕРЕМЕННАЯ

Keywords: SIMPLEX METHOD, ARTIFICIAL BASIS, LINEAR PROGRAMMING, TABULAR METHOD, ARTIFICIAL VARIABLES

Объектом исследования настоящей работы является планирование производства изделий на определенный плановый период, предприятия «ХХХ» в г. Холмск. Предметом исследования является изготовление на определённый плановый период времени разнообразные виды изделий.

Целью исследования является спланировать выпуск изделий В при условии, что план должен быть выполнен в стоимостном выражении на определенную сумму.

Для предметного представления результатов исследования решим задачу о планировании производства предприятия «ХХХ».

Производственному сектору намечено к изготовлению на определённый плановый период времени два вида изделий: C и Z. На производство единицы изделия C первого типа используется 1ч., оборудование второго типа используется 4 ч. На производство единицы изделия Z оборудование первого типа используется 2 ч., оборудование второго типа - 2 ч.

Фонд полезного времени первого типа оборудования составляет 120 ч. второго типа оборудования - 240 ч. Отпускная цена единицы изделия C составляет 4 руб., а изделия Z - 6 руб. Спланировать выпуск изделий C и Z при условии, что план должен быть выполнен в стоимостном выражении на сумму не менее 320 рублей, и оборудование первого типа должно быть загружено минимально. Решить задачу графическим и симплексным методом с искусственным базисом.

Построение математической модели задачи. Преобразуем данные задачи в таблицу:

Оборудование	Затраты времени на единицу изделия, ч		Фонд полезного времени, ч
	C	Z	
1-го типа	1	2	120
2-го типа	4	2	240
Отпускная цена, р/шт.	4	6	-

Таблица 1- Данные задачи «Планирование производства»

Система, учитывающая все поставленные условия, имеет следующий вид:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 120 \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 240 \\ 4x_1 + 6x_2 \geq 320 \\ x_j \geq 0, \qquad j \in \{1,2\} \end{cases}$$
$$L(x) = x_1 + 2x_2 \to min$$

Симплексный метод применяется при решении задач линейного программирования, заданных в канонической форме.

Задачу линейного программирования будем считать приведённой к каноническому виду, если:

- система ограничений содержит только равенства;
- правые части системы ограничений положительны.

Приведём задачу к канонической форме:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 120 \\ 4x_1 + 2x_2 + x_4 = 240 \\ 4x_1 + 6x_2 - x_5 = 320 \\ x_j \geq 0, \qquad j \in \{1, \dots ,5\} \end{cases}$$
$$L(x) = x_1 + 2x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5 \to min$$

Задача не обладает начальным опорным решением с базисом из единичных векторов. Введя метод искусственного базиса, составляем расширенную задачу. В левую часть третьего уравнения системы ограничений вводим положительную (неотрицательную) искусственную переменную x_6с коэффициентом +1. Данная задача - задача на нахождение минимума, поэтому эта переменная в целевую функцию вводится с коэффициентом $+M$ (предполагаем $M \gg 1$):

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 120 \\ 4x_1 + 2x_2 + x_4 = 240 \\ 4x_1 + 6x_2 - x_5 + x_6 = 320 \\ x_j \geq 0, \qquad j \in \{1, \dots, 6\} \end{cases}$$
$$L(x) = x_1 + 2x_2 + Mx_6 \to min$$

Сведём данные в 1-й блок таблицы Гаусса (в столбце $c^Б$стоят коэффициенты базисных переменных целевой функции):

Базис	$c^Б$	1	2	0	0	0	M	b_i	θ_i	Комментарий
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6			
x_3	0	1	2	1	0	0	0	120	120:2=60	
x_4	0	4	2	0	1	0	0	240	240:2=120	
x_6	M	4	6	0	0	-1	1	320	320:6=53	$\times\left(-\frac{1}{3}\right)_1\left(-\frac{1}{3}\right)_2$
Z		$4M$	$6M$	0	0	$-M$	0	$320M$		Таблица№2

Таблица 2- Сведенные данные задачи в таблице Гаусса

Первоначально базисными переменными будут являться переменные x_3 , x_4 , x_6 , и начальное опорное решение:

$$x^{(0)} = (0; 0; 120; 240; 0; 320)$$
$$L^{(0)} = 1 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 0 \cdot 120 + 0 \cdot 240 + 0 \cdot 0 + M \cdot 320 = 320M$$

Проверим полученный опорный план на оптимальность.

Для этого вычислим индексы:

$$\Delta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 4 \end{pmatrix} - 1 \approx 4M \quad \Delta_2 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 6 \end{pmatrix} - 2 \approx 6M \quad \Delta_5 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} - 0 \approx -M$$

Здесь возможны три:

-все оценки в индексной строке не положительны - значит полученный план будет оптимален;

- среди оценок есть хотя бы одна положительная, и в столбце над ней есть хотя бы один положительный коэффициент - план не является оптимальным, но возможно его улучшение;

-среди оценок есть хотя бы одна положительная, и в столбце над ней нет ни одного положительного коэффициента - целевая функция не ограничена сверху, оптимального плана не существует.

Поскольку в строке индексов есть положительные оценки, то опорный план не оптимален. Переходим к новому опорному плану, т.е. поменяем базис.

Ведущий столбец α в случае задачи на минимум определяется по самой большой оценке в строке индексов и указывает на то, какая переменная будет вводиться в новый базис. В данном случае ведущий столбец $\alpha = 2$ и в новый базис вводится переменная x_2. Ведущая строка β определится по самой наименьшей величине θ_i и указывает, какая базисная переменная выводится из базиса. В данном случае ведущая строка $\beta = 3$ $(320 \div 6 \approx 53)$ и из базиса выводится переменная x_6. Итак, определены ведущий столбец $\alpha = 2$ и ведущая строка $\beta = 3$

Переходим к новому базису и составляем для него новую симплекс-таблицу.

Базис	$c^Б$	1	2	0	0	0	M	b_i	θ_i	Комментарий
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6			
x_3	0	-1/3	0	1	0	1/3	-1/3	40/3		
x_4	0	8/3	0	0	1	1/3	-1/3	400/3	400:8=50	$\times\left(\frac{1}{8}\right)_1 \left(-\frac{1}{4}\right)_3$
x_2		2/3	1	0	0	-1/6	1/6	160/3	160:2=80	
Z		1/3	0	0	0	-	$-M$	320/3		Таблица№3

					1/3				

Таблица 3- Симплекс-таблица для нового базиса

В результате преобразований на месте ведущего столбца новой симплекс-таблицы получен единичный столбец.

Построим новый опорный план:

$$x^{(1)} = \left(0; \frac{160}{3}; \frac{40}{3}; \frac{400}{3}; 0; 0\right)$$

$$L^{(1)} = 1 \cdot 0 + 2 \cdot \frac{160}{3} + 0 \cdot \frac{40}{3} + 0 \cdot \frac{400}{3} + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 = \frac{320}{3}$$

Проверим полученный опорный план на оптимальность.

Вычисляем индексы:

$$\Delta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} -1/3 \\ 8/3 \\ 2/3 \end{pmatrix} - 1 \approx \frac{1}{3} \quad \Delta_5 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} 1/3 \\ 1/3 \\ -1/6 \end{pmatrix} - 0 \approx -\frac{1}{3} \quad \Delta_6 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} -1/3 \\ -1/3 \\ 1/6 \end{pmatrix} - M$$

$$\approx -M$$

В строке индексов положительная оценка, следовательно, опорный план не оптимален. Переходим к новому опорному плану.

Базис	$c^Б$	1	2	0	0	0	M	b_i
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_3	0	0	0	1	1/8	3/8	-3/8	30
x_1	1	1	0	0	3/8	1/8	-1/8	50
x_2	2	0	1	0	-1/4	-1/4	1/4	20
Z		0	0	0	-1/8	-3/8	$-M$	90

Таблица 4- Новый опорный план

Опорный план:

$$x^{(2)} = (50; 20; 30; 0; 0; 0)$$

$$L^{(2)} = 1 \cdot 50 + 2 \cdot 20 + 0 \cdot 30 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 = 90$$

Проверим полученный опорный план на оптимальность. Вычислим индексы:

$$\Delta_4 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{8} \\ \frac{3}{8} \\ -\frac{1}{4} \end{pmatrix} - 0 \approx -\frac{1}{8} \qquad \Delta_5 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}^T \cdot \begin{pmatrix} \frac{3}{8} \\ \frac{1}{8} \\ -\frac{1}{4} \end{pmatrix} - 0 \approx -\frac{3}{8}$$

Опорный план, составленный по последней симплекс-таблице, является оптимальным, т.к. оценки в строке индексов все отрицательны и равны 0.

Если в результате решения задачи с искусственным базисом:

- получено оптимальное решение, в котором все искусственные переменные равны нулю, то исходная задача также имеет оптимальное решение, которое получается из оптимального решения M -задачи путём отбрасывания всех искусственных переменных;

- получено оптимальное решение, в котором хотя бы одна из искусственных переменных не равна нулю, то исходная задача решений не имеет;

- установлено, что M -задача решений не имеет, то исходная задача также решений не имеет, так как есть неограниченность целевой функции.

Найдено решение, оптимальное с точки зрения минимизации целевой функции в имеющихся условиях:

$x_1 = 50$ (план производства изделия А, ед.)

$x_2 = 20$ (план производства изделия В , ед.)

при этом

$L(50;20) = 90$ (минимально возможная загрузка оборудования 1-го типа при данных условиях, ч)

Прибыль от реализации созданных изделий составит $50 \cdot 4 + 20 \cdot 6 = 320$руб.

Вывод:

50 - план производства изделия C (ед.),

20 - план производства изделия Z (ед.);

90 - загрузка оборудования 1-го типа (ч);

320 - прибыль при выполненном плане (руб.).

Рассмотрим графическое решение задачи, а за одно осуществим проверку.

Найдём геометрически наименьшее значение линейной функции $(x) = x_1 + 2x_2$ в области, заданной системой неравенств

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 120 \\ 4x_1 + 2x_2 \le 240 \\ 4x_1 + 6x_2 \ge 320 \\ x_j \ge 0, \qquad j \in \{1,2\} \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 120 \\ 2x_1 + x_2 \le 120 \\ 2x_1 + 3x_2 \ge 160 \\ x_j \ge 0, \qquad j \in \{1,2\} \end{cases}$$

Область Gдопустимых решений есть пересечение полуплоскостей:

$x_2 \le -\frac{1}{2}x_1 + 60$ $\left(x_2 = -\frac{1}{2}x_1 + 60\right)$ (1)

$x_2 \le -2x_1 + 120$ $(x_2 = -2x_1 + 120)$ (2)

$x_2 \geq -\frac{2}{3}x_1 + \frac{160}{3}$ $\left(x_2 = -\frac{2}{3}x_1 + \frac{160}{3}\right)$ (3)

$x_1 \geq 0$ $(x_1 = 0)$ (4)

$x_2 \geq 0$ $(x_2 = 0)$ (5)

Прямая 1

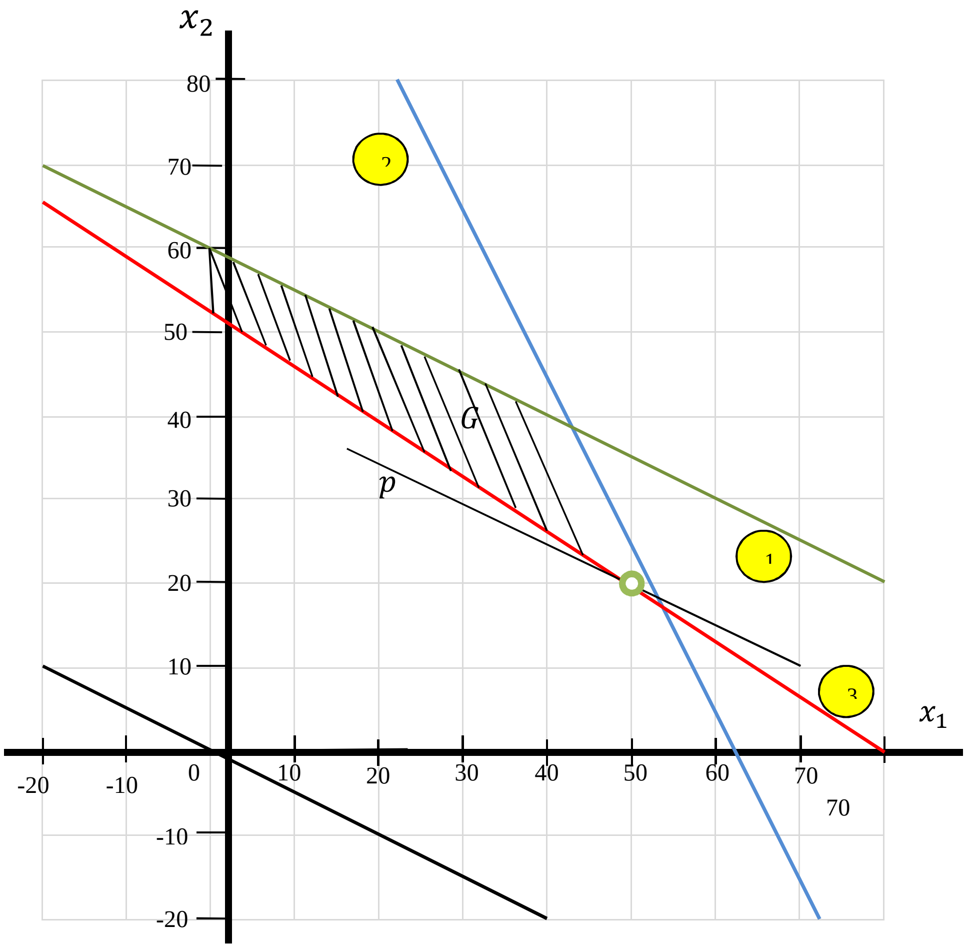
x_1	x_2
0	60
40	40

Прямая 2

x_1	x_2
30	60
50	20

Прямая 3

x_1	x_2
20	40
50	20



Запишем её уравнение нулевой линии уровня целевой функции $L(x) = x_1 + 2x_2$ и $x_2 = -\frac{1}{2}x_1$ и построим по точкам (тонкая линия):

x_1	x_2

0	0
20	-10

Двигая эту прямую параллельно самой себе (по направлению $\vec{n} = \text{grad}\ L(X) = (1; 2)$), зафиксируем её крайнее положение p. Это нижняя опорная прямая для области G.

Минимальное значение $L(x_1; x_2)$ в области G определится пересечением прямых a_2 и a_3:

$$\begin{cases} x_2 = -2x_1 + 120 \\ x_2 = -\frac{2}{3}x_1 + \frac{160}{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 50 \\ x_2 = 20 \end{cases}$$

$L(50; 20) = 90$ минимальное значение целевой функции в области G.

Выводы:

50 - план производства изделия С (ед.),

20 - план производства изделия Z (ед.);

90 - загрузка оборудования 1-го типа (ч).

Решив данную задачу симплекс методом с искусственным базисом, а также графическим методом мы убедились, что расчет произведен, верно.

Данная задача о планировании производства является примером работы предприятия «ХХХ» г.Холмска. Благодаря ей мы спланировали выпуск изделий при условии, что план должен быть выполнен в стоимостном выражении на определенную сумму.

Благодаря методу симплекс с искусственным базисом, можно решать задачи при присутствии в системе ограничений и условий-равенств, и условий-неравенств. Данный тип решения производственных задач универсален для многих предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурда А.Г. Бурда Г.П. Методы принятия управленческих решений в экономических системах АПК: учеб. пособие для вузов / А.Г. Бурда, Г.П. Бурда. - Краснодар: КубГАУ, 2013. – 532 с

2. Информатизация деловой сферы и профессиональная деятельность Затонская И.В., Затонская С.С. Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2014. № 1. С. 026-032.

3. Информационные технологии в управлении имущественным состоянием аграрного предприятия Затонская И.В., Чуб Е.В. В сборнике: Современное состояние и приоритетные направления развития экономики Материалы Международной заочной научно-практической конференции. Новосибирский государственный аграрный университет. Россия, г. Новосибирск, 2014. С. 88-93.

4. Ковалева К.А. Системы информационной безопасности и их построение/Ковалева К.А., Попова Е.В. В сборнике: Современные технологии управления - 2014 Сборник материалов международной научной конференции. Киров, 2014. С. 1853-1862.

5. Ковалева К.А. Фазовый анализ как инструмент предпрогнрозного анализа деятельности многофункционального центра / Ковалева К.А., Попова Е.В., Молошнев С.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). – IDA [article ID]: 1071503033. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/33.pdf, 0,688 у.п.л.

6. Ковалева К.А., Попова Е.В., Молошнев С.А. Анализ востребованности сервисов систем межведомственного электронного взаимодействия многофункционального центра // Анализ, моделирование и прогнозирование экономических процессов: материалы VI Международной научно-практической Интернет-конференции, 15 декабря 2014 г. – 15 февраля 2015 г. / под ред. Л.Ю. Богачковой, В.В. Давниса; Волгоград. гос. ун-т, Воронеж. гос. ун-т. – Волгоград: ООО «Консалт», 2014.

7. Комиссарова К.А. Основы алгоритмизации и программирования: методическое пособие Часть I Turbo Pascal Си++ (2-е издание, переработанное): метод. пособие/ Комиссарова К.А., Коркмазова С.С. -Краснодар, КубГАУ 2014.-54 с.

8. Комиссарова К.А. Основы алгоритмизации и программирования: методическое пособие Часть II Turbo Pascal Си++ (2-е издание, переработанное): метод. пособие/ Комиссарова К.А., Коркмазова С.С. -Краснодар, КубГАУ 2014.-58 с.

9. Моделирование деятельности страховых компаний методами нелинейной динамики: монография (Научное издание)./В. А. Перепелица, Е. В. Попова, К. А. Комиссарова. -Краснодар: КубГАУ, 2007. -201 с.

10. Моделирование организационно-экономического процесса управления инновационным развитием аграрного предприятия. Чуб Е.В., Затонская И.В. В сборнике: Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики Материалы 5-й научно-практической internet-конференции. Ответственный редактор Ю.С. Нагорнов . Ульяновск, 2015. С. 230-233.

11. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : учеб. пособие / С. Н. Косников ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А. Г. Бурда. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 93 с.

12. Перепелица В.А., Тамбиева Д. А., Комиссарова К. А. Визуализация R/S-и Я-траекторий эталонных временных рядов//Современные наукоемкие технологии. Приложение. № 3, 2005, с. 64-68.

13. Попова Е.В. Информационные системы в экономике: методическое пособие для экономических специальностей. Часть 1 Word Excel (2-е издание, переработанное): метод. пособие/Попова Е.В., Комиссарова К.А. -Краснодар, КубГАУ 2014.-51 с.

14. Попова Е.В. Информационные системы в экономике: методическое пособие для экономических специальностей. Часть II Access PowerPoint (2-е издание, переработанное): метод. пособие/Попова Е.В., Комиссарова К.А. -Краснодар, КубГАУ 2014.-46 с.

15. Сегментация туризма как отражение современного состояния туристического рынка Попова Е.В., Шевченко А.А., Курносова Н.С. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 89. С. 1063-1075.

16. Сидорко Н.К. Оптимизация рациона питания человека для поддержания массы тела с учетом разных типов ме-таболизма / Сидорко Н.К., Ковалева К.А., Косников С.Н. // Политематиче-ский сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный жур-нал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). – IDA [article ID]: 1051501029. – Режим досту-па:http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/29.pdf, 0,750 у.п.л.

17. Теория принятия решений : учебное пособие, задачник / С. Н. Косников ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А. Г. Бурда. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 54 с.

18. Финансовый потенциал аграрного предприятия как фактор конкурентоспособности. Затонская И. В. В сборнике: Современные тенденции в науке и образовании Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 5 частях. ООО "АР-Консалт". Москва, 2015. С. 154-155.

19. Франциско О.Ю., Бурда А.Г. Выбор режима налогообложения при развитии подсобных перерабатывающих производств аграрных предприятий//Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2009. Т. 1. № 16. С. 72-77.

20. Экономика и математические методы : учеб. пособие / С. Н. Косников; под ред. д-ра экон. наук, проф. А. Г. Бурда. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 189 с.

REFERENCES

1. Burda A.G. Burda G.P. Metody prinjatija upravlencheskih reshenij v jeko-nomicheskih sistemah APK: ucheb. posobie dlja vuzov / A.G. Burda, G.P. Burda. - Krasno-dar: KubGAU, 2013. – 532 s

2. Informatizacija delovoj sfery i professional'naja dejatel'nost' Za-tonskaja I.V., Zatonskaja S.S. Sborniki konferencij NIC Sociosfera. 2014. № 1. S. 026-032.

3. Informacionnye tehnologii v upravlenii imushhestvennym sostojaniem agrarnogo predprijatija Zatonskaja I.V., Chub E.V. V sbornike: Covremennoe sostojanie i prioritetnye napravlenija razvitija jekonomiki Materialy Mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj uni-versitet. Rossija, g. Novosibirsk, 2014. S. 88-93.

4. Kovaleva K.A. Sistemy informacionnoj bezopasnosti i ih postroe-nie/Kovaleva K.A., Popova E.V. V sbornike: Sovremennye tehnologii upravlenija - 2014 Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Kirov, 2014. S. 1853-1862.

5. Kovaleva K.A. Fazovyj analiz kak instrument predprognroznogo anali-za dejatel'nosti mnogofunkcional'nogo centra / Kovaleva K.A., Popova E.V., Molosh-nev S.A. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №03(107). – IDA [article ID]: 1071503033. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/33.pdf, 0,688 u.p.l.

6. Kovaleva K.A., Popova E.V., Moloshnev S.A. Analiz vostrebovannosti servisov sistem mezhvedomstvennogo jelektronnogo vzaimodejstvija mnogofunkcio-nal'nogo centra // Analiz, modelirovanie i prognozirovanie jekonomicheskih proces-sov: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj Internet-konferencii, 15 dekabrja 2014 g. – 15 fevralja 2015 g. / pod red. L.Ju. Bogachkovoj, V.V. Davnisa; Volgo-grad. gos. un-t, Voronezh. gos. un-t. – Volgograd: OOO «Konsalt», 2014.

7. Komissarova K.A. Osnovy algoritmizacii i programmirovanija: meto-dicheskoe posobie Chast' I Turbo Pascal Si++ (2-e izdanie, pererabotannoe): metod. po-sobie/ Komissarova K.A., Korkmazova S.S. -Krasnodar, KubGAU 2014.-54 s.

8. Komissarova K.A. Osnovy algoritmizacii i programmirovanija: meto-dicheskoe posobie Chast' II Turbo Pascal Si++ (2-e izdanie, pererabotannoe): metod. po-sobie/ Komissarova K.A., Korkmazova S.S. -Krasnodar, KubGAU 2014.-58 s.

9. Modelirovanie dejatel'nosti strahovyh kompanij metodami nelinej-noj dinamiki: monografija (Nauchnoe izdanie)./V. A. Perepelica, E. V. Popova, K. A. Komissarova. -Krasnodar: KubGAU, 2007. -201 s.

10. Modelirovanie organizacionno-jekonomicheskogo processa upravlenija innovacionnym razvitiem agrarnogo predprijatija. Chub E.V., Zatonskaja I.V. V sbornike: Mezhdisciplinarnye issledovanija v oblasti matematicheskogo modelirovanija i informatiki Materialy 5-j nauchno-prakticheskoj internet-konferencii. Otvetstvennyj redaktor Ju.S. Nagornov . Ul'janovsk, 2015. S. 230-233.

11. Osnovy matematicheskogo modelirovanija social'no-jekonomicheskih pro-cessov : ucheb. posobie / S. N. Kosnikov ; pod red. d-ra jekon. nauk, prof. A. G. Burda. – Krasnodar : KubGAU, 2013. – 93 s.

12. Perepelica V.A., Tambieva D. A., Komissarova K. A. Vizualizacija R/S-i Ja-traektorij jetalonnyh vremennyh rjadov//Sovremennye naukoemkie tehnologii. Prilozhenie. № 3, 2005, s. 64-68.

13. Popova E.V. Informacionnye sistemy v jekonomike: metodicheskoe poso-bie dlja jekonomicheskih special'nostej. Chast' 1 Word Excel (2-e izdanie, pererabotan-noe): metod. posobie/Popova E.V., Komissarova K.A. -Krasnodar, KubGAU 2014.-51 s.

14. Popova E.V. Informacionnye sistemy v jekonomike: metodicheskoe poso-bie dlja jekonomicheskih special'nostej. Chast' II Access PowerPoint (2-e izdanie, pere-rabotannoe): metod. posobie/Popova E.V., Komissarova K.A. -Krasnodar, KubGAU 2014.-46 s.

15. Segmentacija turizma kak otrazhenie sovremennogo sostojanija turistiche-skogo rynka Popova E.V., Shevchenko A.A., Kurnosova N.S. Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 89. S. 1063-1075.

16. Sidorko N.K. Optimizacija raciona pitanija cheloveka dlja podderzhanija massy tela s uchetom raznyh tipov me-tabolizma / Sidorko N.K., Kovaleva K.A., Kosni-kov S.N. // Politematiche-skij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhur-nal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №01(105). – IDA [article ID]: 1051501029. – Rezhim dostu-pa:http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/29.pdf, 0,750 u.p.l.

17. Teorija prinjatija reshenij : uchebnoe posobie, zadachnik / S. N. Kosnikov ; pod red. d-ra jekon. nauk, prof. A. G. Burda. – Krasnodar : KubGAU, 2013. – 54 s.
18. Finansovyj potencial agrarnogo predprijatija kak faktor konkurento-sposobnosti. Zatonskaja I. V. V sbornike: Sovremennye tendencii v nauke i obrazova-nii Sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 5 chastjah. OOO "AR-Konsalt". Moskva, 2015. S. 154-155.
19. Francisko O.Ju., Burda A.G. Vybor rezhima nalogooblozhenija pri razvi-tii podsobnyh pererabatyvajushhih proizvodstv agrarnyh predprijatij//Trudy Kuban-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. T. 1. № 16. S. 72-77.
20. Jekonomika i matematicheskie metody : ucheb. posobie / S. N. Kosnikov; pod red. d-ra jekon. nauk, prof. A. G. Burda. – Krasnodar : KubGAU, 2015. – 189 s.