

УДК 631.158

UDC 631.158

08.00.00 Экономические науки

Economics

**АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ БИНАРНЫХ РЕШАЮЩИХ МАТРИЦ К ЗАДАЧЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР<sup>1</sup>**

**ADAPTATION OF THE MODEL OF BINARY DECISION MATRIX TO THE PROBLEM OF THE CHOICE THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION CROPS**

Лойко Валерий Иванович  
Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Loyko Valeriy Ivanovich  
Honoured science worker of the Russian Federation  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia*

Ткаченко Василий Владимирович  
к.э.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 6878-2800  
*Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина ул., 13, tkachenkovasso@yandex.ru*

Tkachenko Vasily Vladimirovich  
Cand.Econ.Sci., assistant professor  
*Kuban State Agrarian University, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13, tkachenkovasso@yandex.ru*

Зерно имеет стратегическое значение и является основой продовольственной безопасности страны. В валовом национальном продукте доля зерна и продуктов его переработки составляет 10-15%. Оно всегда выделяется из других видов сырьевых ресурсов, так как используется для выработки наиболее массовых продуктов повседневного питания. Учитывая особенности управления в сельском хозяйстве, следует особенно подчеркнуть, что отсутствие объективной и своевременной информации на всех этапах производства продукции растениеводства, и, как следствие, неоптимальный выбор технологии возделывания сельскохозяйственных культур, приводит к тому, что затраты труда и материальных ресурсов существенно возрастают, предприятие недополучает прибыль, а иногда несет убытки. При выборе технологии возделывания сельскохозяйственных культур, агроном хозяйства имеет в своем распоряжении базу данных из более ста различных альтернативных технологий по каждой из культур. Перед лицом, принимающим решение (ЛПР) стоит задача по определенным критериям выбрать наиболее подходящую для данного хозяйства, климатической зоны технологию возделывания культуры. Данные обстоятельства обуславливают актуальность углубленных исследований экономико-математических моделей и методов анализа и оценки экономической эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур. В статье рассматривается процесс адаптации и возможности применения модели и метода бинарных решающих матриц к задаче выбора технологии возделывания сельскохозяйственных культур

Grain is of strategic importance and is the basis for food security. The gross national product share of grain and its products is about 10-15%. It always stands out from other types of raw materials, as it is used to produce the most popular daily foods. According to the characteristics of management in agriculture, it should be emphasized that the absence of objective and timely information at all stages of production of the plant-breeding, and as a result, non-optimal choice of technology of cultivation of agricultural crops, might result in the fact that the cost of labor and material resources increases significantly, the company does not receive profits, and sometimes suffers losses. When selecting cultivation technology for agricultural crops, an agronomist has a database of more than a hundred times-personal of alternative technologies for each crop. It is up to the decision-maker (DMP) to find specific criteria to select the most suitable (for the owners and the climatic zone) technology of cultivating for the culture. These circumstances explain the relevance of in-depth research of economic and mathematical models and methods of analysis and evaluation of the economic efficiency of technologies of cultivation agricultural crops. The article deals with the process of adaptation and the possibility of using the model and the method of binary matrices to solve the problem of the choice for cropping technology

Ключевые слова: УПРАВЛЕНИЕ

Keywords: PLANT GROWING MANAGEMENT,

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 153201038

РАСТЕНИЕВОДСТВОМ, МОДЕЛЬ,  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ  
КУЛЬТУРА, ОЦЕНКА, ВЫБОР,  
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ,  
БИНАРНЫЕ РЕШАЮЩИЕ МАТРИЦЫ

MODEL, MATHEMATICAL MODELING,  
TECHNOLOGY, CROPS, EVALUATION,  
SELECTION, COST-EFFECTIVE, BINARY  
DECISIVE MATRIX

Важнейшим фактором повышения эффективности производства в любой отрасли, в том числе и сельском хозяйстве, является совершенствование управления.

В условиях рыночной экономики эффективность сельскохозяйственного производства во многом зависит от конкурентоспособности продукции, которая в свою очередь зависит от выбранной на предприятии технологии в сочетании с оптимальным управлением технологическими процессами.

Начло нового сельскохозяйственного сезона, в любом хозяйстве, начинается, прежде всего, с построения оперативного плана проведения сельхоз работ, где принимается решение о возделывании той или иной культуры в соответствии с разработанными в хозяйстве севооборотами. Далее выбирается технология возделывания, которая применима к экономическому состоянию данного хозяйства, территориальной расположенности и т.д. Из ряда технологий (иногда приходится выбирать из десятка) необходимо выбрать наиболее подходящую по ряду показателей (это и урожайность, рентабельность, прибыль на рубль затрат, себестоимость 1 ц., стоимость прямых затрат), то есть провести полный экономический анализ. При выборе технологии не маловажную роль играет и имеющееся в распоряжении хозяйства технические средства на проведение агроопераций. При этом не надо забывать и про агроэкологические критерии отбора: качество зерна, изменение экологических показателей почвы в результате применения той или иной технологии.

Учитывая особенности управления в сельском хозяйстве, следует особенно подчеркнуть, что отсутствие объективной и своевременной ин-

формации на всех этапах производства продукции растениеводства, и, как следствие, неоптимальный выбор технологии возделывания сельскохозяйственных культур, приводит к тому, что затраты труда и материальных ресурсов существенно возрастают, предприятие недополучает прибыль, а иногда несет убытки. Поэтому разработка математических моделей оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур, и внедрение системы поддержки принятия решений, базирующейся на данных моделях в процессы управления производством, приобрело весьма актуальный характер. [2]

Возделывание полевых культур – это сложный организационно – экономический процесс, нуждающийся в четком управлении и который можно представить в виде следующей схемы, см. рис. 1.

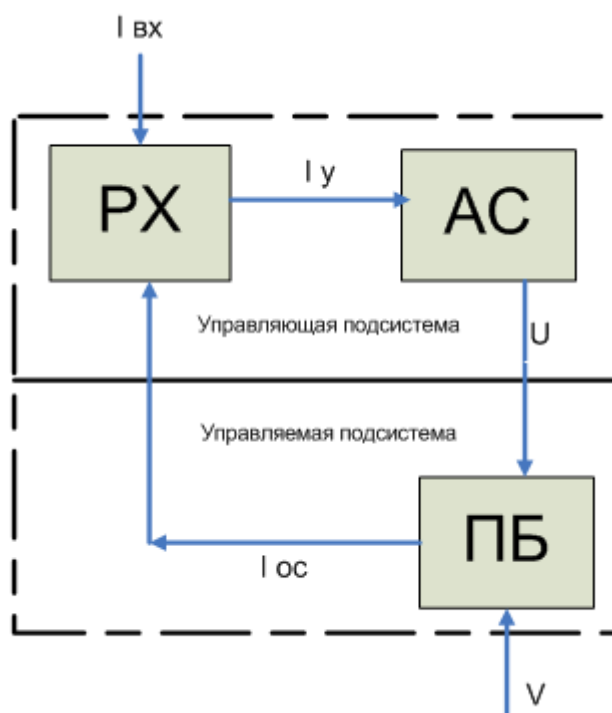


Рисунок 1 – Укрупненная структурная схема управления экономическими процессами предприятий сферы АПК

где РХ – руководство хозяйства (правление, дирекция, экономические службы), т.е управляющий орган;

АС – агрономическая служба (главный агроном, агроном-семеновод и др), т.е. исполнительный орган;

ПБ – полеводческая бригада, возделывающая полевые культуры, т.е. объект управления;

$I_{вх}$  - входящая информация, представляющая собой как правило концептуальную модель, свидетельствующих о том, в каком состоянии должна находиться полевая культура и какие работы выполняются в данный период;

$I_y$  - управляющая информация;

$I_{oc}$  – обратная связь;

U - управляющее воздействие агрономической службы;

V - воздействие внешних факторов (погода, ресурсы и др.).

В процессе управления экономическими параметрами растениеводства, руководство сельхозпредприятия, его экономическая служба, получают осведомляющую информацию из полеводческих бригад в каком состоянии находится выполнение оперативных и рабочих планов на определённую дату и в порядке контроля сравнивает с входной информацией  $I_{вх}$  в каком состоянии должно находиться выполнение рабочих планов, какие технологические операции должны быть выполнены на определённую дату.

Отклонения в выполнении рабочих планов, отдельных технологических операций от заданного состояния могут происходить под воздействием внешних возмущений V – (погодные условия, недостаток производственных ресурсов и т.д.). Результатом сравнения информации  $I_{вх}$  и  $I_{oc}$  в управляющем органе (РХ) является возникновение управляющей информации  $I_y$ , которая воздействует на исполнительный орган (АС). На основе информации  $I_y$  агрономическая служба вырабатывает управляющее воздействие (U), которое ликвидирует отклонение в объекте управления пу-

тем выделения дополнительных производственных ресурсов – техники, горючего и т.п.

Наиболее сложным звеном в системе управления является управляющий орган. Здесь степень сложности определяется количеством выполняемых функций, т.е. управляющий орган должен уметь производить наибольшее разнообразие действий, тем более руководитель сельскохозяйственного предприятия, его экономическая служба кроме управления возделыванием сельскохозяйственных культур выполняет множественные функции по управлению другими экономическими показателями сельхозпредприятия.

Это естественно, так как на любое состояние объекта управления управляющий орган должен отреагировать соответствующим образом, своевременно обработав поступающую информацию и выработав управляющую информацию.

В условиях ручной обработки информации, она обрабатывается с задержкой, что затрудняет принятие своевременных управленческих решений и как выход из создавшегося положения, руководство хозяйства вынуждено увеличивать штатную численность аппарата управления. Однако и это не всегда ускоряет обработку информации и принятие своевременных решений, что снижает оперативность и эффективность управления. Наиболее эффективным способом обработки информации является использование для этих целей средств вычислительной техники.

Управление в таких условиях может быть эффективным, если оно имеет соответствующие средства для качественного и количественного анализа ситуаций и принятия оптимального решения.

В ходе исследования была поставлена задача разработки системы поддержки принятия решений в управлении растениеводством, которая рассмотрена на примере озимой пшеницы - главной зерновой культуры

Кубани, которая играет основную роль в решении продовольственной проблемы.

При выборе технологии возделывания сельскохозяйственных культур агроном хозяйства имеет в своем распоряжении базу данных из более ста различных альтернативных технологий по каждой из культур. Перед лицом, принимающим решение (ЛПР) стоит задача по определенным критериям выбрать наиболее подходящую для данного хозяйства, климатической зоны технологию возделывания культуры. На первом этапе выбора технологии предлагается использовать метод бинарных решающих матриц.

Предполагается, что в базе данных информационной системы агропромышленного предприятия для каждого критерия выбора технологии уже существуют бинарные матрицы решения.

Матрица заполняется нулями и единицами (отсюда их название - бинарные матрицы). Ноль означает, что данный способ не подходит и им нельзя воспользоваться. Единица же, напротив, что технология подходит и вполне применима в данных условиях.

Целевой функцией выступает нахождение максимальной суммы бинарных показателей технологии  $a_{i,j}$ .

$$D_j = \sum a_{i,j} \rightarrow \max \tag{1}$$

где  $i$  – критерий оценки, а  $j$  – рассматриваемая технология.

$$A = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,j} & \dots & a_{1,m} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,j} & \dots & a_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i,1} & a_{i,2} & \dots & a_{i,j} & \dots & a_{i,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{k,1} & a_{k,2} & \dots & a_{k,j} & \dots & a_{k,m} \end{pmatrix}; \quad i = \overline{1, k}; \quad j = \overline{1, m}; \tag{2}$$

$$a_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если удовлетворяет условию} \\ 0, & \text{не удовлетворяет условию} \end{cases}$$

где  $A$  – это бинарная решающая матрица,  $k$  – количество критериев оценки,  $m$  – число альтернативных технологий

В таблице 1 представлен фрагмент бинарной решающей матрицы технологий возделывания сельскохозяйственных культур в ЗАО «Агрофирма – племзавод «Победа».

Таблица 1 – Фрагмент двоичной матрицы для выбора технологии возделывания озимой пшеницы

Критерии	Технологии возделывания сельскохозяйственных культур						
	0113	1113	0330	2222	3132	2132	2232
Урожайность:							
40-50 ц/га	1	0	0	0	0	0	0
51-60 ц/га	0	1	0	0	0	0	0
61-70 ц/га	0	0	1	1	0	0	0
71-80 ц/га	0	0	0	0	1	1	0
81-90 ц/га	0	0	0	0	0	0	1
Себестоимость 1 ц:							
70-80 руб.	0	1	0	0	0	0	0
81-90 руб.	1	0	0	1	0	0	0
91-100 руб.	0	0	0	0	1	1	0
101-110 руб.	0	0	0	0	0	0	1
111-150 руб.	0	0	1	0	0	0	0
Прибыль на 1 руб. затрат:							
0-0,5 руб.	0	0	0	0	0	0	0
0,6-1,0 руб.	0	0	0	0	0	0	0
1,1-1,4 руб.	1	1	0	1	1	1	1
1,5-1,9	0	0	1	0	0	0	0
Рентабельность:							
0-50%	0	0	0	0	0	0	0
51-100%	0	0	1	0	0	0	0
101-150%	0	0	0	0	0	0	0
151-200%	1	0	0	0	0	0	0
201-250%	0	1	0	1	1	1	1
По эк-му. признаку							
природоохр. зона	1	1	0	0	0	0	0
эк. сильные хоз-ва	0	0	1	1	1	1	1
эк. средние хоз-ва	0	0	0	0	0	0	0
эк. слабые хоз-ва	0	0	0	0	0	0	0
Вид технологии:							
интенсивная	0	0	1	0	0	0	1
традиционная	0	0	0	0	0	0	0
ресурсосберегающая	0	0	0	1	1	1	0
нулевая	0	0	0	0	0	0	0
безпестицидная	1	1	0	0	0	0	0

Условные обозначения, принятые в кодировке технологий, следующие:

- первая цифра фактор А – уровень плодородия почвы;
- вторая цифра фактор В – система удобрений;
- третья цифра фактор С – система защиты растений;



- четвертая цифра фактор. Д – система основной обработки почвы.

Если для какого-то конкретного случая надо найти подходящую технологию возделывания культуры, остается лишь выбрать из этих матриц решений соответствующие строки (20 строк, т.к. при выборе технологического приема возделывания культуры используется от 15 до 20 критериев различной природы) и сложить их, рассматривая каждую из строк как десятичное число. Мы ищем такую технологию, которая в каждой строке даст нам единицу.

Следовательно, можно просто сложить цифры в двадцати строках, как двадцать десятичных чисел, и посмотреть, какая технология в результате получила максимальное число.

Таблица 2 – Пример выбора технологического приема методом бинарных решающих матриц

Критерии	Технологии возделывания сельскохозяйственных культур						
	0113	1113	0330	2222	3132	2132	2232
Урожайность: 71-80 ц/га	0	0	0	0	1	1	0
Себестоимость 1 ц: 91-100 руб.	0	0	0	0	1	1	0
Прибыль на 1 руб. затрат: 1,1-1,4 руб.	1	1	0	1	1	1	1
Рентабельность: 201-250%	0	1	0	1	1	1	1
По эк-му. признаку эк. сильные хоз-ва	0	0	1	1	1	1	1
Вид технологии: ресурсосберегающая	0	0	0	1	1	1	0
<b>ИТОГО:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Как видно из приведенного примера, метод решающих матриц в результате отобрал нам две наиболее подходящие по выбранным критериям технологии (3132 и 2132).

Достоинство этой системы выбора в том, что матрицы решений охватывают большую часть встречающихся на практике технологий и кри-

териев выбора. Кроме того, эту систему легко запрограммировать и сохранить в базе данных системы управления аграрным предприятием.

При всех своих достоинствах этот метод не лишен и серьезных недостатков:

1) прежде всего бинарные матрицы порождают категоричность ответа в каждом пункте;

2) из-за довольно больших диапазонов критериев и наличия большого количества рассматриваемых альтернатив, система будет выдавать от 3-х до 5-ти альтернатив.

Однако, данные недостатки метода никоим образом не влияют на систему поддержки принятия решений в растениеводстве. Данный прием выбора технологии является первым этапом в процессе поиска решения, с помощью данного метода из базы данных технологий мы отбираем 6-8 наиболее близко подходящих нам технологических приема.

На основании проведенного исследования можно сделать обоснованный вывод:

1. Анализ источников показал, что повышение уровня развития сельского хозяйства России требует изыскания путей и средств для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Рациональное использование имеющегося технического потенциала, выработка региональной инвестиционной стратегии являются возможными экономическими рычагами стабильного роста аграрного производства.

2. Проведенные исследования показали, что отсутствие объективной и своевременной информации на всех этапах производства продукции растениеводства, и, как следствие, неоптимальный выбор технологии возделывания сельскохозяйственных культур, приводит к тому, что затраты труда и материальных ресурсов существенно возрастают, предприятие недополучает прибыль, а иногда несет убытки. Поэтому разработка мате-

матических моделей анализа и оценки экономической эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур, и внедрение системы поддержки принятия решений, базирующейся на данных моделях в процессы управления производством, приобрело весьма актуальный характер.

3. Предложена процедура адаптации метода и модели бинарных решающих матриц для задачи выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которая учитывает специфику предметной области растениеводства. Данный прием выбора технологии возделывания сельскохозяйственных культур предложено использовать на первом этапе в процессе поиска решения, с помощью метода бинарных решающих матриц из базы данных технологий отбираем 6-8 наиболее подходящих технологических приема.

### Литература

1. Великанова Л.О. Биоэнергетическая оценка альтернативных технологий возделывания кукурузы на зерно и озимой пшеницы в низменно-западных агроландшафтах центральной зоны Краснодарского края / Л.О. Великанова, А.В. Сисо // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №03(087). С. 223 – 233. – IDA [article ID]: 0871303016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/16.pdf>, 0,688 у.п.л.

2. Великанова Л. О. Информационные системы в экономике: учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по специальности 080109 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» / Л. О. Великанова, В. В. Ткаченко, К. Н. Горпинченко. М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГБОУ «Кубанский гос. аграрный ун-т». Краснодар, 2012. С. 222.

3. Великанова Л.О. Предпосылки создания автоматизированной информационной системы «Управление возделыванием полевых культур» / Л.О. Великанова, В.В. Ткаченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №04(012). С. 166 – 173. – IDA [article ID]: 0120504015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/04/pdf/15.pdf>, 0,5 у.п.л.

4. Лойко В. И. Модель экономической оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур / Л. О. Великанова, В. В. Ткаченко // Труды КубГАУ. - 2009. - № 18. - С. 18-22.

5. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности зерновых колосовых и поддержка принятия решений по рациональному выбору агротехнологий с применением СК-анализа / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета

(Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 101 – 126. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0047, IDA [article ID]: 0380804007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/07.pdf>, 1,625 у.п.л.

6. Ткаченко В.В. Информационная подсистема планирования и расчета дозировок органических удобрений / В.В. Ткаченко, И.И. Третьяков, С.А. Боярко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №06(080). С. 593 – 608. – IDA [article ID]: 0801206047. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/47.pdf>, 1 у.п.л.

7. Трубилин А.И. Модели и методы управления экономикой АПК региона / А.И. Трубилин., Т.П. Барановская., В.И. Лойко., Е.В. Луценко //Краснодар, 2012.

## References

1. Velikanova L.O. Bioenergeticheskaiya ocenka alternativnih tehnologii vozdelivaniia kukuruzi na zerno i ozimoi pshenici v nizmenno-zapadnih agrolandschaftah centralnoii zoni Krasnodarskogo kraia / L.O. Velikanova, A.V. Siso // Politematicheskii setevoi electronnii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Electronnii resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №03(087). С. 223 – 233. – IDA [article ID]: 0871303016. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/16.pdf>, 0,688 у.п.л.

2. Velikanova L.O. Informacionnie sistemi v economice: uchebnoe posobie dla studentov vishih agrarnih uchebnykh zavedenii, obuchaushihsy po specialnosti 080109 «Buchgalterskii uchet, analiz i audit» / L.O. Velikanova, V.V. Tkachenko, K.N. Gorpinchenko. M-vo selgo hoz-va Rossiyskoi Federacii, FGBOU «Kubanskii GAU». Krasnodar, 2012. С. 222.

3. Velikanova L.O. Predposilki sozdaniia avtomatizirovannoi informacionnoi systemi «Upravlenie vozdelivaniem polevykh kultur» / L.O. Velikanova, V.V. Tkachenko // Politematicheskii setevoi electronnii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Electronnii resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №04(012). С. 166 – 173. – IDA [article ID]: 0120504015. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/04/pdf/15.pdf>, 0,5 у.п.л.

4. Loyko V.I. Model ekonomicheskoi ocenki tehnologii vozdelivaniia sel'skohozyaistvennykh kultur / L.O. Velicanova, V.V. Tkachenko // Trudy KubGAU. - 2009. - № 18. - С. 18-22.

5. Lucenko E.V. Prognozirovanie urozainosti zernovykh kolosovykh i podderzka prinyatia resheniy po racionalnomu viboru agrotehnologii s promeneniem SK-analiza / E.V. Lucenko, V.I. Loyko, L.O. Velicanova // Politematicheskii setevoi electronnii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Electronnii resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №04(038). С. 101 – 126. – Shifr Informregistra: 0420800012\0047, IDA [article ID]: 0380804007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/07.pdf>, 1,625 у.п.л.

6. Tkachenko V.V. Informacionnaia podсистема planirovaniia i rascheta dozirovok organicheskikh udobrenii / V.V. Tkachenko, I.I. Trethakov, S.A. Boyarko // Politematicheskii setevoi electronnii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Electronnii resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2012. – №06(080). С. 593 – 608. – IDA [article ID]: 0801206047. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/47.pdf>, 1 у.п.л.

7. Trubilin A.I. Modeli i metodi upravleniia economicoi APK regiona / A.I. Trubilin, T.P. Baranovskaiia, V.I. Loyko, E.V. Lutsenko // Krasnodar, 2012.