

УДК 631.158

UDC 631.158

08.00.00 Экономические науки

Economic science

**МЕТОДИКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ  
КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И ВЫБОРА  
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР<sup>1</sup>**

**METHODS OF MULTICRITERIAL  
COMPREHENSIVE ASSESSMENT AND  
SELECTION OF THE TECHNOLOGY FOR  
GROWING CROPS**

Ткаченко Василий Владимирович  
к.э.н., доцент

РИНЦ SPIN-код: 6878-2800

*Кубанский государственный аграрный  
университет им. И.Т. Трубилина, Россия, 350044,  
Краснодар, Калинина ул., 13,  
tkachenkovasso@yandex.ru*

Tkachenko Vasily Vladimirovich  
Cand.Econ.Sci., assistant professor

*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilina, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13,  
tkachenkovasso@yandex.ru*

Ткаченко Наталья Андреевна  
магистрант

*Кубанский государственный аграрный  
университет им. И.Т. Трубилина, Россия, 350044,  
Краснодар, Калинина ул., 13,  
natalia-mironova1990@mail.ru*

Tkachenko Natalia Andreevna  
master's degree student

*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilina, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13,  
[natalia-mironova1990@mail.ru](mailto:natalia-mironova1990@mail.ru)*

Сафьянова Валерия Викторовна  
магистрант

*Кубанский государственный аграрный  
университет им. И.Т. Трубилина, Россия, 350044,  
Краснодар, Калинина ул., 13,  
lerusik.saf.ru@mail.ru*

Safianova Valerria Victorovna  
master's degree student

*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilina, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13, [lerusik.saf.ru@mail.ru](mailto:lerusik.saf.ru@mail.ru)*

Производство и переработка зерна образуют в народнохозяйственной системе страны ряд крупных секторов, таких как зерновое производство, элеваторная промышленность, мукомольное, крупяное и комбикормовое производство, которые составляют зерновой комплекс страны. Значение и роль зерна, как товара в экономике государства трудно переоценить. Это товар, который имеет постоянный, устойчивый спрос в любое время года, в любом регионе, то есть является абсолютно ликвидным. Проводимые меры по увеличению производства зерна и улучшению его реализации не имели комплексного характера, следовательно, незначительно влияли на эффективность отрасли и конкурентоспособность зерновой продукции. Дефицит покрывался за счет импорта. 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

Production and processing of grains have formed a number of cereals-governmental sectors in the national economic system of the country, such as grain production, grain elevator industry, flour, cereals and mixed fodder production, which constitute the grain complex country. The significance and the role of the grain as a commodity in the state economy can not be overestimated. This product, which is totally liquid, has a constant, steady demand at any time of the year, in any region. Ongoing measures to increase grain production and improve its implementation did not have a complex character, therefore, insignificant effect on the efficiency of the industry and the competitiveness of grain production. The shortage was covered by imports. 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

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

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 методика многокритериальной комплексной оценки технологии возделывания сельскохозяйственных культур

**Ключевые слова:** УПРАВЛЕНИЕ РАСТЕНИЕВОДСТВОМ, МОДЕЛЬ, МЕТОДИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА, ОЦЕНКА, ВЫБОР, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ГРАФИК-ПАУТИНА, ТАБЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ

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 discusses the methodology of multicriteria comprehensive evaluation of technology cultivation crops

**Keywords:** PLANT GROWING MANAGEMENT, MODEL, MATHEMATICAL MODELING, METHODS, TECHNOLOGY, CROPS, EVALUATION, SELECTION, COST-EFFECTIVE, GRAPHIC METHODS, SCHEDULE-WEB, TABULAR METHOD

**Doi:** 10.21515/1990-4665-123-112

В условиях рыночной экономики эффективность сельскохозяйственного производства в значительной степени определяется конкурентоспособностью продукции. Эффективное, конкурентоспособное производство во многом зависит от используемых технологий, поэтому они постоянно совершенствуются учёными и практиками. Выбор лучшей технологии – трудная задача и требует научного обоснования.

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, приводит к тому, что затраты труда и материальных ресурсов существенно возрастают, предприятие недополучает прибыль, а иногда несет убытки. Поэтому разработка методики 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.

В связи с этим в данном исследовании была поставлена цель: совершенствование математических моделей и методов и разработка методики многокритериальной комплексной оценки экономической эффективности технологических процессов в растениеводстве.

Возделывание полевых культур и выбор наилучших технологий – это не простой организационно – экономический процесс, нуждающийся в четком управлении. Традиционно процесс управления возделыванием полевых культур можно представить по схеме, представленной на рисунке 1.

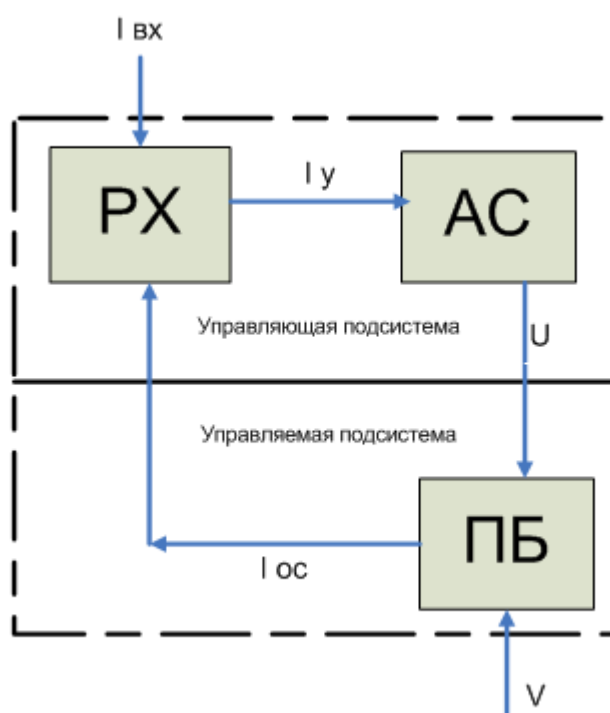


Рисунок 1 – Укрупненная структурная схема управления экономическими процессами предприятий сферы АПК

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.).

Растениеводство, как отрасль сельского хозяйства состоит из четырех глобальных процессов: процесса производства зерна, его хранения, переработки и реализации уже готовой продукции растениеводства.

На первом этапе производства сельскохозяйственной продукции осуществляются предпосевные (подготовительные) мероприятия, к которым можно отнести составление и оптимизацию севооборотов хозяйства, планирование производства сельскохозяйственной продукции, составление различных прогнозов, разработку и расчет технологических карт, а также оценку и выбор технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

Далее следует этап полевых работ, состоящий из посевных работ, уходу за посевами и уборкой урожая.

На третьем (заключительном) этапе происходит анализ результатов деятельности производства сельскохозяйственной продукции. (см.рис.2)

Данные исследования посвящены разработке адекватного экономико-математического аппарата управления процессами производства зерна, начиная с момента составления и оптимизации севооборотов, составления и расчета технологических карт и заканчивая анализом и оценкой технологических процессов.

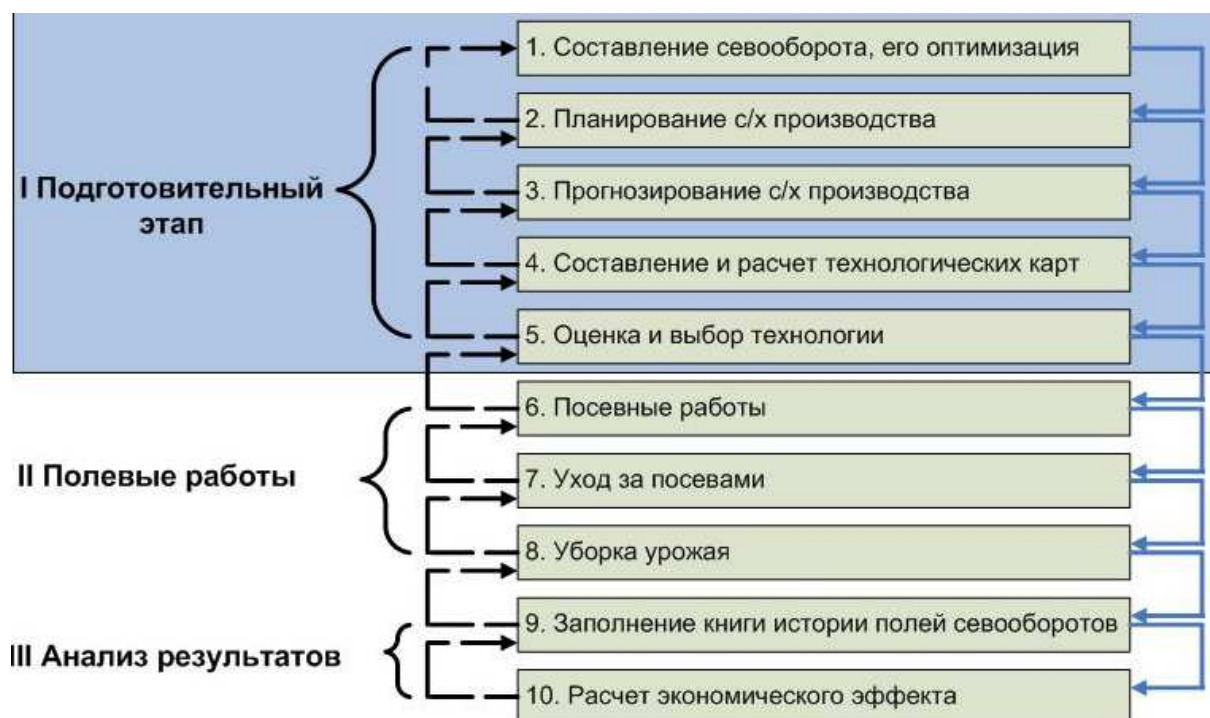


Рисунок 2 – Этапы производства продукции растениеводства

Для выбора наилучшей технологии из числа альтернативных, предложена методика выбора экономически эффективных технологических процессов в растениеводстве, состоящая из последовательных трех этапов. На первом этапе осуществляется выбор набора технологий с использованием метода бинарных решающих матриц, далее следует этап сравнения выбранных технологий с использованием многокритериальной экономико-математической модели и наглядного графика-паутины. На заключительном этапе происходит анализ и выбор экономически эффективной технологии с помощью матричной модели.

Для реализации первого этапа методики анализа и оценки технологических процессов в растениеводстве был адаптирован метод бинарных решающих матриц. Предполагается, что 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 ним стоит задача по определенным

критериям выбрать подходящую для данного хозяйства, климатической зоны, почвы технологию.



Рисунок 3 – Модельный состав методики многокритериальной комплексной оценки технологических процессов в растениеводстве

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

$$D_j = \sum a_{i,j} \rightarrow \max \quad (1)$$

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

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

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

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

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
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

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

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.

Лицом принимающим решение, задаются требования по каждому критерию искомым технологиям, в нашем случае урожайность должна составлять не менее 80 ц/га, себестоимость одного центнера не превышать 100 рублей и т.д.

Далее происходит поиск строк в бинарной решающей матрице технологий, после чего по столбцам суммируются бинарные оценки критериев по каждой из технологий. Лучшей будут те технологии, оценка которых будет максимальном. В нашем случае технология с кодом 3132 и 2132.

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>



Достоинство этой системы выбора в том, что матрицы решений охватывают большую часть встречающихся на практике технологий и критериев выбора, эту модель легко реализовать в виде базы данных.

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.

Данный прием выбора технологии является первым этапом в процессе поиска решения, с помощью данного метода из базы данных технологий мы отбираем 6-8 наиболее подходящих технологических приема.

Для устранения вышеизложенных недостатков, на втором этапе предложенной методики модель бинарных решающих матриц необходимо дополнить многокритериальной экономико-математической моделью комплексной оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Отличительной особенностью модели будет являться использование комбинации математических и графических методов аппарата моделирования.

В отличие от диаграмм, построенных в прямоугольных декартовых координатах, график-паутина представляет собой наглядную диаграмму, построенную в полярных координатах. Оси, на которые наносятся значения критериев, направлены по радиусам от центра окружности к периферии. На рисунке 2 приведён пример, поясняющий этот метод.

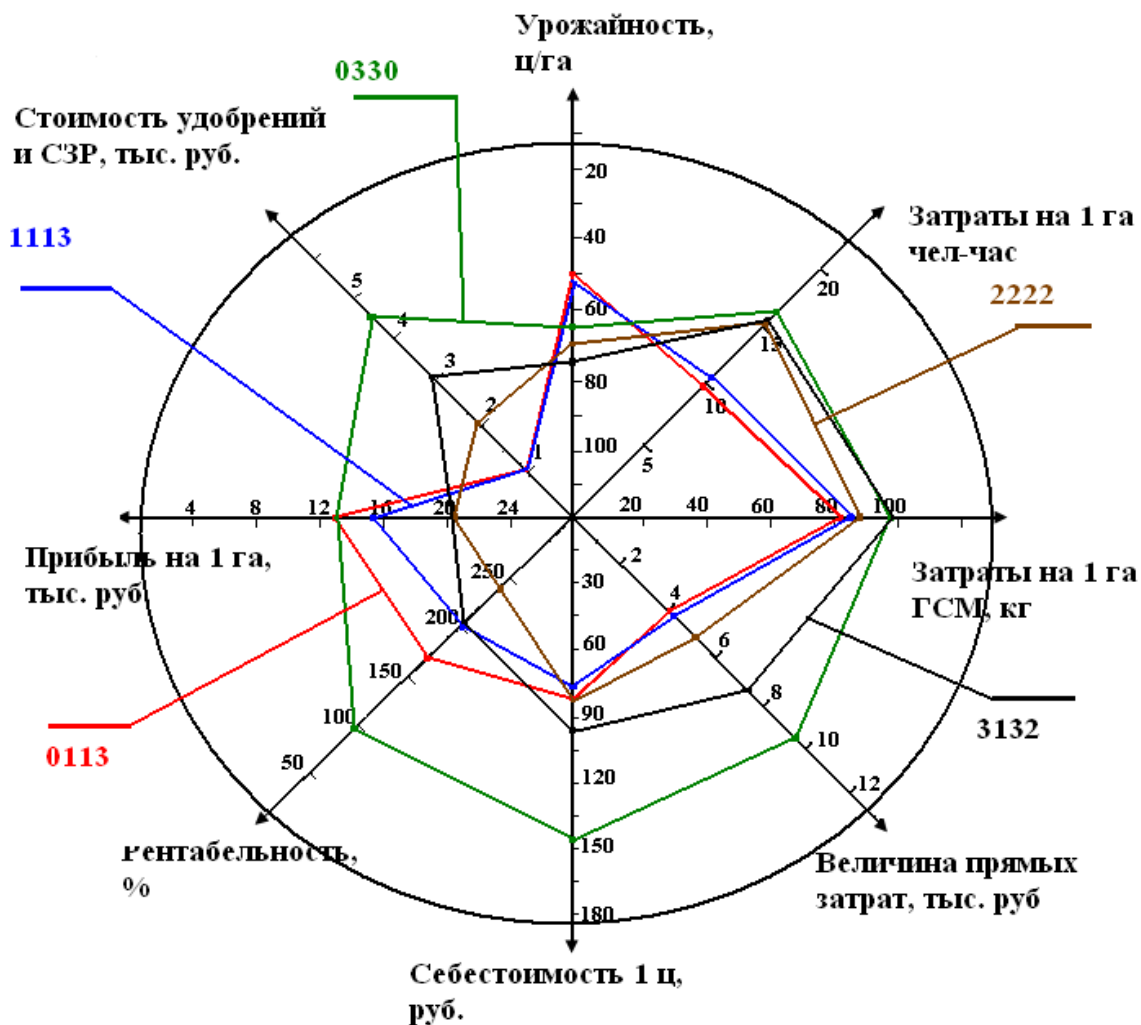


Рисунок 4 – Сравнение вариантов технологий возделывания озимой пшеницы с помощью графика-паутины

Для этих восьми критериев рисуем круг и в нём восемь радиальных шкал (см. рис.4), на которые наносятся числовые значения этих критериев таким образом, что лучшие значения располагаются ближе к центру, а худшие дальше от него, ближе к внешним окружностям. При этом не имеет значения, как проградуированы шкалы – в относительных единицах, условных обозначениях или только словесно. Главное, чтобы было видно постепенное изменение критериев, отражающее тенденцию к ухудшению от центра к периферии. Кроме того, на внутренней окружности должны быть указаны самые лучшие, но не утопические цифры, а на внешней

окружности должны располагаться плохие оценки, которые в свою очередь не должны быть меньше некоторого известного минимума. Затем необходимо для нескольких сравниваемых технологий выбрать подходящие оценки и отметить их на соответствующих шкалах. На следующем этапе необходимо соединить точки, проставленные на осях, замкнутой линией – полигоном (для каждой технологии отдельно). Именно эту замкнутую ломанную линию и называют паутиной. Теперь на нашей полярной диаграмме образуются несколько (по числу сравниваемых технологий) неправильных многоугольника ( $n$  – угольника, где  $n$  – число критериев), каждый из которых представляет отдельную технологию. Правило оценки на основании графика-паутины гласит: паутина, очерчивающая наименьшую площадь, соответствует лучшему варианту.

При таком методе сравнения нескольких вариантов технологий как бы сами собой вскрываются имеющиеся в них недостатки и становится ясным, в какой степени улучшение того или иного параметра окажет благоприятное влияние на общую картину (площадь «паутины»).

Однако следует отметить и некоторые недостатки данного подхода:

1) число сравниваемых с помощью графика-паутины объектов или вариантов не должно превышать четырёх, иначе утрачивается преимущество наглядности;

2) случаи, когда значения критериев отбора незначительно отличаются друг от друга, график-паутина также теряет свою наглядность.

Ввиду перечисленных недостатков графического метода, необходимо усовершенствовать данный метод, путем разработки математической модели, что позволит перевести данный метод из разряда графических в математический метод.

Целевой функцией модели является минимизация площади графика-паутины:

$$M_j \rightarrow extr; \quad extr \in \{\min, \max\}; \quad (3)$$

где  $M_j$  – площадь образованной паутины, соответствующей какой-либо из рассматриваемых альтернатив,  $j$  – номер технологии. Наиболее выгодной с точки зрения рассматриваемых критериев окажется та технология, площадь паутины которой будет минимальной.

Таблица 3 – Фрагмент шкалы перевода величин показателей в безразмерные единицы

Урожайность		Себестоимость 1-го ц.		Прибыль на 1 га.		Прибыль на 1 руб. затрат		Затраты на 1 га.	
ц/га	Безр-ая ед.	Руб.	Безр-ая ед.	руб.	Безр-ая ед.	руб.	Безр-ая ед.	чел-час	Безр-ая ед.
10	1	10	1	10000	1	0,1	1	20	1
20	2	20	2	11000	2	0,2	2	19	2
30	3	30	3	12000	3	0,3	3	18	3
40	4	40	4	13000	4	0,4	4	17	4
50	5	50	5	14000	5	0,5	5	16	5
60	6	60	6	15000	6	0,6	6	15	6
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Для возможности вычисления площадей паутины, необходимо ввести следующие усовершенствования: углы между осями должны быть равными и вычисляться по формуле  $l = 360/i$ , где  $l$  – это угол между осями координат,  $i$  – количество критериев оценки.

Далее необходимо вычислить длину отрезка от центра радиальной шкалы до отмеченного значения критерия, для этого все критерии как количественные, так и качественные (словесные), переводятся в соответствии с разработанной шкалой в отвлеченные безразмерные единицы. (см. табл. 3)

В результате перечисленных преобразований, вычисляется площадь каждого  $n$ -угольника, представляющего собой сумму площадей треугольников, образованных соседними по оси критериями:

$$M_j = \sum_{i=1}^k S_i; \quad i = \overline{1, k}; \quad j = \overline{1, m}; \quad (4)$$

где  $i$  – критерии оценки,  $k$  – число критериев,  $m$  – число сравниваемых альтернативных технологий,  $S_i$  – площадь треугольника, образованная соседними критериями (осями).

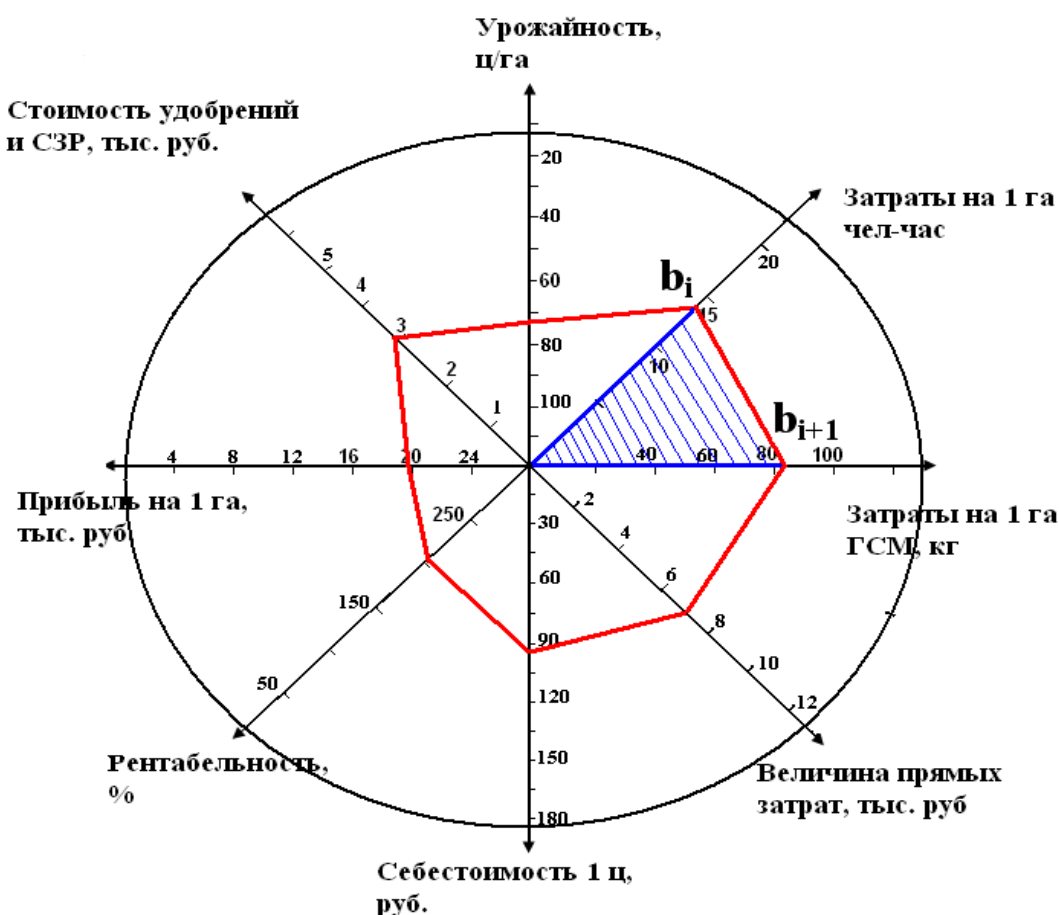


Рисунок 5 – Вычисление площади n-угольника

Применяем формулу вычисления площади треугольника к модели, получаем:

$$M_j = \sum_{i=1}^k \frac{b_i \times b_{i+1} \times \sin \beta}{2} \quad (5)$$

где  $b_i$  – длина отрезка, соответствующего какому-либо критерию рассматриваемой альтернативы, переведенной в отвлеченную безразмерную единицу,  $b_{i+1}$  – длина отрезка, образованного следующим критерием.

Разработанная математическая модель (5) позволяет более точно оценивать варианты технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур даже в тех случаях, когда наглядность графика-паутины пропадает. При этом модель позволяет одновременно сравнивать альтернативы, значения критериев которых не сильно отличаются друг от друга, а количество рассматриваемых технологий может быть больше пяти.

Переходим к рассмотрению третьего, заключительного этапа методики анализа и оценки технологических процессов в растениеводстве.

В действительности при выборе технологического приема возделывания сельскохозяйственных культур критерии оценки имеют разный приоритет по отношению друг к другу.

Для этих целей была разработана и апробирована матричная модель оценки технологий. За основу модели был взят известный метод анализа «Таблицы оценок».

Целевой функцией модели является нахождение максимального значения балльной оценки  $D_j$ -ой технологии.

Из рассмотренного выше примера можно сделать вывод, что целевой функцией метода является нахождение максимальной величины оценки технологии.

$$D_j \rightarrow \text{MAX} \quad (6)$$

где под  $D_j$  будем понимать значение итоговой оценки каждой из рассматриваемых технологий.

Модель метода «Таблицы оценок» легко представить в виде произведения по некоторому алгоритму двух матриц  $A$  и  $B$ :

$$A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix}, \quad (7) \quad B = \begin{pmatrix} b_{1.1} & b_{1.2} & \cdots & b_{1.j} \\ b_{2.1} & b_{2.2} & \cdots & b_{2.j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{i.1} & b_{i.2} & \cdots & b_{i.j} \end{pmatrix} \quad (8)$$

где под матрицей А будем понимать матрицу коэффициентов значимости критериев, под матрицей В будем понимать матрицу значений критериев оценки по каждой из технологий, где i – критерий оценки, а j – рассматриваемая технология.

Таблица оценок экономической эффективности технологических процессов (или матрица С) получается путем умножения коэффициента веса критерия  $a_i$  на соответствующие элементы строк матрицы В.

$$A \times B = C = \begin{pmatrix} a_1 \times b_{1.1} & a_1 \times b_{1.2} & \cdots & a_1 \times b_{1.j} \\ a_2 \times b_{2.1} & a_2 \times b_{2.2} & \cdots & a_2 \times b_{2.j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_n \times b_{i.1} & a_n \times b_{i.2} & \cdots & a_n \times b_{i.j} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Упрощая данное выражение, получаем математическую модель метода оценочных таблиц.

$$D_j = \sum a_n \times b_{i,j} \quad (10)$$

Следует отметить, что использование данной модели позволяет использования не только количественных критериев, но и качественных (качество зерна, различные экологические и агротехнические показатели).

В таблице представлен пример анализа трех альтернативных технологий на основе матричной модели. Обращаю ваше внимание, что коэффициенты важности критериев определяется лицом принимающим решение методом экспертных оценок, и для каждого хозяйства коэффициенты будут различными.

Таблица 4 – Фрагмент шкалы перевода величин показателей в безразмерные единицы

Критерии оценки	Коэф-т важно- сти кри- терия ( $a_i$ )	Код технологии					
		0113		1113		0330	
		$b_{i,j}$	$b_{i,j}*a_i$	$b_{i,j}$	$b_{i,j}*a_i$	$b_{i,j}$	$b_{i,j}*a_i$
Урожайность	0,1	5,0	<b>0,5</b>	5,3	<b>0,53</b>	6,5	<b>0,65</b>
Трудовые затраты	0,1	11,1	<b>1,11</b>	10,9	<b>1,09</b>	3,8	<b>0,38</b>
Стоимость семян	0,1	10,1	<b>1,01</b>	10,1	<b>1,01</b>	10,1	<b>1,01</b>
Себестоимость	0,3	8,0	<b>2,4</b>	7,7	<b>2,31</b>	14,6	<b>4,38</b>
Прибыль	0,2	5,4	<b>1,08</b>	6,5	<b>1,3</b>	5,5	<b>1,1</b>
Прибыль на 1 руб. затрат	0,2	12,8	<b>2,56</b>	12,6	<b>2,52</b>	16,5	<b>3,3</b>
<b>Сумма балльных оценок</b>	<b>1,0</b>	-	<b>8,66</b>	-	<b>8,76</b>	-	<b>10,82 (MAX)</b>

Переменная  $b_{ij}$  – это значение критериев оценки по каждой из технологий, переведенные в соответствии со шкалой перевода в относительную балльную единицу.

В результате специальной операции умножения вектора А на матрицу В получаем балльную оценку критерия по каждой технологии. Далее суммируются оценки по столбцам.

Таким образом, определяется экономически эффективная технология производства продукции растениеводства.

В результате исследования получены результаты и сделаны выводы:

1) исследованы теоретические и методологические аспекты организации управления технологическими процессами растениеводства в агропромышленном предприятии и проведен анализ математических и инструментальных средств оценки и выбора альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим, биоэнергетическим и экологическим показателям;



2) предложена процедура адаптации модели бинарных решающих матриц для задачи выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур, учитывающая специфику данной предметной области;

3) разработана новая многокритериальная экономико-математическая модель выбора эффективной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, отличительной особенностью которой является использование комбинации математических и графических методов аппарата моделирования;

4) апробирована матричная модель анализа и оценки альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим критериям, позволяющая получить обоснованную информацию для выбора эффективной технологии за счет введения качественных и количественных показателей;

5) разработана методика многокритериальной комплексной оценки и выбора экономически эффективных технологических процессов в растениеводстве, включающая последовательное использование результатов анализа критериев технологических процессов методами бинарных решающих матриц, графика - паутины и матричной модели оценки.

### Литература

1. 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.

2. Воробьева М.А. Состояние и перспективы развития индивидуального предпринимательства в агропромышленном секторе Краснодарского края / М.А. Воробьева // В сборнике: Проблемы достижения экономической эффективности и социальной сбалансированности: Императивы, правовые и хозяйственные механизмы. Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Финансового университета. Ответственный редактор: Сорокожердьеv В.В. – 2014. – С.52-57.

3. Ефанова Н.В. Принципы построения и этапы создания программного комплекса по анализу и оценке рисков на предприятиях АПК / Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар:

КубГАУ, 2008. – №01(035). С. 211 – 228. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0003, IDA [article ID]: 0350801014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/14.pdf>, 1,125 у.п.л.

4. Лойко В.И. Адаптация модели бинарных решающих матриц к задаче выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Лойко, В.В. Ткаченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №10(114). С. 1592 – 1603. – IDA [article ID]: 1141510115. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/115.pdf>, 0,75 у.п.л.

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

6. Параскевов А.В. Предпосылки разработки адаптивной системы поддержки принятия оперативных решений в управлении ИТ-проектами / А.В. Параскевов, Ю.Н. Пенкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 1893 – 1905. – IDA [article ID]: 1121508138. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/138.pdf>, 0,812 у.п.л.

7. Спирина С.Г. Анализ социально-экономического развития Краснодарского края / С.Г. Спирина // Terra Economicus. – 2006. Т.4. №4-2. – С.273-277.

8. 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.

9. Ткаченко В.В. Предпосылки совершенствования моделей и методов управления производством зерна / В.В. Ткаченко, Л.О. Великанова // Современные проблемы науки и образования. – 2008. - №4. – С.121-123.

10. Ткаченко В.В. Предпосылки создания системы моделей и методики многокритериальной оценки и выбора технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.В. Ткаченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). С. 1680 – 1693. – IDA [article ID]: 1131509119. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/119.pdf>, 0,875 у.п.л.

## Reference

1. Velikanova L.O. Predposilki sozdaniia avtomatizirovannoi informacionnoi systemi «Upravlenie vozdelivaniem polevikh 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.

2. Vorobeva M.A. Sostoyanie i perspektivi razvitiia individualnogo predprinimatilstva v agropromishlennom sectore Krasnodarskogo kraia / M.A. Vorobeva // V sbornike: Problemi dostizheniia ekonomicheskoi effektivnosti i socialnoi sbalansirovannosti: Imperativi, pravovie i hoziaistvennie mehanizmi. Mezhdunarodnoi nauchno-practicheskoi konferencii, posviashennoi 95-letiu Finansovogo universiteta. Otvetstvennii redactor^ Sorokosherdev V.V. – 2014. – С.52-57.

3. Efanova N.V. Principi postroeniia i etapi sozdaniia programmno kompleksa po analizu I ocenke riskov na predpriatiih APK / N.V. Efanova // Politematicheskii setevoi elektronii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Elektronnii resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2008. – №01(035). С. 211 – 228. – Shifr Inform-registra: 0420800012\0003, IDA [article ID]: 0350801014. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/14.pdf>, 1,125 u.p.l.

4. Loyko V.I. Adaptaciia modeli binarnih reshaushih matric k zadache vibora tehnologii vozdelivaniia selskohozyaistvennih kultur / V.I. Loyko, V.V. Tkachenko // Politematicheskii setevoi elektronii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Elektronnii resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2015. – №10(114). С. 1592 – 1603. IDA [article ID]: 1141510115. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/115.pdf>, 0,75 u.p.l.

5. Loyko V.I. Model ekonomicheskoi ocnki tehnologii vozdelivaniia selskohozyaistvennih kultur / L.O. Velicanova, V.V. Tkachenko // Trudy KubGAU. - 2009. - № 18. - С. 18-22.

6. Paraskevov A.V. Predposilki razrabotki adaptivnoi sistemi podderzhki priniatiia operativnih reshenii v upravlenii IT-proectami / A.V. Paraskevov, U.N. Penkina // Politematicheskii setevoi elektronii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Elektronnii resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2015. – №08(112). С. 1893 – 1905. IDA [article ID]: 1121508138. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/138.pdf>, 0,812 u.p.l.

7. Spirina S.G. Analiz socialno-ekonomicheskogo razvitiia Krasnodarskogo kraia / S.G. Spirina // Terra Economicus. – 2006. Т.4 №4-2. – С.273-277.

8. Tkachenko V.V. Informacionnaia podsistema planirovaniia I rascheta dozirovok organicheskikh udobrenii / V.V. Tkachenko, I.I. Trethakov, S.A. Boyarko // Politematicheskii setevoi elektronii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Elektronnii 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 u.p.l.

9. Tkachenko V.V. Predposilki sovershenstvovaniia modeley i metodov upravleniia proizvodstvom zerna / V.V. Tkachenko, L.O. Velikanova // Sovremennie problem nauki i obrazovaniia. – 2008 - №4. – С.121-123.

10. Tkachenko V.V. Predposilki sozdaniia sistemi modeley i metodiki mnogokriterialnoi ocnko I vibora tehnologiy vozdelivaniia selskohozyaistvennih kultur / V.V. Tkachenko // Politematicheskii setevoi elektronii nauchnii zhurnal Kubanskogo agrarnogo universiteta (Nauchnii zshurnal KubGAU) [Elektronnii resurs]. Krasnodar: KubGAU, 2015. – №09(113). С. 1680 – 1693. – IDA [article ID]: 1131509119. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/119.pdf>, 0,875u.p.l.