

УДК 631.158

UDC 631.158

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**SYSTEM OF DECISION-MAKING SUPPORT OF ECONOMIC PARAMETERS MANAGEMENT IN PLANT GROWING**Ткаченко Василий Владимирович
ассистентTkachenko Vasily Vladimirovich
assistant*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия**Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

От успехов растениеводства зависит эффективность не только самой отрасли, но и других отраслей сельского хозяйства и, в целом, экономики сельскохозяйственных предприятий. В статье рассмотрены модели и методы совершенствования процесса поддержки принятия решений в растениеводстве.

Plant growing successes influence the effectiveness of not only the branch in itself, but of the other agricultural branches and economics of agricultural enterprises in general as well. Models and methods of decision taking process improvement in plant growing were considered in the article.

Ключевые слова: УПРАВЛЕНИЕ РАСТЕНИЕВОДСТВОМ, ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД «ПАУК-ЦИС», МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД «ТАБЛИЦЫ ОЦЕНОК».

Keywords: PLANT GROWING MANAGEMENT, GRAPHICAL METHOD "PAUK-TSIS", METHOD "TABLES OF VALUATIONS".

Одной из важнейших проблем в сельском хозяйстве остается увеличение производства зерна, как основного продукта питания. В связи с этим большую актуальность приобретают вопросы организации и интенсификации производства зерна.

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.

Применяемые в 70-90х годах интенсивные технологии возделывания полевых культур требовали больших затрат (дорогие семена, большое количество средств защиты растений, удобрений, большое число рабочих операций). Данные технологии были ориентированы, прежде всего, на получение максимального урожая, что не всегда означало высокую прибыль, ведь порой оказывалось, что расходы многократно превышали доходы хозяйства. В условиях рыночной экономики это не приемлемо.

Обеспечить прибыльность и максимальную отдачу возделывания сельхоз культур и отрасли в целом возможно только при переходе от затратных

агротехнологий к ресурсо- и энергосберегающим системам. Учеными нашего университета было разработано и испытано более ста различных технологий, каждая из которых адаптирована к определенной территориальной зоне, и что не маловажно - к экономическому состоянию хозяйства. [7]

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.

В условиях переходного этапа развития экономики в нашей стране, не исключены случаи изменений цен на ГСМ, семена, удобрения, средства защиты растений. В таких условиях трудно обоснованно выбрать технологию, рассчитать затраты, рентабельность, спрогнозировать прибыль.

Расчет технологических карт – трудный, кропотливый процесс, занимающий несколько дней, а иногда и недель. При этом, если внезапно изменится цена, скажем, на семена, технологическую карту придется рассчитывать заново, заново проводить экономический анализ агротехнологий. А где гарантия, что к тому времени, когда тех. карты будут пересчитаны, не изменится цена на горючее?

Немаловажным фактором является и то, что при составлении и расчете технологической карты вручную работают несколько специалистов: это и агроном, который выбирает технологию из числа альтернативных по ряду агроэкологических показателей, экономист, который учитывает в тех карте затраты на ГСМ, текущий ремонт, амортизационные отчисления, который проводит финансовый анализ по технологическим картам всех предложенных ему агротехнологий, выбирает наиболее приемлемую и экономически выгодную. При таком трудоемком процессе, как формирование технологической карты и проведение экономического анализа высока вероятность допущения ошибок одним из специалистов (так называемый человеческий фактор), такие ошибки не просто обнаружить и исправить.

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

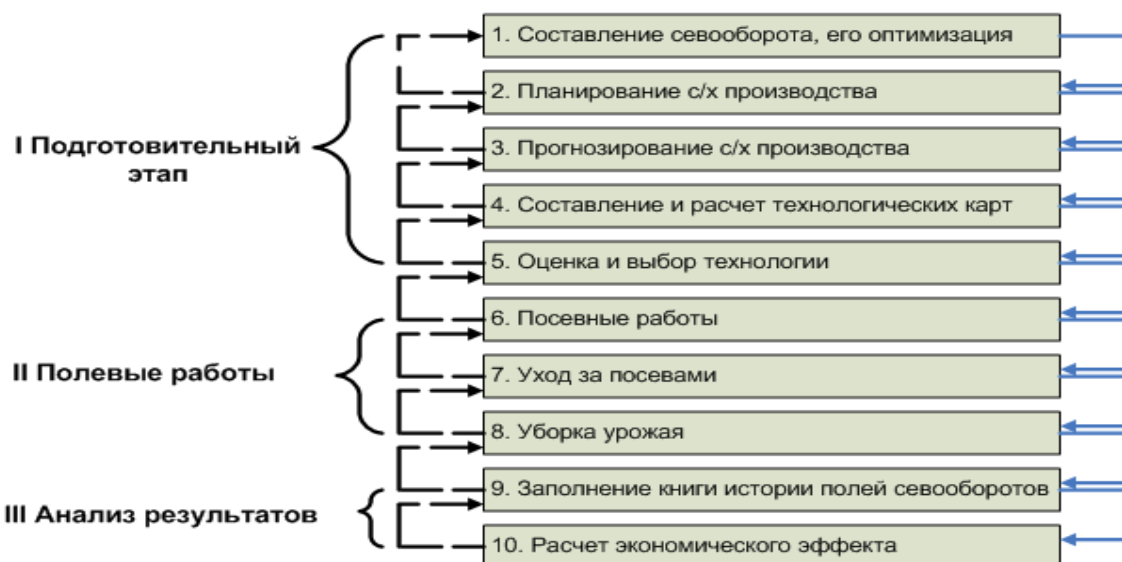


Рисунок 1 – Этапы производства продукции растениеводства

На первом этапе производства сельскохозяйственной продукции осуществляются предпосевные (подготовительные) мероприятия, к которым можно отнести составление и рационализацию 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, уходом за посевами и уборкой урожая.

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

Учитывая особенности управления в сельском хозяйстве следует особенно подчеркнуть, что отсутствие объективной и своевременной информации на всех этапах производства продукции растениеводства, приводит к то-

му, что затраты труда и ресурсов, вложенные в производство сельхозпродукции в течение длительного периода оборачиваются прямыми потерями у товаропроизводителей. Поэтому разработка и внедрение системы поддержки принятия решений на всех уровнях управления производством приобрело весьма актуальный характер.

Система поддержки принятия решений является неотъемлемой частью интегрированной системы управления сельскохозяйственным предприятием и обеспечивает процесс принятия решений на всех этапах производства продукции.

Для современных интегрированных систем управления (ИСУ) характерен значительный рост объемов информации, хранящейся в банках данных предприятия. Руководителю и главным специалистам сельскохозяйственных предприятий требуется своевременное предоставление документов или справочной информации, принадлежащих различным предметным областям (множествам), в процессе подготовки и принятия решения. Значительно возрастают требования к оперативности и качеству функционирования систем поиска информации, используемых лицом, принимающим решения (ЛПР) в различных экономических и производственных ситуациях.

Указанное обстоятельство требует разработки новой методики поддержки принятия решений в растениеводстве, алгоритмов поиска управленческих решений, используемых при реализации поддержки принятия решений в ИСУ современных предприятий. Это обуславливает актуальность, экономическую целесообразность и практическую значимость данного исследования.

В идеале, процесс принятия решений в растениеводстве состоит из следующих этапов: исследование проблемы, разработка и утверждение севооборота, формирование возможных вариантов технологий возделывания сельскохозяйственных культур, описание каждой из технологий, оценка технологии по экономическим, биоэнергетическим и агроэкологическим показателям, выбор технологического приема, обобщение накопленного опыта. На

рис.2 представлена блок-схема алгоритма процесса принятия решений в растениеводстве.

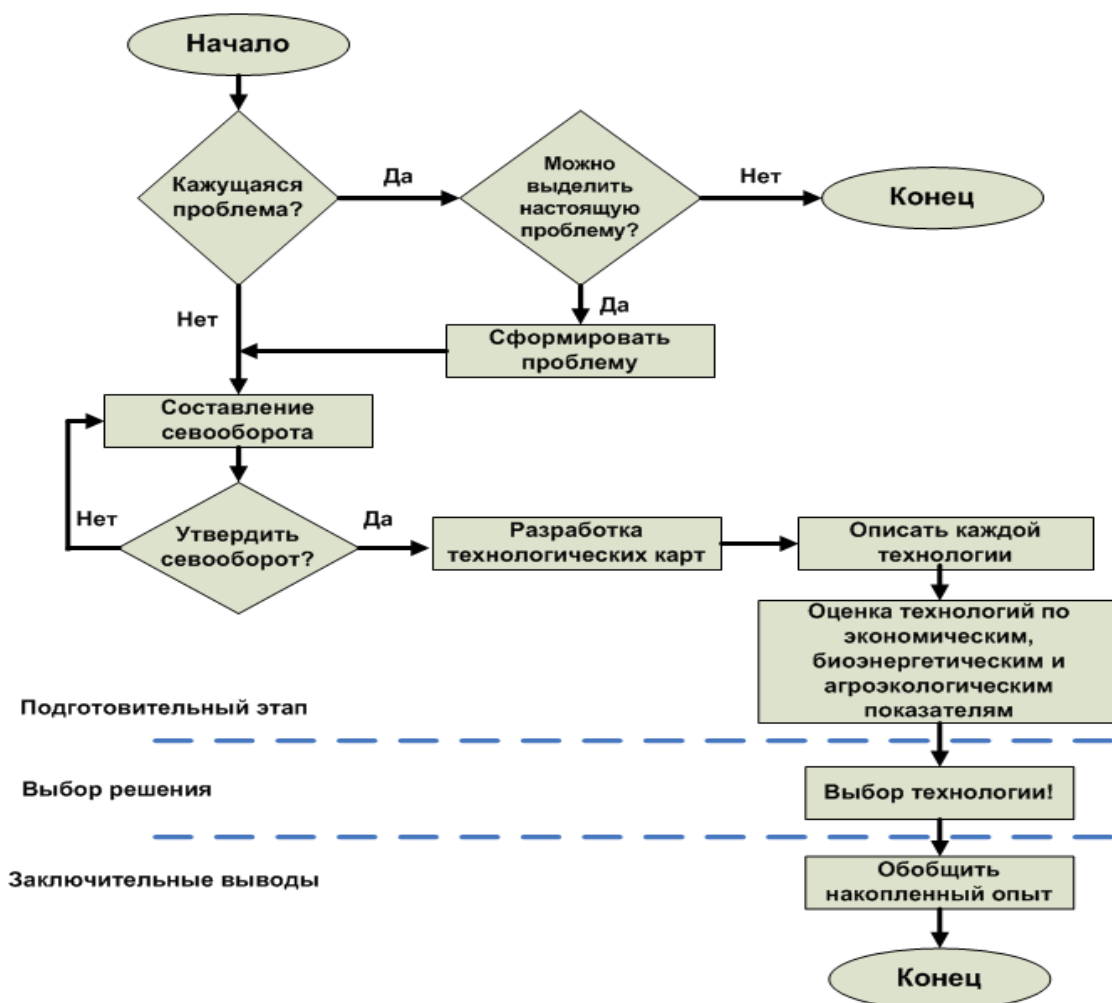


Рисунок 2 – Алгоритм поддержки принятия решений в растениеводстве

Особо остро встает вопрос совершенствования методики управления экономическими параметрами растениеводства в зонах рискованного земледелия. Повышенный уровень неопределенности в отрасли растениеводства требует особых управленческих решений на всех этапах производства продукции растениеводства, начиная с момента разработки оптимальных севооборотов и заканчивая уборкой урожая.

Данные обстоятельства обуславливают актуальность углубленных исследований экономико-математических моделей и методов управления экономическими параметрами растениеводства. Эти проблемы необходимо ре-

шать путем разработки новых моделей и методов управления растениеводством, автоматизации таких трудоемких процессов, как составление и расчет технологических карт, анализ и выбор технологии различными экономико-математическими методами. И решать эту проблему нужно в рамках создания системы управления сельхоз предприятием.

Исследования посвящены разработке математических и инструментальных методов оценки и выбора альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим параметрам в управлении растениеводством.

Целью исследования является совершенствование системы поддержки принятия решений управления экономическими параметрами в растениеводстве на основе математических моделей, методов и разработки подходов к совершенствованию информационного обеспечения процессов управления растениеводством.

Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие задачи:

- произведено теоретическое обоснование показателей экономической и биоэнергетической оценки альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур;

- исследованы теоретические и методологические аспекты организации управления экономическими параметрами производства продукции растениеводства в агропромышленном предприятии;

- произведен аналитический обзор математических и инструментальных средств оценки и выбора альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим и биоэнергетическим критериям;

- в контексте общей проблемы оценки и выбора технологического приема возделывания сельскохозяйственных культур, раскрыта методическая возможность и целесообразность использования информационных тех-

нологий и математических моделей и методов для поддержки принятия решений управления экономическими параметрами в растениеводстве;

- на основании анализа методов оценки и выбора альтернатив сформулированы пути совершенствования данных методов и принципы построения системы поддержки принятия решений в растениеводстве

- разработана архитектура программного комплекса и алгоритм ее функционирования, а также осуществлена ее реализация в виде прикладной программы и модулей.

2. Совершенствования моделей и методов оценки и выбора альтернатив

Разработанная система поддержки принятия решений управления экономическими параметрами в растениеводстве основана на шестнадцати математических моделях и методах управления и включает в себя следующие элементы: (см.рис.3)



Рисунок 3 – Модельное обеспечение системы поддержки принятия решений в растениеводстве

Прогнозирование урожайности полевых культур и выбор технологии их возделывания возможно, производить с использованием методов линей-

ного программирования. В частности для выбора технологии возделывания озимой пшеницы из предложенных альтернативных технологий была разработана и реализована экономико-математическая модель.

Целевой функцией данной модели выступает получение \max прибыли.

$$\max Z = \sum_{j \in i} c_j x_j \quad (1)$$

Ограничениями являются лимитирующие производственные ресурсы и наличие средств на их приобретение, такие как: средства защиты растений, удобрения (органические, минеральные), горючее, средства механизации, труд и др.

1) Условие по набору технологий, формула (2):

$$\sum_{j \in i} x_j = 1 \quad (2)$$

2) По использованию производственных ресурсов, формула (3):

$$\sum a_{ij} x_j \leq b_i \quad (3)$$

3) Неотрицательность переменных, формула (4):

$$x_j \geq 0 \quad (4)$$

При записи модели были приняты следующие обозначения:

j – индекс переменной;

i – множество переменных;

X_j – значение j переменной;

b_i – объем i -го ресурса.

В результате решения задачи симплекс методом были получены оптимальные варианты для ОАО «Агрофирма – племзавод «Победа»» Каневского района.

В дальнейшем полученная информация сопоставляется с данными технологических карт, и по полученным результатам принимается решение.

На основании проведенного во второй главе анализа графических методов оценки альтернатив, усовершенствуем графический метод «Паук –

ЦИС» представляющий собой наглядную диаграмму, построенную в полярных координатах. Оси, на которые наносятся значения критериев, направлены по радиусам от центра окружности к периферии. На рис.5 приведён пример, поясняющий этот метод.

Для восьми критериев рисуем круг и в нём восемь радиальных шкал (см. рис.3), 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, представленные 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 «Паука-ЦИС» гласит: паутина, очерчивающая наименьшую площадь, соответствует лучшему варианту.

Основное преимущество метода «Паук-ЦИС» над методом линейного программирования – прежде всего наглядность.

Однако в ходе исследования были выявлены некоторые недостатки данного подхода:

1) число сравниваемых с помощью диаграммы ЦИС объектов или вариантов не должно превышать четырёх, иначе утрачивается преимущество наглядности;

2) случаи, когда значения критериев отбора незначительно отличаются друг от друга, диаграмма ЦИС также теряет свою наглядность.

Ввиду перечисленных недостатков графического метода «Паук-ЦИС» было принято решение по усовершенствованию данного метода, путем разработки математической модели, что позволит перевести данный подход из разряда графических в математический метод.

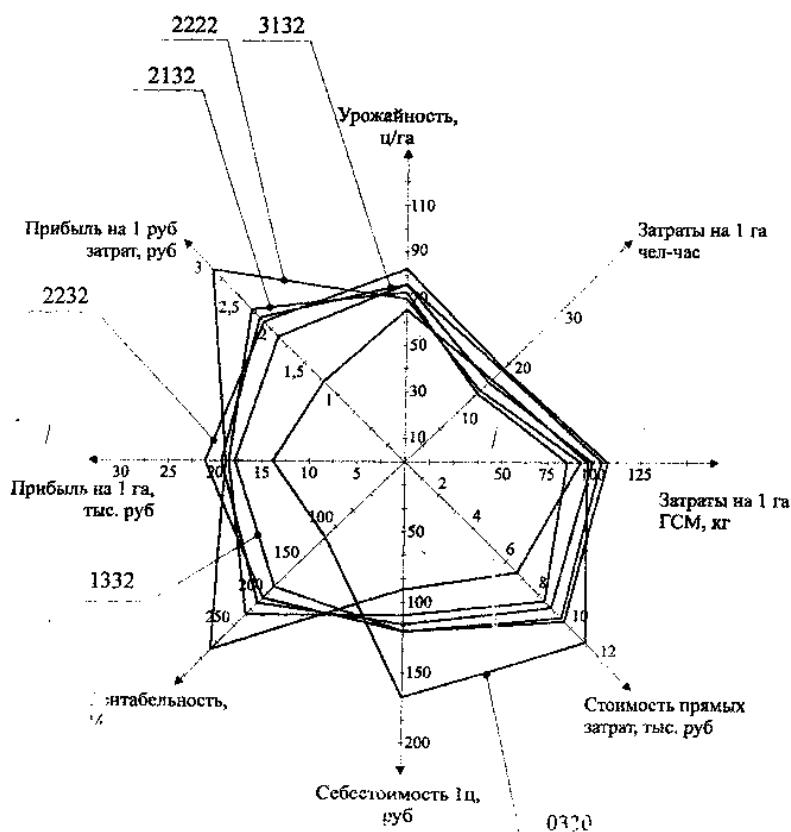


Рисунок 4 – Диаграмма «Паук-ЦИС»

Целевой функцией модели является:

$$M_j \rightarrow MIN \tag{5}$$

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.

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.

Таблица 1 – Шкала перевода величин показателей в единую бальную шкалу

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
70	7	70	7	16000	7	0,7	7	14	7
80	8	80	8	17000	8	0,8	8	13	8
90	9	90	9	18000	9	0,9	9	12	9
100	10	100	10	19000	10	1,0	10	11	10
110	11	110	11	20000	11	1,1	11	10	11
120	12	120	12	21000	12	1,2	12	9	12
130	13	130	13	22000	13	1,3	13	8	13
140	14	140	14	23000	14	1,4	14	7	14
150	15	150	15	24000	15	1,5	15	6	15
160	16	160	16	25000	16	1,6	16	5	16
170	17	170	17	26000	17	1,7	17	4	17
180	18	180	18	27000	18	1,8	18	3	18
190	19	190	19	28000	19	1,9	19	2	19
200	20	200	20	29000	20	2,0	20	1	20

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 бальные единицы. (см. табл. 1)

В результате перечисленных преобразований, можно вычислить площадь каждого n-угольника, представляющего собой сумму площадей треугольников, образованных соседними по оси критериями.

$$M_j = \sum_{i=1}^k Si \tag{6}$$

где i – критерии оценки, k – число критериев, Si – площадь треугольника, образованная соседними критериями (осями). Применяем формулу вычисления площади треугольника к нашей модели, получаем:

$$M_j = \sum_{i=1}^k \frac{b_i \times b_{i+1} \times \sin l}{2} \tag{7}$$

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 (7) позволяет наиболее точно оценивать варианты технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур даже в тех случаях, когда наглядность графика-паутины пропадает из-за незначительных отличий каждой из технологий, при этом количество рассматриваемых альтернатив может превышать количество четырех.

В таблице оценок возможные варианты решений, критерии для выбора того или иного варианта и оценочные характеристики сопоставляются таким образом, чтобы стала наглядной предпочтительность того или иного варианта. (см. табл. 2)

Таблица 2 – Оценка технологий возделывания озимой пшеницы при неравноценных критериях

Критерий	Коэф-т A_i	Технологии возделывания озимой пшеницы							
		0113		1113		0330		2222	
		P	P*K _b	P	P*K _b	P	P*K _b	P	P*K _b
Урожайность	0,1	5,0	0.5	5,3	0.53	6,5	0.65	7,0	0.7
Затраты чел-час.	0,1	11,1	1.11	10,9	1.09	3,8	0.38	5,7	0.57
Стоимость семян	0,1	10,1	1,01	10,1	1,01	10,1	1,01	10,1	1,01
Себестоимость 1 ц.	0,3	8,0	2,4	7,7	2,31	14,6	4,38	8,1	2,43
Прибыль на 1 га	0,2	5,4	1,08	6,5	1,3	5,5	1,1	11,1	2,22

Прибыль на 1 руб. затрат	0,2	12,8	2,56	12,6	2,52	16,5	3,3	12,8	2,56
Сумма	1,0	8,66		8,76		10,82(MAX)		9,49	

Необходимо отметить, что все важные решения, которые могут повлечь за собой тяжелые последствия, надо подготавливать, а при необходимости и принимать только коллегиально. Если агропредприятие собирается воспользоваться при этом табличным способом оценки возможных вариантов, то можно либо

а) предложить каждому члену коллектива (в данном случае речь идет о руководителе хозяйства, главном агрономе, экономисте и др. ЛПР) заполнить подготовленную таблицу типа табл. 2

б) составить такую оценочную таблицу в результате совместного обсуждения.

В первом случае, разумеется, надо сначала договориться о критериях оценки и шкале. Весовые коэффициенты A_i и безразмерные характеристики P каждый участник может указать независимо. Обобщая, из сумм для каждого варианта образуют средние арифметические. Минимум (или максимум) среди этих средних указывает на лучший вариант коллективного решения.

Рассмотрим еще одну разновидность нашей системы оценок. Может случиться, что при коллективной мнения участников будут неравнозначны. Решению опытного эксперта, по-видимому, следует придать больший вес, чем выводу молодого специалиста. Каким же образом это учесть при окончательной оценке? В этом случае следует придерживаться методики отдельной оценки вариантов членами коллектива, но затем надо образовывать не обычные средние арифметические суммы, соответствующие каждому варианту, а так называемые *средние взвешенные значения*. Если для получения простого среднего арифметического сумму всех значений делят на их число, то взвешенное среднее арифметическое рассчитывают по формуле

$$\bar{S} = \frac{S1 \times M1 + S2 \times M2 + \dots + Sn \times Mn}{M1 + M2 + \dots + Mn} \quad (8)$$

Величины S_1, S_2 и т. д.— это отдельные значения, в нашем случае — суммы произведений для различных вариантов решений. «Весомость голоса» того или иного участника выражается величинами M_1, M_2, \dots, M_n , при этом, естественно, должны быть соблюдены разумные пропорции. Целесообразно для всех «средних» членов оценивающего коллектива принять значение $M=1$, а для остальных участников (людей или учреждений) положить M больше или меньше единицы.

Разработаем и опишем математическую модель данного метода.

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

$$D_j \rightarrow MAX \tag{9}$$

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 :

$$A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \mathbf{M} \\ a_n \end{pmatrix}, \tag{10}$$

где под матрицей A будем понимать матрицу коэффициентов значимости критериев;

$$B = \begin{pmatrix} b_{1.1} & b_{1.2} & \mathbf{L} & b_{1.j} \\ b_{2.1} & b_{2.2} & \mathbf{L} & b_{2.j} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ b_{i.1} & b_{i.2} & \mathbf{L} & b_{i.j} \end{pmatrix}, \tag{11}$$

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

Таблица оценок технологических параметров получается путем умножения двух исходных матриц А и В.

$$A \times B = C = \begin{pmatrix} a_1 \times b_{1.1} & a_1 \times b_{1.2} & \mathbf{L} & a_1 \times b_{1.j} \\ a_2 \times b_{2.1} & a_2 \times b_{2.2} & \mathbf{L} & a_2 \times b_{2.j} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ a_n \times b_{i.1} & a_n \times b_{i.2} & \mathbf{L} & a_n \times b_{i.j} \end{pmatrix} \quad (12)$$

Упрощая данное выражение, получаем математическую модель метода оценочных таблиц.

$$D_j = \sum a_n \times b_{i,j} \quad (13)$$

Следует подчеркнуть, что применение критериев, различных по целям, требует особо тщательно продумывать выбор безразмерных единиц. Существенно сохранять единообразие и для хороших оценок всегда брать высокие значения безразмерных характеристик (соответственно низкие значения — для плохих оценок), как в данном примере, или наоборот — всегда выдерживать противоположный принцип, как при выборе технологического приема возделывания сельскохозяйственных культур. Следует отметить так же еще одно усовершенствование данного метода – возможность использования не только количественных критериев, но и качественных (качество зерна, различные экологические и агротехнические показатели).

Разработка и внедрение автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений основанной на математических моделях и методах в управление сельскохозяйственной организацией позволит:

1. Сэкономить затраты на производство того или иного вида сельскохозяйственной продукции.

2. Более эффективно организовывать производство сельскохозяйственной продукции.

4. Повысить рентабельность производства продукции.

5. Поможет сельскохозяйственной организации стать более конкурентоспособной на рынке сельскохозяйственной продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении: Учебное пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; Под ред. А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2002.
2. Барановская Т.П., Лойко В.И., Семенов М.И., Трубилин А.И. Информационные системы и технологии в экономике. Учебник /– М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Бурда Г.П. Моделирование экономики. Учебное пособие для вузов. Часть I. Методы моделирования производства и рынка / Г.П. Бурда, Ал. Г. Бурда, Ан. Г. Бурда. – Краснодар: КГАУ, 2005.
4. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. М. СИНТЕГ. 2002.
5. Курносоев А.П., Сысоев И.А. Вычислительная техника и экономико-математические методы в сельском хозяйстве.-М.: Финансы и статистика, 2002.
6. Лойко В.И. Методическое обеспечение структурной перестройки предприятий агропромышленного комплекса в переходный период. - Краснодар: издательство КубГАУ, 2000.
7. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2005.
8. Саати Т. принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. М. Радио и связь. 1993.
9. Семенов М.И., Трубилин И.Т., Лойко В.И., Барановская Т.П. Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник; под общей редакцией И.Т.Трубилина. - М.: Финансы и статистика, 2002.