

УДК 631.158

UDC 631.158

08.00.00 Экономические науки

Economic science

**ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ
МОДЕЛЕЙ И МЕТОДИКИ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ И
ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР¹****PREREQUISITES FOR THE ESTABLISHMENT
OF MODELS AND METHODS OF
MULTICRITERIA EVALUATION AND
SELECTION TECHNOLOGIES OF
CULTIVATION AGRICULTURAL CROPS**

Ткаченко Василий Владимирович

Tkachenko Vasily Vladimirovich

к.э.н., доцент

Cand.Econ.Sci., assistant professor

РИНЦ SPIN-код: 6878-2800

RSCI SPIN-code: 6878-2800 tkachenkovas-

tkachenkovasso@yandex.ru

so@yandex.ru

*Кубанский государственный аграрный
университет, Россия, 350044, Краснодар, Калини-
на ул., 13**Kuban State Agrarian University, Russia, Krasnodar,
Kalinina str., 13*

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. 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 возможность разработки комплекса математических моделей и методик для многокритериального анализа и оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур

Grain is the 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 used to produce the most massive daily foods. When selecting cultivation technology agricultural crop agronomist has at its disposal a database of more than a hundred times-personal of alternative technologies for each crop. Prior to the decision-maker (DMP) is the task of specific criteria to select the most suitable for the owners, climatic zone of technology cultivating 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 possibility of developing a set of mathematical models and methods for multi-criteria analysis and assessment key technologies of cultivation of agricultural crops

Ключевые слова: УПРАВЛЕНИЕ
РАСТЕНИЕВОДСТВОМ, МОДЕЛЬ,
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
КУЛЬТУРА, ОЦЕНКА, ВЫБОР,
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: PLANT GROWING MANAGEMENT,
MODEL, MATHEMATICAL MODELING,
TECHNOLOGY, CROPS, EVALUATION,
SELECTION, COST-EFFECTIVE

Агропромышленная производственная система представляет собой сложную динамическую систему, включающую множество подсистем. Обеспечение стабильности ее функционирования в изменяющихся неопределенных условиях хозяйствования требует научно обоснованного подхо-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 153201038

да к принятию эффективных управленческих решений. В связи с этим существует необходимость разработки соответствующих моделей и методов поддержки принятия решений при управлении экономическими параметрами производственных систем АПК.

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. 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]

В ходе исследования была поставлена цель – разработка многокритериальной математической модели оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим, биоэнергетическим и экологическим показателям.

Возделывание полевых культур – это сложный производственный процесс, нуждающийся в чётком управлении.

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 управления и контроля над ходом полевых работ. На третьем (заключительном) этапе происходит анализ результатов деятельности производства сельскохозяйственной продукции (рис.1).



Рисунок 1 – Этапы производства продукции растениеводства

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, расчет экономической эффективности производства, обобщение накопленного опыта.

В условиях рыночной экономики эффективность сельскохозяйственного производства в значительной степени определяется конкурентоспособностью продукции. Эффективное, конкурентоспособное производство во многом зависит от выбора технологии возделывания культуры и управления технологическими процессами.

В условиях нестабильной экономической ситуации в нашей стране, не исключены случаи резких, непредсказуемых, изменений цен на ГСМ,

семена, удобрения, средства защиты растений. В таких условиях трудно обоснованно выбрать технологию, рассчитать затраты, рентабельность, спрогнозировать прибыль. [3]

Расчет технологических карт – очень 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 технологические карты будут пересчитаны, не изменится цена на горючее?

В последние годы особенно остро встала проблема топливно-энергетического обеспечения сельскохозяйственного производства. Это обуславливает необходимость рационального потребления электроэнергии и топлива. Решению этой задачи в сельском хозяйстве может способствовать использование подсистемы биоэнергетической оценки технологических процессов в растениеводстве, которая позволяет выбрать наиболее эффективные энерго и ресурсосберегающие технологии. [4]

Биоэнергетическая оценка технологических процессов предполагает сравнительный анализ энергоемкости технологий сельскохозяйственной продукции, определения энергетической эффективности производства. При этом под энергоемкостью технологического процесса понимают затраты энергии на его осуществление. [4]

Энергетическая эффективность характеризуется показателем, устанавливающим соотношение между энергией, содержащейся в сельхозпродукции, и энергией, израсходованной на производство этого количества продукции.

Этот показатель исчисляется по формуле:

$$R = \frac{P}{E} \quad (1)$$

где R - энергетическая эффективность технологии;

P - энергия, содержащаяся в конечном сельхозпродукте, МДж;

E - энергия, затраченная на получение продукции, МДж.

Энергию, содержащуюся в конечном сельскохозяйственном продукте определяют по формуле:

$$P = \alpha \times \gamma \quad (2)$$

где α - энергетический эквивалент основной продукции, МДж/ц;

γ – урожайность сельхозкультуры, ц/га.

Энергетические полные затраты на всю технологию производства просчитываются по формуле:

$$E = \sum_1^n E_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (3)$$

где E_i – энергетические полные затраты на 1 га площади посева сельскохозяйственной культуры i -того технологического процесса, МДж;

n – номер технологической операции.

Энергетические полные затраты на 1 га площади посева – того технологического процесса исчисляются с учетом затрат энергии, израсходованной с использованием: топлива; удобрений и пестицидов; семян; живого труда; сельскохозяйственной техники, машин и орудий; электроэнергии; производственных помещений для хранения продукции, семенного материала и других материальных ресурсов.

Энергетические затраты по указанным видам ресурсов исчисляются на основе данных технологической карты производства продукции и энергетическим эквивалентам.

$$E_i = (S_i \times K_s) + (Z_i \times K_z) + (T_i \times K_t) + (F_i \times K_f) \quad (4)$$

где S_i – количество посадочного материала в расчете на 1 га (кг/га);

K_s – коэффициент энергоемкости посадочного материала;

Z_i – количество израсходованных средств защиты растений, удобрений в расчете на 1 га (кг/га) или (л/га);

K_z – коэффициент энергоемкости средств защиты растений, удобрений;

T_i – количество израсходованных ГСМ в расчете на 1 га (кг/га) или (кВт/га);

K_t – коэффициент энергоемкости ГСМ и электроэнергии;

F_i – количество человеко-часов обслуживающего персонала в расчете на 1 га;

K_f – коэффициент энергоемкости работников хозяйства;

Точность результатов биоэнергетической оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур во многом зависит от полноты учета технологических операций, а биоэнергетическая эффективность от выполнения агротехнических требований, состава агрегатов, норм выработки и расхода топлива на единицу работы, организационных, почвенно-климатических и других факторов. В технологической карте возделывания сельскохозяйственных культур следует привести полный перечень технологических операций и агротребований (глубину обработки почвы, кратность выполнения операций, норму высева семян и дозу внесения удобрений по содержанию питательных элементов и действующего вещества, дозу внесения гербицидов и ядохимикатов по их видам, длину гона, расстояние транспортировки урожая, удобрений и т.д.); состав агрегата и количество прицепных орудий, производительность агрегата за 1 час рабочего времени или время агрегата на 1 га; количество обслуживающего персонала: трактористов-машинистов, шоферов, вспомогательных работников и затраты труда на 1 га по каждой категории этих исполнителей; норму расхода и фактический расход топлива на 1 га, в зависимости от агротехнических требований. Имея эту информацию, приступают к подсчету затраченной энергии на 1 га площади возделывания сельскохозяйственной культуры. Для этого используют энергетические эквиваленты и данные о затратах материальных и трудовых ресурсов в расчете на 1 час и 1 га.

Таблица 1 – Биоэнергетическая эффективность технологий озимой пшеницы хозяйств центральной зоны Краснодарского края

Показатель	Код технологии		
	1122	1132	0232
Урожайность зерна, ц/га	58,00	66,00	67,00
Выход энергии с 1 га, ГДж, всего	181,65	206,92	162,04
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	28,31	29,33	38,15
Приращение энергии, ГДж	153,44	177,59	123,89
Коэффициент соотношения полученной и затраченной энергии	6,41	7,05	4,24
Коэффициент чистой эффективности	5,41	6,05	3,24
Затраты труда, чел.-ч :			
- на 1 га	12,70	13,73	14,81
- на 1 ц зерна	0,21	0,20	0,22
Расход жидкого топлива:, кг			
- на 1 га	40,71	46,43	47,34
- на 1 ц зерна	0,70	0,70	0,70
- 1ГДж затраченной энергии	2,04	2,25	1,75
- 1 кг жидкого топлива	1,42	1,42	1,41
- 1 чел.-ч	4,56	4,8	4,52

Используя эту информацию, подсчитывают затраченную энергию на 1га площади возделывания сельскохозяйственной культуры. Для этого используют энергетические эквиваленты и данные о затратах материальных и трудовых ресурсов в расчете на 1 час и 1га. В таблице 1 приведен пример показателей биоэнергетической эффективности технологий возделывания озимой пшеницы.

Для данной группы хозяйств можно рекомендовать технологию 1132, при выполнении которой затраты совокупной энергии в расчёте на 1 га составляют 29,33 ГДж, при урожайности 66 ц/га. Наибольший удельный вес в структуре энергетических затрат занимают затраты на удобрения – 36,33%, на семена – 29,32%, жидкое топливо – 18,48%, электроэнергию – 12,58%.

Наиболее энергоёмкой является технология 0232, совокупные затраты энергии на 1 га составляют 38,15%. Выполнение этой технологии предусматривает полную химическую защиту растений гербицидами (в

структуре энергетических затрат – 5,17%), удобрения под основную обработку $N_{70}P_{90}K_{60}$ в подкормку рано весной, в кущение озимой пшеницы вносится N_{70} , в колошение N_{30} . Обработка почвы поверхностная БДТ на 8-10 см. Наибольший удельный вес в структуре затрат занимают затраты на удобрения – 49,6%, семена – 22,54%, жидкое топливо – 9,87%, средства защиты растений – 4,53%.

При таком трудоемком процессе, как формирование технологической карты и проведение биоэнергетического анализа технологических процессов высока вероятность допущения ошибок одним из специалистов (так называемый человеческий фактор). Вот почему возникла необходимость автоматизации таких трудоемких процессов, и решать эту проблему нужно в рамках создания информационной системы управления предприятием в целом.



Рисунок 2 – Модель потоков данных управления растениеводством

На основании анализа предметной области и методики биоэнергетической оценки технологий, была разработана модель информационных потоков процесса управления растениеводством хозяйства (рис. 2), на основании которой спроектирована подсистема биоэнергетической оценки технологических процессов растениеводства хозяйств АПК.

Однако перед производителями сельскохозяйственной продукции возникает еще одна задача – повышение качества и экологической безопасности продукции.

Антропогенная деятельность меняет характер окружающей среды, причем во многих случаях изменение ее оказывает негативное влияние и на самого человека.

Интенсивные технологии возделывания полевых культур, широко применяемые в крае в 80-90 годы, кроме высокой их затратности, оказали огромное отрицательное воздействие на плодородие Кубанских черноземов, выразившееся, прежде всего, в дегумификации и подсолении почв. По данным института «Кубаньгипрозем», за пятнадцать лет применения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур содержание гумуса в пахотном слое основных разновидностей Кубанских черноземов ежегодно снижалась в среднем на 0,031% (табл.2).

Таблица 2 – Содержание гумуса в пахотном слое черноземов Кубани

Чернозем	Изменение гумуса за 15 лет, %		Ежегодное снижение, %
	было	стало	
Выщелоченный	4,45	3,85	0,040
Типичный	4,22	3,89	0,022
Обыкновенный	4,25	3,78	0,031
Среднее	--	--	0,031

Дегумификация черноземов на фоне увеличения доз минеральных удобрений в интенсивных технологиях тесно связано с изменением гидро-

литической кислотности черноземов, которая возрастает по данным длительного стационарного опыта КНИИСХ (Н.Г. Малюга, А.Г. Солдатенко) прямо пропорционально дозам вносимых минеральных удобрений и стало не свойственной для данного подтипа – выщелоченного чернозема (табл.3).

Таблица 3 – Влияние систематического применения удобрений на гидролитическую кислотность чернозема выщелоченного (слой 0,30см, - данные КНИИСХ)

Вносимая норма удобрений		Гидролитическая кислотность мг/экв на 100г почвы	(+, -) к контролю	(+, -) к фону органических удобрений
минеральных, д.в. кг/га	органических, т/га			
0	0	4,69	–	0,32
181	0	5,48	0,79	1,11
238	0	5,63	0,94	1,26
419	0	6,39	0,70	2,01
0	16	4,37	-0,32	–
181	16	4,87	0,18	0,5

Анализ данных таблиц позволяет сделать вывод, что буферность почвы на фоне минеральных удобрений снижается и в дальнейшем для восстановления ее плодородия потребуются дорогостоящие химические мелиорации.

Интенсивные технологии сопряжены с возрастающими вложениями антропогенной энергии и истощением природных ресурсов, что само по себе является тупиковой ситуацией. В настоящее время по данным многих научно-исследовательских учреждений, отдача от применения удобрений и химических средств защиты снижается в сравнении с 70-80 годами, так как произошли негативные изменения основного средства сельскохозяйственного производства – почвы. В связи с этим возникла настоящая необходимость в разработке альтернативных энерго- и ресурсосберегающих технологий, внедрение которых позволит не только стабилизировать уро-

жайность возделываемых культур при одновременном сохранении плодородия почвы и окружающей среды, но и получить конкурентоспособную продукцию. [5]

В настоящее время необходимо в традиционную таблицу оценки (см. табл. 4) технологии помимо экономических показателей, добавить и ряд экологических параметров, таких как влияние технологии на содержание гумуса, на агрофизические свойства почвы, на содержание водорастворимых солей, на плотность сложения слоя почвы и др.

Таблица 4 – Экономические показатели технологи возделывания озимой пшеницы в ценах за 2014 год

Показатель	Технологии возделывания озимой пшеницы				
	0113	1113	0330	2222	3132
Урожайность зерна, ц/га	50	53	65	70	76
Затраты на 1 га:					
чел.-час.	9,903	10,12	17,21	15,26	16,89
ГСМ, кг	82,49	85,82	98,43	91,01	99,85
Величина затрат в руб-лях:					
всего прямых	8041,36	8094,86	18512,58	10724,32	14479,26
Удобрения	1064,20	1064,20	7844,80	4024,40	2064,20
средства защиты	994,80	994,80	4598,36	2005,60	5598,30
Прибыль:					
на 1 га					

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;
- четвёртая цифра фактор Д – система основной обработки почвы.

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, бухгалтер, который учитывает в тех карте затраты на ГСМ, текущий ре-

монт, амортизационные отчисления и экономист, который проводит финансовый анализ по технологическим картам всех предложенных ему агротехнологий, и 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 так то просто обнаружить и исправить. [3]

Расчет технологических карт, последующая оценка технологий по традиционному, биоэнергетическому методу и экологическим показателям и дальнейший выбор оптимальной технологии возможен только с использованием автоматизированной информационной системы, позволяющей в короткие сроки рассчитать большое количество технологий, сравнить их по традиционным, биоэнергетическим и экологическим параметрам с использованием математических, графических, и статистических методов и приемов теории принятия решений. [1]

Поэтому, разработка и внедрение системы управления возделыванием полевых культур и автоматизированная разработка технологических карт позволит сельхозпредприятиям оперативно, в короткие сроки, принимать решения по выбору технологии возделывания культуры, сэкономить денежные средства, стабилизировать экологическую нагрузку на почвы.

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 математических 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.

Выявлена методическая возможность и целесообразность использования информационных технологий и математических моделей и методов для анализа и оценки экономической эффективности технологических процессов в растениеводстве.

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

4. Ткаченко В.В. Информационная подсистема планирования и расчета доз 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.

5. 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 kukuruzy na zerno i ozimoj pshenici v nizmenno-zapadnih agrolandshaftah 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, obuchaushihya po speciialnosti 080109 «Buchgalterskii uchet, analiz i audit» / L.O. Velikanova, V.V. Tkachenko, K.N. Gorpinchenko. M-vo selgo hoz-va Rossiyskoy Federacii, FGBOU «Kubanskii GAU». Krasnodar, 2012. С. 222.

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

4. Tkachenko V.V. Informacionnaia podsistema 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.

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