

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ В СИБИРИ

Б.Д. Докин, д.т.н., проф., **В.Л. Мартынова**, к.т.н., вед.н.сотр.,

О.В. Елкин, к.т.н., ст.н.сотр.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий

Российской академии наук (СФНЦА РАН)

г. Новосибирск, Российская Федерация

Бессистемная закупка зарубежных тракторов, комбайнов и шлейфа сельскохозяйственных машин к ним создает «бомбу замедленного действия». Это ведет к невозможности производственной эксплуатации такого разномарочного машинно-тракторного парка (МТП). На уровне МСХ России и МСХ регионов не сформулирована четкая технологическая и техническая политика модернизации сельскохозяйственного производства страны.

За последние десятилетия изменились общественный строй, условия ведения хозяйствования, технологии производства сельхозкультур, появились энергонасыщенные тракторы и комбайны, широкозахватные посевные комплексы. Это потребовало разработки новых методических подходов.

Цель данных исследований – разработка альтернативных вариантов технологий и структур МТП для различных типов товаропроизводителей в зависимости от уровня их ресурсного обеспечения и конкретных почвенно-климатических условий.

Исследователи-агрономы обычно оценивают технологии по урожайности сельскохозяйственных культур (СибНИИСХ, СибНИИЗХим, АНИИЗиС, Красноярский НИИСХ) и если приводят экономические показатели (затраты, прибыль, доход), то лишь те, что относятся к отдельным видам обработки почвы. Уровень урожайности, безусловно, необходимый, но недостаточный показатель для оценки эффективности той или иной технологии [1].

По этому поводу почетный академик ВАСХНИЛ, профессор ТСХА В.И. Эдельштейн в свое время писал: «Технология без биологии слепа, без механизации мертва, но все решает неумолимая экономика» [2].

Поэтому принцип необходимости и достаточности при выборе технологий и технических средств соблюдается, если известны уровень урожайности зерновых культур, себестоимость их производства и затраты труда (*чел.-ч./т*). Для любого варианта технологий и технических средств при заданном уровне интенсификации и урожайности можно определить себестоимость производства зерновых культур (*р./т*) и затрат труда (*чел.-ч./т*) в рамках экономико-математической модели при обосновании структуры МТП.

Пятьдесят лет назад в журнале «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства» была опубликована статья [3] о применении вычислительных машин для расчета потребности колхозов и совхозов в технике. Сотрудники Сибирского филиала ВИМ П.В. Пушкарева, Л.Ф. Шкредова и сотрудница Института математики СО АН СССР Т.Т. Максимова заложили начало нового научного направления.

При решении этой задачи использовался интерактивный метод, разработанный сотрудниками Института математики СО АН СССР В.А. Булавским и Л.В. Канторовичем, который позволяет решать задачи линейного программирования при наличии большого количества переменных величин и ограничивающих условий.

В качестве критерия оптимальности взят минимум приведенных затрат, считавшийся в 70-х годах одним из передовых.

Упомянутые вопросы получили широкое обсуждение на выездном пленуме отделения механизации и электрификации сельского хозяйства ВАСХНИЛ, состоявшемся во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства в 1964 г. [4]. Примечательно, что инженеры-механики разрабатывали эти вопросы в комплексе с агрономами-технологами и специалистами по экономико-математическому моделированию производственных процессов в сельском хозяйстве и применению методов математического программирования.

Одновременно с методикой СибВИМа и ИМ СО АН СССР в 1963 г. опубликовали свою методику Э.А. Финн (УНИИМЭСХ) и В.В. Шкурба (Институт кибернетики АН УССР) [5, 6].

В 1964–1969 гг. Р.Ш. Хабатов разработал методику, где он применяет вместо общего метода линейного программирования специальный метод ускоренного градиентного спуска. В качестве критерия оптимальности был взят минимум приведенных затрат [7].

По мнению академика В.В. Новожилова [8], приведенные затраты являются простейшей формой дифференциальных затрат, которые слагаются из затрат производства и затрат обратных связей. Затраты обратных связей учитывают расходование всех важнейших ограниченных народнохозяйственных ресурсов, в том числе трудовых, дефицит сельскохозяйственных продуктов и т. п.

Ю.Г. Падчин, сделавший краткий анализ упомянутых методик оптимизации МТП в 1968 г., пришел к выводу, что в методике СибВИМа и ИМ СО АН СССР дана достаточно полная математическая модель задачи, и только «ограниченные возможности ЭВМ и программы определили некоторые особенности решения задачи: необходимость деления сельскохозяйственного года на три больших сезона – весну, лето и осень» [9].

В 1976 году в СибИМЭ было установлено, что для каждой технологической операции можно подобрать «оптимальный виртуальный» трактор и соответствующий машинно-тракторный агрегат (МТА). Машинно-тракторный парк, составленный из этих оптимальных МТА, будет самым многомарочным и самым дорогим. Установлена также закономерность в том, что всегда из этих тракторов найдется один, который проиграет на одних операциях и выиграет в эксплуатационных затратах на других. Названная закономерность говорит о том, что оптимизацию состава МТП необходимо проводить не по отдельным технологическим операциям, а по годовым комплексам полевых работ [10].

С середины 80-х годов в связи с ростом интереса к трудо-, энерго- и материалосбережению НАТИ совместно с ВЦ АН СССР была разработана методология комплексной многокритериальной оценки МТП по показателям дифференциальных затрат, трудозатрат, энергозатрат и затрат материалов, то есть по сочетанию стоимостного и нескольких натуральных критериев. Возможность многокритериальной оценки заложена в разработанные НАТИ совместно с ВЦ АН СССР к началу 90-х годов вычислительный комплекс и базу данных «Типаж» [11].

В 1983 г. Б.Д. Докин (СибИМЭ) предложил метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ, согласно которому оценку и выбор средств механизации для той или иной работы или комплекса работ необходимо производить с учетом условия, что затраты на технику должны покрываться путем сокращения числа занятых механизаторов и потерь сельскохозяйственной продукции [12].

В 1990 г. на основе методики Р.Ш. Хабатова был создан пакет программ МЕХСХ. Данная работа определяет нормы производственных и энергетических затрат по культурам, а также оценивает биоэнергетическую эффективность и экологичность

интенсивных технологий. В пакете МЕХСХ заложена возможность расчетов по различным математическим моделям, а также работы пользователя в диалоговом режиме с использованием дисплеев. Состав и структура МТП определяются с учетом выполнения сельскохозяйственных работ в оптимальные агросроки по критериям приведенных или энергетических затрат [13].

В некоторых источниках можно встретить применение в качестве критерия оптимальности максимум прибыли или дохода. Так, например, по мнению Н.В. Краснощекова, А.А. Ежевского и Л.С. Орсика, более точно эффективность использования труда и техники оценивается величиной прибыли (Π_k), получаемой работником в машинном производстве [14]. В качестве официального критерия оптимальности ГОСТ Р 53056–2008 предложены совокупные затраты, которые включают в себя прямые эксплуатационные затраты, а также значения убытка денежных средств от изменения количества и качества продукции, условий труда обслуживающего персонала, от отрицательного воздействия техники на окружающую среду.

Этот критерий целесообразно применять при оценке народнохозяйственной эффективности новых технологий и технических средств при внедрении их в производство. Сельхозтоваропроизводителю же интересуют прямые эксплуатационные затраты, определяющие его прибыль.

В 2009 году Б.Д. Докин и О.В. Елкин (СибИМЭ) опубликовали методику проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ [15].

Для реализации этого метода в 2013 году был разработан программный комплекс Agro совместно СибИМЭ и СибФТИ СО РАСХН. На программный комплекс Agro совместно СибИМЭ и СибФТИ СО РАСХН получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ за № 2013618207 от 04.09.2013 г. Этот метод в отличие от известных ранее позволяет получать целочисленные значения количества техники.

Было установлено также, что для науки и производства важен не только один вариант оптимального состава МТП для модельного или типичного хозяйства, но и альтернативные варианты технологий и технических средств для производства продукции в условиях Сибири. Общие методические вопросы по выбору, например, технологий по производству зерновых культур в условиях Сибири противоречивы и требуют дополнительной проработки с учетом различных уровней ресурсного обеспечения товаропроизводителей.

Результаты сравнения технологий возделывания зерновых культур по показателям на примере модельного хозяйства северной лесостепи приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Урожайность, затраты труда на один гектар, себестоимость единицы продукции

Показатели	Технологии					
	нормальная		интенсивная		ресурсосберегающая	
Урожайность, <i>т/га</i>	1,8		3,0		3,0	
Марка трактора	К-744РЗ	МТЗ-1822.3	К-744РЗ	МТЗ-1822.3	К-744РЗ	МТЗ-1822.3
Количество механизаторов, <i>чел.</i>	12	15	15	18	11	16
Себестоимость единицы продукции, <i>тыс. р./т</i>	6,6	5,45	6,95	5,94	5,72	5,55
Затраты труда, <i>чел.-ч/га</i>	22,9	23,2	26,2	32,6	16,4	22,1

При переходе от нормальной к ресурсосберегающим технологиям количество тракторов К-744РЗ сокращается в 3 раза, МТЗ-1822.3 – в 1,8 раза. Прямые эксплуатационные затраты сокращаются в 1,3 раза в первом случае и в 1,2 раза – во втором.

При переходе от интенсивной технологии на базе отвальной вспашки к ресурсосберегающей на базе минимальной обработки почвы себестоимость единицы продукции сокращается в 1,2 раза, а затраты труда – в 1,6 раза при использовании трактора К-744Р, для трактора МТЗ-1822.3 себестоимость сокращается в 1,1 раза, а затраты труда – примерно в 1,5 раза.

Использование трактора МТЗ-1822.3 обеспечивает меньшую себестоимость тонны зерна по сравнению с К-744РЗ, но приводит к большим на 34 % затратам труда на 1 га, также требуется на 5 механизаторов больше. Товаропроизводитель выберет вариант с К-744РЗ именно из-за необходимости дополнительно взять 5 механизаторов. Выходит, не все решает неумолимая экономика.

Заключение

На основании проведенных исследований и рекомендаций [16] можно сделать следующие выводы:

1. Если товаропроизводитель может потратить на 1 га посева зерновых менее 100 р. (на протравливание семян), количество механизаторов – 3,5–4,0 чел. на 1000 га пашни, то возделывать зерновые он сможет только по экстенсивной технологии.

2. Если он располагает суммой на удобрения и средства химизации (гербициды и пестициды) 2106 р. на 1 га посева зерновых, количество механизаторов – 2,4–3,0 чел. на 1000 га пашни, то он может работать по нормальной технологии.

3. Если он располагает на внесение удобрений и средств химизации суммой от 3500–3700 р. на 1 га посева зерновых, количество механизаторов – 2,4–3,0 чел. на 1000 га пашни, то он может работать по интенсивной технологии на базе вспашки.

4. Если товаропроизводитель может потратить от 3500–3700 р. на 1 га посева зерновых и количество механизаторов – 2,1 чел. на 1000 га пашни, то он может работать по ресурсосберегающей технологии на базе минимальной обработки почвы.

5. При переходе от нормальной технологии к ресурсосберегающим количество тракторов К-744РЗ сокращается в 3 раза, а МТЗ-1822.3 – в 1,8 раза. Прямые эксплуатационные затраты сокращаются в 1,3 раза в первом случае и в 1,2 раза – во втором.

6. При переходе от интенсивной технологии на базе отвальной вспашки к ресурсосберегающей на базе минимальной обработки почвы потребность в механизаторах снижается в 1,5 раза, а стоимость парка машин сокращается также в 1,5 раза, эксплуатационные затраты снижаются в 1,3 раза.

7. На основании принципа необходимости и достаточности выбор технологий необходимо производить с учетом показателей урожайности, себестоимости производства единицы продукции и потребности в кадрах механизаторов. Преимущества ресурсосберегающей технологии на базе минимальной обработки почвы очевидны.

Литература

1. Докин, Б.Д. Выбор технологического и технического обеспечения производства зерна в условиях Сибири / Б.Д. Докин, В.Л. Мартынова, О.В. Елкин // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: матер. 6-й междунар. научно-практ. конференции «Агроинфо-2015», Новосибирск, 22–23 октября 2015 г. – Новосибирск: Сибирский физико-технический институт аграрных проблем. – 2015. – Ч. 1. – С. 346–349.
2. Лачуга, Ю.Ф. Сельскохозяйственному производству – новые знания / Ю.Ф. Лачуга // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 3. – С. 3–8.

3. Пушкарева, П.В. Применение вычислительных машин для расчета потребности колхозов и совхозов в технике / П.В. Пушкарева, Л.Ф. Шкредова, Т.И. Максимова // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1963. – № 2. – С. 3–5.
4. Определение состава машинно-тракторного парка с использованием математического программирования: материалы выездного пленума отделения механизации и электрификации сельского хозяйства ВАСХНИЛ в 1964 г. – М.: Колос, 1966. – 199 с.
5. Финн, Э.А. Расчет машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий на ЭВМ / Э.А. Финн, В.В. Шкурба, Л.Н. Комзанова. – Киев, 1968. – 165 с.
6. Финн, Э.А. Математические методы в расчетах использования сельскохозяйственной техники / Э.А. Финн. – М., 1969. – 69 с.
7. Хабатов, Р.Ш. Методика определения оптимальной структуры и рациональной организации использования машинно-тракторного парка / Р.Ш. Хабатов. – Киев: ВЦ Госплана Украины, 1966. – Вып. 1. – 68 с.
8. Новожилов, В.В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании / В.В. Новожилов. – М.: Экономика, 1967. – 444 с.
9. Падшин, Ю.Г. Научные исследования по применению экономико-математических методов при планировании механизации сельскохозяйственного производства / Ю.Г. Падшин // Науч. тр. ВИМа. – М., 1970. – Т. 50. – С.53–59.
10. Докин, Б.Д. Методика исчисления дифференциальных затрат при оптимизации параметров МТА и состав МТП хозяйств с учетом особенностей Сибири / Б.Д. Докин // Труды СибИМЭ СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1976. – Вып. 12. – Ч. 2. – С. 180–193.
11. Мининзон, В.И. Влияние критерия оптимальности тракторного парка на его состав / В.И. Мининзон // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 4. – С. 23–25.
12. Докин, Б.Д. Зональная система машин для комплексной механизации растениеводства в рамках агропромышленного комплекса (на примере Западной Сибири): дис. ... д-ра техн. наук / Б.Д. Докин. – Новосибирск, 1983. – 351 с.
13. Методика оптимизации состава МТП / Р.Ш. Хабатов [и др.] // Оптимизация МТП. – М., 1990. – С. 10–18.
14. Краснощеков, Н.В. Стратегия и алгоритм проектирования машинно-тракторного парка / Н.В. Краснощеков, А.А. Ежевский, Л.С. Орсик // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 3.
15. Докин, Б.Д. Методика проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ / Б.Д. Докин, О.В. Елкин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: IV Междунар. науч.-практ. конф.: сб. статей: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 1. – С. 249–252.
16. Модель адаптивно-ландшафтного земледелия и агротехнологий: (на примере ФГУП «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области) / [А.Н. Власенко, Н.И. Добротворская, Л.Н. Иодко и др.; под общ. ред. В.И. Кирюшина]; Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск: [СибНИИЗиХ], 2012. – 222 с.

УДК 631.461:631.445

ОПЫТ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Данилова, д.б.н., гл.н.сотр.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий
Российской академии наук (СФНЦА РАН)
п. Краснообск, Новосибирская обл., Российская Федерация
e-mail: Danilova7alb@yandex.ru*

Обеспечение растущего населения Земли продуктами питания и промышленным сырьем, получаемым в сельскохозяйственной отрасли, невозможно без применения средств защиты и регуляторов роста растений. Спектр химических соединений,