

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
Государственное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ



Алгоритм проектирования системы машин
в адаптивно-ландшафтном земледелии
Центрального Черноземья

Курск - 2009

УДК: 631.3:658.512.2:519.688(470.32)

Алгоритм проектирования системы машин в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья. – Курск. ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2009. – 9 с.

Авторский коллектив: И.И. Гуреев, д.т.н.; В.П. Дьяков, к.т.н.; программист Н.И. Руднев

Алгоритм предназначен для автоматизации проектирования систем машин, обеспечивающих комплексную механизацию агротехнологий производства сельскохозяйственных культур. На базе алгоритма разработана компьютерная программа, которая адаптирована к биологическим особенностям культур и основным факторам состояния поля. Она позволяет формировать системы машин и определять приведенные затраты на их эксплуатацию и содержание. Алгоритм апробирован в сельскохозяйственных предприятиях Курской и Орловской областей.

Данная разработка предназначена руководителям и специалистам сельскохозяйственных предприятий всех организационно-правовых форм собственности, научно-исследовательских учреждений, конструкторских организаций и заводов сельскохозяйственного машиностроения.

Одобен и рекомендован к публикации Ученым советом
ГНУ Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии
от 2 октября 2009 года, протокол № 5.

В *основу алгоритма* проектирования системы машин для комплексной механизации агротехнологий положена дискретизация состояния поля, на котором культура выращивается. Дискретизация осуществлена в зависимости от трёх наиболее значимых факторов, характеризующих состояние почвы. Это её засорённость, плотность сложения и обеспеченность веществами для питания растений. С учётом биологических особенностей культуры и технических возможностей рабочих органов сельскохозяйственных орудий для дискретных состояний поля формализованы варианты обработок почвы и посева. Каждому варианту приведены в соответствие проекты механизированных агротехнологий производства культуры, представленные в виде хронологически последовательного перечня приёмов с применением комплексов машин отечественного или импортного производства.

На базе созданного алгоритма разработана компьютерная программа, позволяющая автоматизировать проектирование системы машин с оценкой приведенных затрат на её эксплуатацию и содержание.

При запуске программы на мониторе компьютера появляется окно с перечнем основных культур, выращиваемых в ЦЧР (яровые и озимые зерновые культуры, сахарная свёкла).

В случае *проектирования системы машин для производства зерновой культуры*, компьютер предлагает обозначить параметры, характеризующие состояние поля (рис. 1).

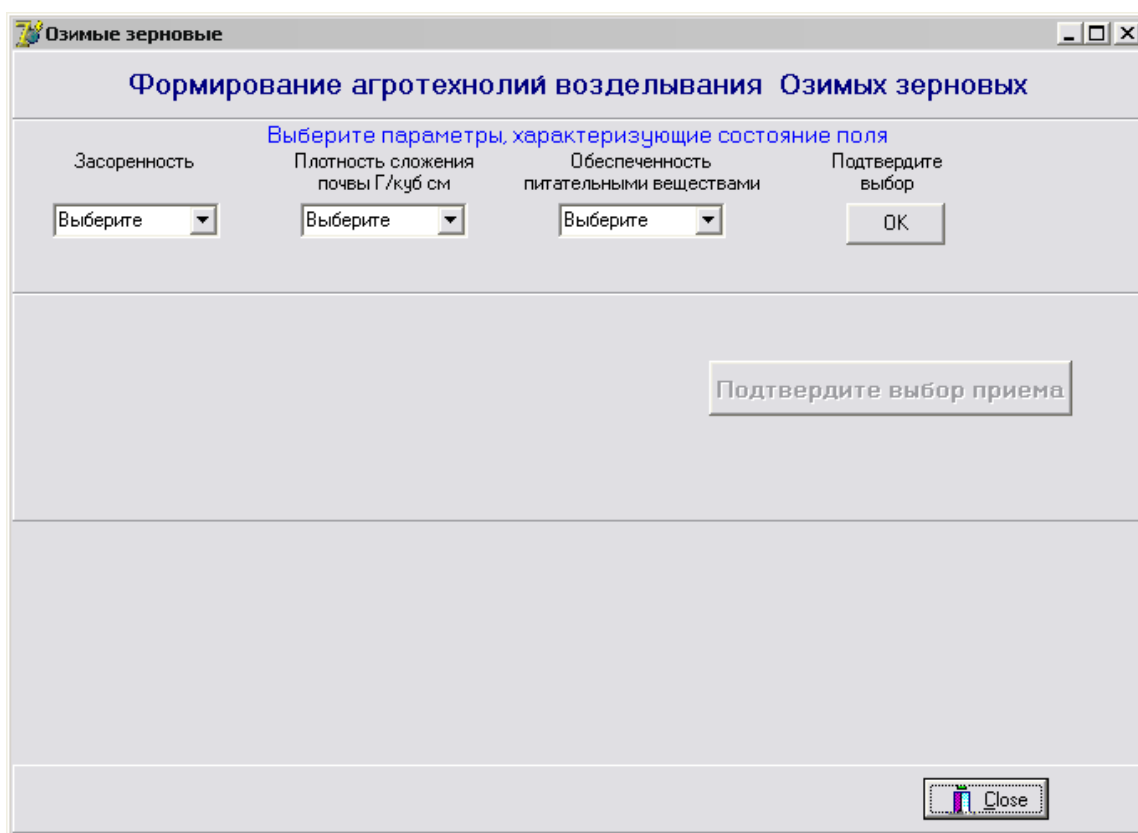


Рис. 1. Окно для выбора параметров состояние поля

Здесь для каждого фактора следует ориентироваться на одно из двух значений логических переменных

- засорённость меньше (равна) или превышает предел вредности сорняков,
- плотность сложения почвы меньше (равна) или превышает $1,3 \text{ г/см}^3$,
- обеспеченность питательными веществами недостаточная или достаточная для получения программируемой урожайности культуры.

Затем кнопкой «ОК» подтверждают произведенную оценку состояния поля и на мониторе возникает окно с перечнем приёмов и операций для формирования агротехнологий производства культуры (рис. 2).

Рис. 2. Приёмы для формирования агротехнологий производства культуры

Применительно к сахарной свёкле в ЦЧР отвалному способу основной обработки почвы пока отсутствует альтернатива. Поэтому при проектировании системы машин для механизации её производства окно по формированию агротехнологий появляется на мониторе независимо от состояния почвы. Оно содержит хронологически последовательный перечень приёмов возделывания и уборки культуры с предложением перебора приёмов и операций в порядке очередности представления.

Последующая процедура проектирования системы машин идентична для всех рассматриваемых сельскохозяйственных культур.

Каждый очередной приём подтверждают нажатием кнопки «Подтвердите выбор приёма» и в нижней части окна возникает его название с перечнем операций, необходимых для осуществления.

Затем предлагается выделить очередную операцию и нажать кнопку «Технические средства», вследствие чего монитор представляет окно с названием операции и перечнем возможных технических средств её механизации, как отечественного, так и импортного производства (рис. 3). Каждое техническое средство характеризуется маркой, шириной захвата, рабочей скоростью, производительностью, массой, требуемой мощностью энергетического средства (трактора), страной-производителем и др.



Рис. 3. Перечень средств механизации агротехнического приёма.

Пользователь программы из предложенного перечня выбирает наиболее целесообразное техническое средство, исходя из его наличия в хозяйстве. В случае отсутствия такового или его аналога, пользователь озадачивается необходимостью приобретения недостающего компонента системы машин.

Выбор технического средства (имеющегося в хозяйстве или планируемого к приобретению) следует подтвердить нажатием кнопки «ОК», после чего компьютер предлагает отметить очередную операцию в рамках обрабатываемого приёма. Аналогично нажатием кнопки «Технические средства» на мониторе появляется окно с названием очередной операции и перечнем технических средств её механизации. После того, как средствами механизации наделены все операции обрабатываемого приёма, компьютер предлагает перейти к следующему приёму и т.д.

На завершающей стадии проектирования системы машин, компьютер выводит на монитор надпись «Формирование агротехнологии завершено» и предлагает осуществить просмотр результатов проектирования.

На мониторе появляется окно под названием «Результат формирования системы машин для комплексной механизации агротехнологии возделывания культуры».

В верхней части окна представлена информация в виде перечня исполняемых приёмов, а ниже – таблица с параметрами системы машин (рис. 4).

Техническое обеспечение каждого приёма и операции запрашивается нажатием соответствующих кнопок в верхней части таблицы.

Результат формирования системы машин для комплексной механизации агротехнологий при возделывании с.-х. культуры - Озимые зерновые

Заданному состоянию почвы соответствует вариант = 1-2 (2)

Основная обработка почвы | Предпосевная обработка почвы | Посев | Уход за посевами | Уборка урожая

Основная обработка почвы
Перечень применяемых операций

Лущение стерни предшественника
Щелевание посевов

Параметры выбранных технических средств

| Названия техсредства | Марка | Ширина захвата, м | Глубина обработки почвы, см | Рабочая скорость км/ч | Производительность га/ч | Масса, кг | Треб. мощность трактора кВт(л.с.) | Страна производитель |
|----------------------|-------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------|
| Дисковая борона | КД-6 | 6 | 5..6 | 8..15 | 4,8..9 | 4780 | 184(250) | Украина |
| Щелеватель роторный | ЩР-1 | - | До 100 | 6..9 | - | 950 | 121(165) | Россия |

Если просмотр завершен, нажмите кнопку Close

Рис. 4. Окно системы машин для комплексной механизации агротехнологий возделывания культуры

В исходное положение программу выводят нажатием кнопки «Close». После этого компьютер готов к проектированию системы машин для комплексной механизации агротехнологий другой культуры.

Программа предусматривает определение приведенных затрат (Пр) по каждой позиции техники, используя нормативные данные (табл. 1). При этом расчёт затрат осуществляется по формуле, регламентированной ГОСТ 23729-88:

$$Pr = \frac{L_1 \tau_1 + L_2 \tau_2}{W} + q C_c + \sum_1^i h_i C_i + \frac{1000 C_m (R_m + a_m + E)}{W t_m} + \frac{1000 C_m (R_m + a_m + E)}{W t_m}, \text{ руб./га}$$

где L_1, L_2 - количество механизаторов и вспомогательных рабочих, чел.;

τ_1, τ_2 - часовая ставка оплаты труда механизатора и вспомогательного рабочего, руб./ч;

W - сменная производительность агрегата, га/ч;

q - расход моторного топлива, кг/га;

C_c - цена топлива, руб./кг;

h_i - количество i -го расходуемого ресурса (семян, минеральных удобрений, средств защиты растений и др.), кг/га;

C_i - цена i -го расходуемого ресурса, руб./кг;

C_m, C_m - цена машины и трактора, тыс. руб.;

R_m, R_m - коэффициент отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание, соответственно, машины и трактора;

a_m, a_m - коэффициент отчислений на амортизацию машины и трактора;

E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

t_m, t_m - нормативная годовая загрузка машины и трактора, ч.

Итоговый шаг программы сопровождается выводением на монитор (при необходимости, и на печать) перечня марок комплекса машин и суммарных приведенных затрат по нему, а также значений производительности, приведенных затрат и потребности (*П*) по каждой машине индивидуально (рис. 5).

Form 10

Экономическая оценка системы машин для комплексной механизации агротехнологий при возделывании с.-х. культуры - Озимые зерновые
 Заданному состоянию почвы соответствует вариант = 1-4 (8)
 Редактируйте при необходимости параметры таблицы, подтвердите ввод

| | | | | | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------|----|
| С1, руб/ч | Цг, руб/кг | h1, кг/га | h2, кг/га | h3, кг/га | Ц1, руб/кг | Ц2, руб/кг | Ц3, руб/кг | Е | |
| 80 | 18 | 0 | 0 | 0 | 120 | 20 | 300 | 0.15 | OK |

Таблица затрат по технологическим операциям

| Технологическая операция | Марка машины | Производительность, га/ч | Потребность, шт/1000 га | Цм, тыс.руб | Цт, тыс.руб | Привед. затраты, руб/га |
|---|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| 1. Основная обработка почвы | | | | | | |
| Лущение стерни предшественника | БДТ - 7 | 6.5 | 0.64 | 610 | 4600 | 530.27 |
| Послойная обработка почвы | АПК - 6 | 4.9 | 0.97 | 290 | 3900 | 560.81 |
| Щелевание посевов | ЩР-1 | 15 | 0.33 | 210 | 3060 | 172.81 |
| 2. Предпосевная обработка почвы | | | | | | |
| Предпосевная обработка совмещена с посевом! | нет! | нет! | нет! | нет! | | |
| 3. Посев | | | | | | |
| Совмещение с посевом предпосевной культивации и ЛВ! | КО-3,6 | 2.2 | 2.67 | 970 | 1850 | 1899.97 |
| 4. Уход за посевами | | | | | | |
| Внесение основного удобрения, корневые подкормки | РЧ-06 | 11.8 | 0.19 | 110 | 630 | 179.07 (3) |
| Некорневые подкормки, применение химических СЗР | ОП-2000М | 16 | 0.09 | 290 | 630 | 193.77 (3) |
| 5. Уборка урожая | | | | | | |
| Скашивание и обмолот зерновых | Acros 540 | 4.5 | 1.3 | 3980 | - | 2184.60 |
| Автономное измельчение соломы | ИМС-2,8М | 1.9 | 2.11 | 210 | 630 | 433.75 |

Сумма приведенных затрат = 6155.06 руб/га.

Печать Close

Рис. 5. Экономическая оценка системы машин

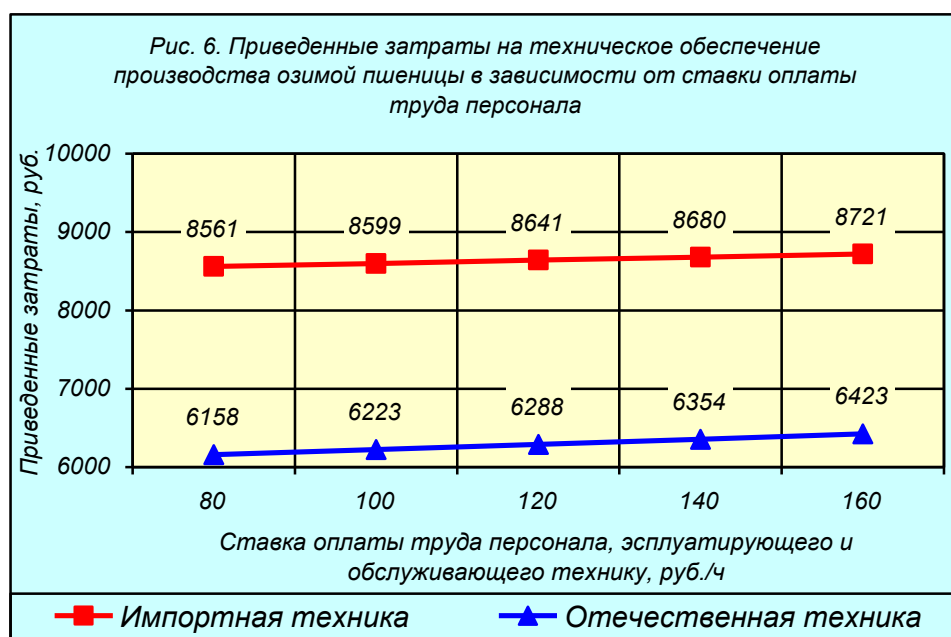
Апробация программы. Компьютерная программа апробирована на проекте комплексной механизации агротехнологий производства озимой пшеницы, возделываемой по непаровым предшественникам. Поле для размещения озимой пшеницы характеризовалось повышенной засорённостью и плотностью сложения почвы, недостатком питательных веществ для получения программируемой урожайности культуры. Проект разработан с отечественными и импортными средствами механизации. В проекте с импортной техникой исключение составил отечественный щелеватель роторный ЩР-1. Он не имеет зарубежных ана-

логов, однако одинаково необходим в сравниваемых вариантах для предотвращения эрозионных процессов и накопления в почве продуктивной влаги.

Приведенные затраты на содержание техники целенаправленно оценили в пространстве вариации двух факторов, вызывающих повсеместную озабоченность, особенно в период мирового финансового кризиса. Это заработная плата персонала, эксплуатирующего и обслуживающего технику (социальный фактор), и цена топлива, имеющая ярко выраженную тенденцию постоянного роста вне зависимости от финансового состояния экономики. Обобщённые данные оценок представлены на рис. 6 и 7. Анализ их показывает следующее.

Компонента издержек на содержание техники в производстве озимой пшеницы значительно возросла, превысив 6,1 тыс.руб./га – по отечественной и 8,5 тыс.руб./га – по импортной технике. Наибольшую долю в этих издержках составили отчисления на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание резко подорожавших средств механизации (особенно импортных). Механизация производства культуры применением отечественной техники экономически более привлекательна, так как позволяет снизить приведенные затраты в среднем на 37,4%.

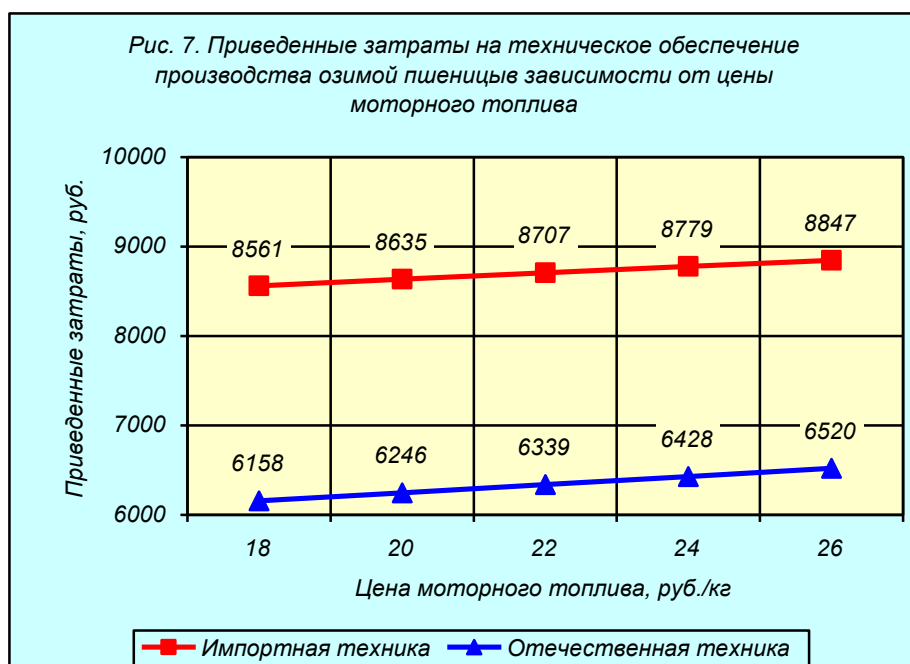
Что же касается социальной составляющей затрат, то увеличение в 2 раза ставки оплаты труда по эксплуатации и обслуживанию техники (с 80 до 160 руб./ч) способствовало росту приведенных затрат всего лишь на 1,9...4,3% (рис. 6).



Наличие существенного разрыва в затратах на содержание сельскохозяйственной техники и оплату труда персонала не характерно для стран с развитой экономикой. Это свидетельствует о том, что сельскохозяйственным сектором экономики РФ в недостаточной мере реализуется наиболее эффективный стимул мотивации повышения производительности и качества труда в виде достойной его оплаты. Увеличение ставок оплаты труда позволит повысить дисци-

плину и качество выполнения приёмов по возделыванию культур. В то же время это незначительно скажется на себестоимости производимой продукции, способствуя росту прибыльности производства.

На фоне очень высокой цены на сельскохозяйственную технику подорожание топлива в формировании себестоимости сельскохозяйственной продукции значимо, но не в такой степени, как это представляется общественности конъюнктурой аграрного рынка. Рост цены топлива на 44% способствовал увеличению приведенных затрат в производстве озимой пшеницы на 5,9% с использованием отечественной и на 3,3% - с использованием импортной техники (рис. 7).



Заключение. Наличие алгоритма и компьютерной программы позволяет в режиме on-line минимизировать приведенные затраты при формировании системы машин и за счёт этого на 10...18% снизить издержки при возделывании сельскохозяйственных культур.