

УДК 631.95:631.431.7

Кашбулгаянов Р.А., к.т.н., с.н.с.

Липкань А.В., зав. лаб., ГНУ ДальНИИМЭСХ

**МЕХАНИЗМ УЧЁТА УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА НА ПОЧВУ ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Потеря естественного плодородия земли, вследствие нерационального её использования, не восполняется, поскольку при использовании земли не производятся амортизационные отчисления, она не участвует в формировании себестоимости продукции. В статье приведён механизм учёта уплотняющего воздействия машинно-тракторного агрегата на почву при экономической оценке технологии растениеводства в зависимости от конструктивно-эксплуатационных характеристик сельскохозяйственной машины.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МАШИННО-ТРАКТОРНЫЙ АГРЕГАТ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПЛОДОРОДИЕ, ОЦЕНКА

UDC 631.95:631.431.7

Kashbulgayanov R.A., Candidate of Engineering Sciences, senior researcher,
Lipkan A.V., Chief of the Laboratory, the Far Eastern Scientific Research Institute
of Mechanization and Electrification of Agriculture, Russian Academy of Agricultural
Sciences

**ACCOUNTING MECHANISM OF COMPACTING ACTION
OF THE MACHINE-TRACTOR AGGREGATE UPON SOIL UNDER ECONOMIC
EVALUATION OF PROSPECTIVE TECHNOLOGY IN PLANT GROWING**

Loss of natural fertility of soil as a result of its irrational usage doesn't compensate for a deficiency, because there are not produced amortization assessments while using the soil. It doesn't take part in formation of the production cost price. The article presents accounting mechanism of compacting action of the machine-tractor aggregate upon soil under economic evaluation of the plant growing technology depending on the constructional and operational characteristics of agricultural machine.

KEY WORDS: THE MACHINE-TRACTOR AGGREGATE, TECHNOLOGY, FERTILITY, EVALUATION

«Любая техника проявляет эффективность через растения и их продуктивность – отдачу урожаем. Поэтому технология – тот стержень возделывания сельскохозяйственных культур, который определяет её агробиологические элементы, технику, организацию и другие факторы производства продукции растениеводства» [2].

Интенсивные технологии в полеводстве, применение большого количества почвообрабатывающих, уборочных, транспортных машин, увеличение часто-

ты и скорости воздействия на почву потребовало вести контроль за механическим и физическим состоянием почвы, чтобы сохранить её благоприятную структуру и сложение. Особенно опасны уплотнение и распыление почвы, превращение её из структурной в бесструктурную, чему способствуют частые обработки, особенно при пониженной и высокой влажности почвы, и уплотнение колёсами тракторов и автомобилей [1].

При принятии решений о выборе технологий обработки необходимо учи-

тывать долговременные последствия принимаемых решений. В сельском хозяйстве это особенно актуально, так как потеря естественного плодородия земли, вследствие нерационального её использования, не может быть восполнена ничем, поскольку при использовании земли не производятся амортизационные отчисления и, как следствие, она не участвует в формировании себестоимости продукции.

В Амурской области пахотные почвы Ивановского, Константиновского, Михайловского, Октябрьского, Тамбовского, Благовещенского и других районов по потерям гумуса находятся в критическом состоянии (потеря гумуса колеблется от 0,25 до 0,45 т/га в год), что приводит к снижению их потенциального плодородия [5].

Поэтому существует реальная опасность нарушения природного экологического баланса, что требует разработки экологически чистых технологических систем, систем машин и, соответственно, методов их комплексной оценки с учётом экологической составляющей, как инструментария обоснования их перспективности для реализации почвозащитного земледелия, то есть новых научно-методических подходов к расчёту экономической эффективности с учётом уровня силового воздействия на почву и его последствий.

Анализ существующих моделей на современном этапе, несмотря на значительное количество разработок в области экономико-математического моделирования, показал, что ещё недостаточно научных изысканий, которые могли бы являться адекватным инструментом для принятия перспективных планов применения технологий с допустимой антропогенной нагрузкой (экологически приемлемой).

В структуре математической модели разрабатываемого механизма, систему «технология – машина – почва – урожай» объединяет три группы системных связей: первая группа связей характеризует технологию как способ использования

факторов производства, которые, воздействуя на почву, меняют её состояние; вторая группа связей определяет степень воздействия на почву в зависимости от конструктивно-эксплуатационных характеристик машинно-тракторного агрегата (МТА), которая, в свою очередь, влияет и формирует состояние почвы (плодородие); третья группа связей преобразует состояние почвы (плодородие) в урожайность возделываемой сельскохозяйственной культуры и соответствующий экономический эффект (прибыль).

При разработке механизма учёта уплотняющего воздействия реализуемых технологических систем выявление указанных системных связей, дифференцированных по типу и компоновке ходовых систем используемых энергосредств, позволит обоснованно перейти к решению задачи учёта конструктивно-эксплуатационных параметров МТА при расчёте их эколого-экономической эффективности, используя методы динамического программирования. Динамическое программирование – это метод оптимизации, в котором процесс принятия решения может быть разбит на этапы. Каждый последующий этап предлагаемого механизма расчёта эколого-экономической эффективности базируется на решении подзадач предыдущего этапа (математической модели подсистемы).

Процесс построения механизма учёта уплотняющего воздействия МТА на почву при экономической оценке перспективной технологии в растениеводстве сводится к выполнению следующих этапов [3]:

1. Выбирается способ деления процесса управления на шаги.

Процесс производства сельскохозяйственной продукции разворачивается во времени, решение о выборе технологии возделывания земли принимается в начале каждого производственного цикла. Примем за условие, что очередной производственный цикл начинается после уборки урожая предшествующей сельскохозяйственной культуры.

2. Определяются переменные состояния воздействия на почву в зависимости от марочного состава МТА, характеризующие выбранную технологию управления на каждом шаге.

Каждый машинно-тракторный агрегат характеризуется определенным уровнем силового давления на почву, который и определяет степень уплотняющего воздействия на почву. Поэтому в качестве переменных состояния по каждому полю предлагается использовать следующие показатели:

2.1 Показатели, характеризующие МТА:

- ширина следов агрегата (B_c);
- ширина захвата агрегата (B_3).

2.2 Показатели, характеризующие почву, как опорное основание:

- исходная плотность почвы (ρ_0);
- влажность почвы (W);
- предел несущей способности опорного массива (q_s);
- коэффициент линейной деформации (α_0);
- столб грунта, расположенный под центром площадки нагружения, имеющий глубину (H_0).

2.3 Показатели, характеризующие процесс взаимодействия машины с почвой:

- давление в конце первого нагружения (q);
- деформация уплотнения за n -ое число двойных проходов машины (h_{yn});
- деформация сдвигов (h_{cd});
- плотность почвы в колее (ρ_c).

3. Рассчитываются значения переменных состояния воздействия на почву.

Значения показателей данных свойств почвы до прохода техники определяются как исходная характеристика почвы, а по следу прохода - как результат силового непроизводительного воздействия на неё. Абсолютные значения, прирост данных показателей в абсолютном и относительном выражении в форме ко-

эффициентов изменения значений данных показателей после прохода техники, а также глубина следа как дополнительный комплексный показатель результата силового воздействия, используются исследователями для оценки техногенного механического воздействия (ТМВП) на почву отдельного МТА в целом по методу экспресс-оценки суммарного ТМВП, разработанному Липкань А.В., Камчадаловым Е.П., Барановым Г.Н. [4].

Переменные состояния воздействия на почву должны фиксироваться в течение всего производственного цикла вплоть до уборки урожая, так как их изменение происходит в зависимости от смены естественных и технологических процессов.

Определившись с переменными состояния воздействия на почву и их значениями, находим прогнозируемое изменение (недобор) урожая (в центнерах/га) в зависимости от сложения как пахотных, так и непашотных слоёв почвы по линейной математической модели, предложенной Русановым В.А.:

$$\Delta Y_i = Y_{max} \cdot [(C_{II} \cdot |\rho_{СП} - \rho_{ОПТ}| \cdot K_{ВП})^n + (C_{III} \cdot |\rho_{СП} - \rho_{ОПТ}| \cdot K_{ВП})^n]^{-1}, \quad (1)$$

где Y_{max} – максимальный урожай, получаемый при $\rho_{СП} = \rho_{СПП} = \rho_{ОПТ}$ возделываемой с.-х. культуры, ц/га;

$\rho_{СП}, \rho_{СПП}$ – плотности почвы в пахотном 0-20 см и подпахотном 20-40 см её слоях, г/см³;

$\rho_{ОПТ}$ – значения оптимальных плотностей почв, г/см³;

C_{II}, C_{III}, n – коэффициенты в см³/г и показатель степени определяются с использованием уравнения (1);

$K_{ВП}, K_{ВПП}$ – коэффициенты восстановления плотности почвы в пахотном и подпахотном её слоях равны

$$K_{ВП} = \Delta \rho_{ПВ} / \Delta \rho_{ПН}; K_{ВПП} = \Delta \rho_{ППВ} / \Delta \rho_{ППН},$$

где $\Delta \rho_{ПН}, \Delta \rho_{ППН}$ – разность плотностей почвы по следу и на контроле соответственно в пахотном и подпахотном слоях в момент её уплотнения;

$\Delta \rho_{ПВ}, \Delta \rho_{ППВ}$ – разность плотностей почвы по следу и на контроле соответственно в пахотном и подпахотном слоях в момент посева (посадки) очередной культуры.

Полученная математическая модель (1) пригодна для использования при любых значениях « n » и разностей плотностей почв, так как разность берётся по

абсолютной величине.

Им же предложено уравнение (2), связывающее изменение (недобор) урожая и давление на почву трактора при использовании в одних и тех же условиях различных тракторов с давлением, превышающим допустимое с учётом соотношения ширины следов и ширины захвата агрегата:

$$\Delta V_i = V_{\max} \cdot \left[\sum B_{ci} / (B_3 - \Delta B_3) \right] \cdot [(q_\phi - q_\delta) \cdot \beta]^n, \quad (2)$$

где коэффициент β рассчитывается по формуле

$$\beta^n = \left[1 - (V_i / V_{\max}) \right] / \left[\sum B_{ci} / (B_3 - \Delta B_3) \right] \cdot \left[(q_\phi - q_\delta) \right]^n,$$

$\sum B_{ci}$ – сумма ширины следов движителей i -го МТА, м;

B_3 – конструктивная ширина захвата МТА, м;

ΔB_3 – ширина зоны перекрытия при проходах МТА, м;

q_ϕ и q_δ – фактическое и допустимое значение давления на почву, кПа.

Рассмотренная вычислительная процедура позволяет определить искомую величину для определения экономического эффекта с учётом механического воздействия машинно-тракторных агрегатов на почву, выразив количество недобора урожая в рублях на 1 га [6].

Тогда годовой эколого-экономический эффект от внедрения ландшафтных систем земледелия в изучаемых вариантах по сравнению с другими хозяйствами, или в одном хозяйстве за разные годы с учётом индекса цен в условиях инфляции и с учётом предотвращённого экологического ущерба от антропогенной сельскохозяйственной нагрузки можно будет определить по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\mathcal{E}o\mathcal{M}n} &= \left[(B_{\Pi H} - Z_{\Pi H} - Y_{\Pi H}) - (B_{\Pi B} - Z_{\Pi B} - Y_{\Pi B}) \right] \cdot Q = \\ &= \left[(B_{\Pi H} - Z_{\Pi H}) - (B_{\Pi B} - Z_{\Pi B}) - (Y_{\Pi H} - Y_{\Pi B}) \right] \cdot Q, \end{aligned}$$

где $\mathcal{E}_{\mathcal{E}o\mathcal{M}n}$ – относительный эколого-экономический эффект от внедрения ландшафтных систем земледелия, р.;

$B_{\Pi H}$ и $B_{\Pi B}$ – стоимость валовой продукции в новом и базовом вариантах с 1 га, р.;

$Z_{\Pi H}$ и $Z_{\Pi B}$ – производственные затраты в новом

и базовом вариантах на 1 га, р.;

$Y_{\Pi H}$ и $Y_{\Pi B}$ – экологический ущерб от антропогенной сельскохозяйственной деятельности в виде недобора урожая на новом и базовом вариантах в расчете на 1 га, руб.;

Q – площадь внедрения проектируемого варианта эколого-ландшафтной технологии, га [7].

Таким образом, методы динамического программирования позволили разработать механизм, который сравнивает технологические регламенты локального использования ресурсов; определяет уровень воздействия техногенной деятельности на почву и выдаёт экономическую оценку как разрабатываемой или реализуемой технологии возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры, так и всей технолого-технической системы хозяйства и, соответственно, стратегичности его политики технолого-технического перевооружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтин, П.У. Физико-механические и технологические свойства почв [Текст] / П.У. Бахтин. – М.: Знание, 1971. – 64 с.
2. Гершевич, М.Г. Технологические основы и техническое обеспечение интенсификации возделывания сои на Дальнем Востоке [Текст] / М.Г. Гершевич. – Благовещенск: Изд-во БСХИ, 1991. – с. 33.
3. Исследование операций в экономике [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин; ред. Н. Ш. Кремер. – М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997. – 407 с.
4. Липкань, А.В. Методические особенности экспресс-оценки суммарного техногенного механического воздействия на почву [Текст] / А.В. Липкань, Е.П. Камчадалов, Г.Н. Баранов // Современное состояние и перспективы развития комплексной механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции АПК Дальнего Востока России: Сб. научн. тр. – Благовещенск, ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2009. – с. 150-162.
5. Онищук, В.С. Комплексная характеристика и оценка почвенных ресурсов равнинных ландшафтов для системы технологий и машин в растениеводстве Приамурья [Текст] / В.С. Онищук, А.Н. Панасюк. – Благовещенск: Изд. ДальГАУ, 2010. – 321 с.
6. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения [Текст] / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
7. Чогут, Г.И. Определение эколого-экономической эффективности использования сельскохозяйственных земель [Текст] / Г.И. Чогут. – Вестник: ВГУ, СЕРИЯ: Экономика и