

## ЗАВИСИМОСТЬ ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ОТ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Шило И.Н., докт. техн. наук, профессор,  
Непарко Т.А., канд. техн. наук, доцент,  
Жданко Д.А., канд. техн. наук, доцент  
*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

**Постановка проблемы.** Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции зависит от многих факторов, решающими из которых являются затраты производственных ресурсов, включающие затраты труда, топливно-смазочные материалы, металл и электроэнергию. В Республике Беларусь, как и во всём мире, наметилась устойчивая тенденция снижения количества работников, непосредственно принимающих участие в производстве сельскохозяйственной продукции, при том, что республика не имеет собственных достаточных запасов энергоносителей и металла, а доля топливно-энергетических ресурсов в себестоимости продукции сельского хозяйства составляет 30-50 % [1].

**Основные материалы исследования.** В последние годы сельское хозяйство Беларуси достигло определённого успеха в производстве продукции растениеводства. Так по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь средняя урожайность зерновых культур составляет от 2,67 до 3,33 т/га, картофеля – 21,6-23,2, сахарной свеклы 47,7-51,9 т/га [2]. Однако, эти показатели могут быть значительно увеличены, для чего создан значительный потенциал.

Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – одно из наиболее эффективных средств повышения продуктивности их производства, представляющие взаимосвязанную последовательность механизированных работ по возделыванию, уборке и послеуборочной обработке урожая, качество которого регламентируется стандартами [3, 4]. Для разработки таких сложных объектов, как технологии, эффективность которых в значительной степени зависит от местных условий (связь со «средой»), применили системный подход, теорию больших (сложных) систем и системный анализ. Технологию рассматривали как единое целое, ее элементы – как органичные составляющие этого целого, причем свойства элементов определялись общими свойствами системы. Технологии принимали, как последовательность действующих один за другим чередующихся механизированных и естественных процессов (экономико-организационные процессы считали вторичными, зависящими от названных), при том, что функционирование каждого последующего

процесса начиналось после окончания предыдущего. При таком представлении технологии отнесли к классу многофазных агрегативных технических систем, состоящих, с целью упрощения математической модели системы, из кусочно-линейных комплексов. Допущение о кусочно-линейной сущности комплекса в том, что его внутреннее состояние не изменяется мгновенно от начального к конечному на выходе. Это допущение совпадает с состоянием комплекса в начале и конце его действия и не мешает рассматривать его внутренние процессы как непрерывные [3, 4]. При этом выделили два вида подсистем (комплексов): структурные и функциональные. По структурному признаку технологии разделили по календарным периодам, причем каждая подсистема представляла собой взаимосвязанную совокупность операций, выполняемых машинами, или естественных процессов в почве, растениях и приземном слое воздуха, по функциональному – на группы операций, где каждая реализует одну из главных функций технологии, направленных на конечный результат. За предел расчленения технологий, задаваемый видом конечных элементов, принимали технологические операции, выполняемые одиночно работающими машинами и агрегатами, группами однородных машин и агрегатов (машинными отрядами), группами разнородных, но взаимосвязанных по функционированию машин и агрегатов (машинных комплексов) [1], что соответствовало уровню организации использования техники в Республике Беларусь.

Важнейшим показателем конкурентоспособности сельскохозяйственной техники является экономия трудовых и материально-технических ресурсов, достигаемая при выполнении производственных процессов.

Чтобы оценить эффективность технического средства с позиций системного подхода, следует учитывать, насколько оно повышает урожайность сельскохозяйственных культур, сокращает потери продукции, а также определить, как это сказывается на снижении ресурсоемкости производства всех видов продукции, получаемых с его применением. В общем случае экономия производственных затрат  $r$ -го ресурса [1] с учётом уменьшения ресурсоемкости единицы продукции можно оценить по масштабному фактору

$$\mathcal{E}_r = \sum_l [Y_{\text{б}rl}^{\circ} - Y_{\text{н}rl}^{\circ} + \Delta Y_{rl}^n] F_l \quad (1)$$

где  $r, l$  – индексы вида ресурса и продукции;  $Y_{\text{б}rl}^{\circ}, Y_{\text{н}rl}^{\circ}$  – ресурсоёмкость операции по базовому и новому вариантам на единицу объема работ, ч/га (кг/га, кВт·ч/га);  $F_l$  – площадь возделывания культуры, га;  $\Delta Y_{rl}^n = (Y_{\text{б}rl}^n - Y_{\text{н}rl}^n) U_l$  – снижение удельных затрат ресурсов в целом по технологии за счет роста урожайности, ч/га (кг/га, кВт·ч/га);  $Y_{\text{б}rl}^n, Y_{\text{н}rl}^n$  – ресурсоемкость продукции по базовому и новому вариантам, ч/ц (кг/ц, кВт·ч/ц);  $U_l$  – урожайность, ц/га.

Для установления зависимости влияния урожайности на ресурсоёмкость продукции по разработанному алгоритму выполнена оптимизация машинно-тракторного парка модельного сельскохозяйственного предприятия и определены затраты производственных ресурсов для широких диапазонов изменения урожайности. В результате исследований установлено, что ресурсоёмкость продукции растениеводства с ростом урожайности  $U_l$  изменяется по гиперболической зависимости

$$Y_r^n = a_l + b_l / U_l, \quad (2)$$

где  $a_l$  и  $b_l$  – экспериментальные коэффициенты, постоянные для широких диапазонов изменения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

С учетом зависимости (2) уравнение (1) примет вид:

$$\mathcal{E}_r = \sum_l \left[ (Y_{\text{б}rl}^{\circ} - Y_{\text{н}rl}^{\circ}) F_l + (Y_{\text{б}rl}^n - Y_{\text{н}rl}^n) U_l F_l \right]. \quad (3)$$

Различные средства механизации обеспечивают различный уровень ресурсопотребления с учетом масштабного фактора их производства и применения. Проанализировав алгебраический знак первого слагаемого, то есть  $(Y_{\text{б}rl}^{\circ} - Y_{\text{н}rl}^{\circ}) F_l$ , которое представляет собой изменение либо ресурсоёмкости базовой операции в отношении новой операции, либо ресурсоёмкости базовой технологии в отношении новой или модернизированной технологии и т.п., можно сделать вывод, что первое слагаемое уравнения (3) во многих случаях будет отрицательным. Поэтому экономия затрат любого ресурса будет определяться в основном величиной второго слагаемого уравнения (3). Зависимости (2) и (3) и полученные значения экспериментальных коэффициентов приводят к выводу, что существенной экономии затрат  $r$ -го ресурса с учётом масштабного фактора можно достичь только при резком увеличении урожайности. Другими словами, темпы роста урожайности должны опережать темпы роста издержек на внедрение новых машин и новых технологий, то есть значение первого слагаемого уравнения (3) должно быть значительно меньше значения второго слагаемого.

**Результаты и выводы.** Основным резервом снижения ресурсоёмкости продукции растениеводства является существенное повышение урожайности. При повышении урожайности зерновых в 1,5 раза можно сэкономить 2 ч трудозатрат, 37,5 кг топлива, 8,5 кг металла и 1 кВт·ч электроэнергии на каждый гектар посевов, а увеличение урожайности картофеля на 22,7 % позволит сэкономить 12 ч трудозатрат, 63 кг топлива, 66 кг металла и 6 кВт·ч электроэнергии на каждый гектар посадок без учёта издержек на внедрение новых машин и технологий. При росте урожайности сахарной свеклы всего до 4 % можно получить экономию трудозатрат до 3,3 %, расхода топлива до 1,1 %, металла до 4,5 %.

Фактическая величина экономии производственных затрат во многом зависит от издержек при внедрении новой техники и новых технологий, целесообразность применения которых с позиций системного

подхода, следует оценивать в целом по машинно-тракторному парку предприятия с учетом их влияния на повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

#### **Список литературы**

1. Шило И.Н., Дашков В.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства. Минск.: БГАТУ, 2003. 183 с., ил.

2. Беларусь в цифрах. 2019: Стат. справочник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск, 2019. 72 с.

3. Непарко Т.А. Повышение эффективности производства картофеля обоснованием рациональной структуры и состава применяемых комплексов машин: Автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.20.03. Минск, 2004. 19 с.

4. Непарко Т.А. Моделирование взаимодействия технических средств при производстве механизированных работ // Агропанорама. 2004. № 3. С. 14-16.