

УДК 631.172

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
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», 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, на сколько 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

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

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

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

Различные средства механизации обеспечивают различный уровень ресурсопотребления с учетом масштабного фактора их производства и применения. Проанализировав алгебраический знак первого слагаемого, то есть $(Y_{\delta rl}^{\circ} - Y_{\eta rl}^{\circ})F_l$, 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.