

анта инвестирования лицом принимающим решение.

По результатам проделанной работы можно сделать несколько выводов:

1. С помощью аппарата нечетких множеств возможно моделировать экономические процессы.

2. Для оценки и сравнения нечетких множеств целесообразно использовать разработанный автором показатель — функцию упорядочения.

3. Нечеткие множества включают в себя больше информации об экономическом процессе или явлении, за счет чего построенная с помощью нечетких множеств модель экономического процесса описывает его более точно.

4. Более точная оценка позволяет снизить риск ошибки в принятии управленческих решений и минимизировать возможные потери.

Список литературы

1. Вуколов, Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel: учеб. пособие / Э.А. Вуколов. — М.: Инфра-М, 2004. — 464 с.
2. Недосекин, А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций / А.О. Недосекин. — СПб.: Типография «Сезам», 2002. — 180 с.
3. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab / С.Д. Штовба. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 288 с.

УДК 338.43:620.9.003.13

Н.С. Спиридонов

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА УДЕЛЬНЫХ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ ИЗ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Выбор экономически наиболее эффективного варианта применения того или иного проекта основывается на условии выгодности, например, капиталоемкого варианта.

Такой способ является довольно трудоемким, так как альтернативных вариантов бывает много и выполнять эти операции становится очень неудобно. Когда в конце 60-х годов прошлого века решался вопрос о строительстве автомобильного завода в СССР мощностью 660 тыс. автомобилей в год, рассматривалось более 70 вариантов строительства завода в различных точках страны. Парное сравнение при таком объеме вариантов проводить было неудобно и нецелесообразно, так как терялись важные сведения о рейтинге каждого варианта.

Решение данной проблемы было найдено созданием нового критерия сравнительной экономической эффективности, который получил название *приведенные затраты*:

$$Z_{\text{пр}i} = Z_{\text{экс}i} + E_n K_i,$$

где $Z_{\text{пр}i}$ — приведенные затраты i -го варианта, р.; $Z_{\text{экс}i}$ — эксплуатационные затраты i -го варианта, р.; K_i — капитальные вложения i -го варианта, р.

В состав данной формулы входит стоимостный показатель «эксплуатационные затраты», который состоит из нескольких статей затрат. *Эксплуатационные затраты* — сумма издержек производства, они обеспечивают поддержание в нормальном состоянии используемых (эксплуатируемых) систем [1].

Данный показатель включает в себя основные статьи затрат при производстве продукции и фактически является показателем себестоимости.

Эксплуатационные затраты можно представить в виде следующей формулы:

$$Z_{\text{экс}} = OT + H_{\text{зн}} + A_0 + P_{\text{ТО}} + C_3 + П,$$

где OT — оплата труда рабочим, р.; $H_{\text{зн}}$ — начисления на заработную плату, р.; A_0 — амортизация основных фондов, р.; $P_{\text{ТО}}$ — затраты на ремонт и обслуживание оборудования, р.; C_3 — стоимость электроэнергии, р.; $П$ — прочие затраты, р.

В таблице представлены основные показатели, необходимые для расчета приведенных затрат.

Однако для того чтобы рассчитать приведенные затраты для выбора наиболее эффективного варианта оборудования для сжигания отходов растениеводства и получения тепло- и (или) электроэнергии, недостаточно знать только эти показатели. Работа оборудования по сжиганию отходов растениеводства, например соломы, сопряжена и с другими затратами, которые необходимо учесть при расчете приведенных затрат.

Солома, предназначенная для сжигания, должна храниться в сухих условиях. Поэтому лучше всего хранить солому под крышей, например, в относительно дешевых полевых сараях либо под навесами с большими козырьками, чтобы дождевая вода не попадала на солому, но хранение соломы в закрытых помещениях потребует затрат [2].

Основные элементы приведенных затрат

Показатель	Методика определения
Оплата труда, р.	$OT = TЗ Ч_c K_d$
Начисления на заработную плату, р.	$H_{зп} = OT K_n$
Амортизационные отчисления, р.	$A_o = K \frac{H_a}{100}$
Затраты на ремонт и ТО, р.	$P_{ТО} = K \frac{H_{рТО}}{100}$
Стоимость электроэнергии, р.	$C_э = Q_э T_э$
Прочие затраты, р.	$P = K \cdot 1 \%$
Капитальные вложения, р.	$K = C_{пн} + M_o + H_p$

Примечание. $TЗ$ — трудозатраты на производство, обслуживание и ремонт оборудования, р.; $Ч_c$ — часовая тарифная ставка, р./ч; K_d — коэффициент доплаты (принимается равным 1,5); K_n — коэффициент начислений на заработную плату, равный 30%; H_a — норма амортизации, %; K — капитальные вложения, р.; $H_{рТО}$ — норма отчислений на ремонт и техническое обслуживание, %; $Q_э$ — потребленная мощность электрооборудованием за месяц (квартал, год), кВт·ч; $T_э$ — тарифная ставка за электроэнергию, р./кВт·ч; $C_{пн}$ — цена приобретения основных средств и оборудования, р.; M_o — затраты на монтаж и пусконаладочные работы, р.; H_p — накладные расходы, р.

Хранение соломы входит в стоимость соломы, а удельная доля хранения в стоимости соломы может достигать более 70% от стоимости самой соломы. Эти затраты снижаются, если хранить солому под навесом. В затраты на хранение фактически входят две статьи затрат: непосредственно хранение соломы, а также стоимость амбара. Если солома хранится в поле, то затраты на хранение могут снизиться почти в два раза за счет исключения стоимости амбара. Несмотря на то, что стоимость хранения будет преобладать в структуре стоимости соломы, общая величина стоимости значительно снизится.

Таким образом, затраты на хранение соломы можно рассчитать следующим образом:

$$Z_x^{навес} = S_x^{навес} K_c,$$

где $Z_x^{навес}$ — затраты на хранение необходимого количества соломы под навесом, р.; $S_x^{навес}$ — стоимость хранения 1 т соломы под навесом, р./т; K_c — необходимое количество соломы, т.

Если солома хранится в закрытом помещении, то в формулу включается дополнительный элемент затрат:

$$Z_x^{амбар} = (S_x^{амбар} + S^{амбар}) K_c,$$

где $Z_x^{амбар}$ — затраты на хранение соломы в амбаре, р.; $S_x^{амбар}$ — стоимость хранения 1 т соломы в амбаре, р./т; $S^{амбар}$ — стоимость амбара, перенесенная на 1 т соломы, р./т.

Как видно из формул, затраты на хранение в поле будут ниже затрат на хранение в капитальном

здании. Однако при хранении соломы в полевых условиях 10% ее становится непригодной для использования. К этим потерям можно отнести естественную порчу соломы от осадков (гниение), ветра, полевых грызунов и других факторов [3].

Погрузку и транспортировку соломы можно осуществлять различными способами в зависимости от размеров тюков. Наиболее выгодными с точки зрения экономики являются большие цилиндрические тюки [2].

Необходимо рассчитать, какое количество соломы потребуется для того, чтобы ее хватило, например, на отопительный сезон. Продолжительность отопительного сезона для разных регионов разная, например, для Центрального региона России продолжительность составляет от 4600 до 4800 ч в год или 191...200 дней [4].

Тогда рассчитать количество соломы можно следующим образом:

$$P_{сезон} = n P_{час},$$

где $P_{сезон}$ — потребность в соломе на отопительный сезон, т; $P_{час}$ — часовая потребность в соломе, т; n — продолжительность отопительного сезона, ч (дней).

Воспользовавшись этими формулами, получается, что для отопительного сезона понадобится 1200 т соломы. Для расчета использовалось среднее значение часов отопительного сезона — 4700 ч. Суточная потребность в соломе составляет 6,12 т.

Исходя из полученных результатов можно определить затраты на топливо, которые потребуются для доставки тюков к месту сжигания соломы:

$$Z_{ГСМ} = rn V_T S_T,$$

где r — количество рейсов трактора с телегой в день; V_T — объем топлива, необходимый для одного рейса трактора, л; S_T — стоимость одного литра топлива, р./л.

Под выражением «один рейс» понимается порожний рейс до места складирования от места сжигания и рейс с грузом (тюки соломы) от места хранения соломы до места сжигания. Экономически эффективное расстояние до места сжигания от места хранения для сельскохозяйственного предприятия средних размеров не должно превышать 15 км.

Пока на текущий момент солома не является товарным продуктом, имеющим свою цену. Каждое хозяйство по своему усмотрению распоряжается образующейся на полях соломой. В Западной Европе солому хранят в тюках, сформированных пресс-подборщиками. Наибольшее распространение получили цилиндрические и прямоугольные типы тюков.

Когда солома начинает рассматриваться как энергоресурс, она получает собственную цену. На первом этапе в процессе уборки комбайн оставляет за собой полосу соломы. Для получения брикетов за ним должен идти трактор, оснащенный пресс-подборщиком. В 2006 г. продажная цена бри-

кетированной соломы была 870 р. за тонну с учетом транспортных расходов. Себестоимость товарной соломы в тюках по предварительным подсчетам должна составлять порядка 545...580 р.

Солома может быть собственного производства и покупная. Для получения более полного представления о затратах, связанных с использованием соломы в качестве топлива, необходимо рассмотреть оба варианта.

1 вариант. Сырье покупное

Проанализировав рынок по продаже соломы зерновых, была рассчитана средняя цена тюка соломы массой 150 кг, принятая равной 600 р., тогда 1 т соломы в тюках на сегодняшний день составит 4000 р. Цены на солому с 2006 г. выросли более чем в 4,5 раза.

Зная потребность в сырье на отопительный сезон, затраты на приобретение соломы от сторонних поставщиков можно представить в виде

$$Z_{\text{сырье}} = nS_c P_{\text{сут}} K_{\text{п}}, \quad (1)$$

где S_c — стоимость одной тонны соломы, р./т; $P_{\text{сут}}$ — суточная потребность в топливе, т; $K_{\text{п}}$ — коэффициент потери сырья при хранении ($K_{\text{п}} = 1,1$).

Коэффициент потери сырья увеличивает количество приобретаемой соломы на 10% в связи с естественными потерями сырья при хранении как в полевых условиях, так и в амбарах.

2 вариант. Сырье собственного производства

Чтобы получить затраты на сырье собственного производства, необходимо рассчитать себестоимость производства соломы на предприятии, это можно сделать следующим образом.

Средние затраты в сутки на тюкование соломы

$$Z_{\text{тюк}} = OT + ГСМ + П + S_{\text{уп}},$$

где OT — оплата труда тракториста в сутки, р.; $ГСМ$ — затраты на топливо, р.; $П$ — прочие затраты, р.; $S_{\text{уп}}$ — стоимость упаковочного материала в день, р.

Затраты на один тюк

$$Z_{\text{тюк}}^1 = \frac{Z_{\text{тюк}}}{H},$$

где H — норма выработки на один агрегат, шт. (тюков).

Затраты на доставку тюков с полей к месту хранения рассчитываются исходя из средних затрат на тюкование соломы в сутки, р./тюк:

$$Z_{\text{дост}}^{\text{тюк}} = \frac{Z_{\text{тюк}}}{H_{\text{д}}},$$

где $H_{\text{д}}$ — норма доставки на один трактор, шт. (тюков).

Затраты на складирование соломенных тюков

$$Z_{\text{скл}}^{\text{тюк}} = \frac{Z_{\text{тюк}}}{H_{\text{ск}}},$$

где $H_{\text{ск}}$ — норма тюков на один погрузчик в день, тюков/день.

Себестоимость производства одного тюка соломы будет складываться из суммы рассчитанных затрат:

$$C'_{\text{тюк}} = Z_{\text{тюк}}^1 + Z_{\text{дост}}^{\text{тюк}} + Z_{\text{скл}}^{\text{тюк}}.$$

Необходимая себестоимость одной тонны тюкованной соломы будет вычисляться по выражению

$$C = \frac{C'_{\text{тюк}} 1000}{m_{\text{тюк}}},$$

где $m_{\text{тюк}}$ — масса одного тюка, кг.

После вычисления себестоимости производства одной тонны соломы можно вычислить полные затраты на сырье для отопительных нужд. Формула (1) приобретет вид

$$Z_{\text{сырье}} = nCP_{\text{сут}}K_{\text{п}}.$$

По предварительным расчетам себестоимость производства соломы будет колебаться от 650 до 850 р./т, однако она может отличаться как в меньшую, так и в большую сторону в зависимости от трудоемкости, организации и географического расположения производства, специализации сельского хозяйства в регионе и других факторов.

Сложив полученные дополнительные затраты для сжигания отходов (соломы), можно получить более полное представление о критерии приведенных затрат. Формула приведенных затрат примет вид

$$Z_{\text{пр}_i} = Z_{\text{экс}_i} + Z_{C_i} + E_H K_i \rightarrow \min,$$

где Z_{C_i} — сумма затрат на хранение, транспортировку и сырье, р.

Таким образом,

$$Z_C = Z_X + Z_{ГСМ} + Z_{\text{сырье}}.$$

Однако данный критерий не позволяет делать обоснованный выбор, например, между оборудованием, работающим на тюкованной соломе, и оборудованием, работающим на соломенных пеллетах. Кроме того, этот критерий ставит ограничения, так как сравнивать можно только оборудование одинаковой мощности. Критерий узкоспециализированный, с его помощью нельзя оценить, например, проект строительства электростанции на соломе или гранулах.

Чтобы унифицировать критерий приведенных затрат, необходимо разделить каждый член выражения на объем энергии, который будет вырабатывать энергетическое оборудование или электростанция, работающая на соломе или гранулах. Тогда выражение критерия приведенных затрат можно записать следующим образом:

$$\frac{Z_{\text{экс}_i}}{P} + \frac{Z_{C_i}}{P} + \frac{K_i}{P} E_H \rightarrow \min,$$

где P — проектируемая мощность, кВт.

Полученное выражение — это удельные приведенные затраты на единицу произведенной энергии, единица измерения — р./кВт. Тогда формулу можно представить в виде

$$Z_{уді} = Z_{эксі}^{уд} + Z_{Сі}^{уд} + E_{Н} K_{уді} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $Z_{уді}$ — удельные приведенные затраты i -го варианта, р./кВт; $Z_{эксі}^{уд}$ — удельные эксплуатационные затраты, р./кВт; $Z_{Сі}^{уд}$ — удельные затраты на хранение, транспортировку и сырье, р./кВт; $K_{уді}$ — удельные капитальные вложения, р./кВт.

Данный критерий позволит выбрать наиболее эффективный вариант оборудования в зависимости от вырабатываемой мощности для любого способа производства энергии, будь то выработка энергии из тюков соломы или соломенных пеллет. Минимальные удельные затраты на один киловатт будут являться самым выгодным вариантом. Причем с увеличением мощности удель-

ные затраты будут уменьшаться только до какого-то определенного момента, а потом вновь будут резко возрастать.

Выражение (2) можно применять не только для выбора электростанций, но и для выбора оптимальной производительности оборудования для производства топливных гранул.

Список литературы

1. Организация и управление производством на сельскохозяйственных предприятиях / В.Т. Водяников [и др.]; под ред. В.Т. Водяникова. — М.: Изд-во «КолосС», Изд-во «АГРУС», 2006. — 506 с.
2. Гелетуха, Г. Сжигание соломы для производства тепловой энергии / Г. Гелетуха, С. Чаплыгин, К. Дрозд // С.О.К. — 2007. — № 9. — С. 19–21.
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. — 2-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 588 с.