вручную или при помощи программных инструментов. В сложных процессах может потребоваться консультация опытных специалистов.

Применение пинч-анализа к деятельности различных предприятий в большинстве случаев улучшало характеристики производственного процесса, (повышало гибкость производства, «расширяло» узкие места в технологических процессах, увеличивало производительность и снижало негативные эффекты).

Попытка применения инструмента пинч-анализа для различных установок по приготовлению кормов, в первом приближении, при учёте лишь основных теплообменных процессов, позволяет прогнозировать снижение энергопотребления на 5-15%.

Литература

1. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям энергоэффективности.
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/Пинч-анализ.

УДК 631.3.072

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Т.А. Непарко[1], к.т.н., доцент, М.В. Прищепчик[2], магистрант
[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Проектирование систем, предназначенных для реализации заданных функций, является лишь одним из аспектов задач, стоящих перед инженером. Из всех возможных проектов инженер должен выбрать тот, который обеспечивает выполнение заданной функции при минимальных затратах. При формулировке задачи оптимизации инженер неизбежно сталкивается с экономикой, а при ее решении – с математическими проблемами. Исходя из этого, применение метода геометрического программирования, отличающегося простотой используемых математических приемов, для решения оптимизационных задач при эксплуатации машинно-тракторных агрегатов является актуальным.

Основная часть

В любой задаче геометрического программирования можно получить двойственную функцию для прямой целевой функции, в которую не входят двойственные переменные D_i и сначала определяют минимум целевой функции, а затем переходят к формированию двойственной задачи – нахождению максимума двойственной функции. Оптимальность проекта может определяться различными критериями. Известно, что капитальные вложения в технику носят разовый характер, а эксплуатационные расходы производятся непрерывно. Это различие в способах оплаты можно устранить, полагая, что для производства первоначальных капитальных вложений берется заем, который затем выплачивается постоянными взносами в течение срока службы технических средств. Отношение величины этого взноса к первоначальным капитальным затратам представляет собой коэффициент эффективности капитальных вложений E, определяемый как функция процентов на капитал и срока службы техники. Рассматривая общие, или приведенные, затраты в единицу времени, определенные как сумма эксплуатационных затрат и постоянного взноса за первоначальные капитальные вложения, приходящаяся на эту же единицу времени, можно считать, что оптимальным будет проект, обеспечивающий минимум общих (приведенных) затрат. Исходя из этого, определим рациональное распределение обрабатываемой площади с учетом минимальных приведенных затрат на вспашке 1200 га, если функция затрат

$$g_0 = C_1x_1 + C_2x_2,$$

где C_1 и C_2 – приведенные затраты, для пахотного агрегата Беларус 1523+ПГПО-5-35 и Беларус 800+ПГПО-3-35 соответственно, у.е./га, C_1 = 33,72 у.е./га, C_2 = 29,6 у.е/га; x_2 – обрабатываемые площади для Беларус 1523+ПГПО-5-35 и Беларус 800+ПГПО-3-35 соответственно, га.

Исходная модель задачи – минимизировать целевую функцию

$$g_0 = 33,72x_1 + 29,6x_2.$$

при справедливости активных ограничений

$$x_1 + x_2 \le S, \qquad (1)$$

где S – обрабатываемая площадь, га.

При методе геометрического программирования активное ограничение (1) должно лежать в положительной области, т.е. все значения x_1 и x_2 больше или равны нулю.

Преобразуем обратные ограничения. Ограничение по знаку обратно тому, которое необходимо для геометрического программирования

$$\left(\sum_{i=1}^{n} U_i\right)^{-1} \le \prod_{i=1}^{n}\left(\frac{a_i}{U_i}\right)^{a_i} \le \sum_{i=1}^{n}\frac{a^2{}_i}{U_i}, \tag{2}$$

где $U_1, U_2, ..., U_n$ – положительные числа; n – число членов целевой функции g_0; $a_1, a_2, ..., a_n$ – любые положительные числа, удовлетворяющие условию

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = 1. \tag{3}$$

Применительно к нашему случаю положительные весовые коэффициенты распределения объемов работ по МТА $a_1 + a_2 = 1$.

Применив к выражению (3) левую часть геометрического неравенства (2), получим геометрически обратный позином

$$g_1 = \frac{1}{S}x_1 + \frac{1}{S}x_2 \le 1\cdot \tag{4}$$

С учетом правой части (2) выражение (4) примет вид

$$g_2 = Sa_1^2 x_1^{-1} + Sa_2^2 x_2^{-1} \le 1.$$

Выражение (4) носит название гармонического обратного позинома активного ограничения. Таким образом, записав обратное ограничение в виде геометрического или гармонического обратного позинома, получим прямую геометрическую программу. При этом выделяем коэффициенты $C_3 = S \cdot a_1^2$ и $C_4 = S \cdot a_2^2$ гармонического обратного позинома активного ограничения.

Положительные весовые коэффициенты распределения объемов работ по агрегатам первоначально примем условно равными между собой с учетом выражения (3), т.е. $a_1 = a_2 = 0,5$. Формируем двойственную задачу – находим максимум ее функции при линейных двойственных ограничениях и двойственных переменных D_i

$$V_{\max} = \prod_{i=1}^{n}\left(\frac{C_i}{D_i}\right)^{D_i} \prod_{k=1}^{p} L_k^{L_k}, \tag{5}$$

где p – число ограничений; L – множитель Лагранжа (положительный множитель); $L_k^{L_k}$ – суммарное влияние всех ограничений.

В рассмотренной функции (5) любую задачу в паре можно принять за исходную (прямую), тогда другая задача будет двойственной по отношению к ней. Анализируя модели двойственных задач, устанавливаем следующие связи между ними. Свободные члены ограничений прямой задачи служат коэффициентами целевой функции двойственной задачи, а коэффициенты целевой функции прямой задачи – свободными членами ограничений двойственной. Максимизация (минимизация) целевой функции прямой задачи заменяется минимизацией (максимизацией) целевой функции двойственной задачи.

При формировании двойственной задачи необходимо выполнить условия:

неотрицательности

$$D_i \geq 0; \tag{6}$$

нормализации

$$\sum_{i=1}^{n_0} D_i = 1; \tag{7}$$

ортогональности

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} D_i = 0 \ \left(j = 1, 2, \ldots m\right), \tag{8}$$

где n_0 – число переменных в целевой функции g_0; m – число двойственных переменных. В нашей задаче двойственные переменные D_1, D_2, D_3, D_4 $(m = 4)$.

Для целевой g_0 и двойственной V функций справедливо соотношение $g_0 \geq V$, на основании которого можно записать неравенство $g_0 \geq Z \geq V$. Из него видно, что Z является для g_0 минимальным значением, а для V – максимальным в оптимальной точке $g_{0_{\min}} = V_{\max} = Z$.

В нашем случае условие ортогональности имеет вид

$$\frac{1}{S} x_1 D_1 + \frac{1}{S} x_2 D_2 + S a_1^2 x_1^{-1} D_3 + S a_2^2 x_2^{-1} D_4 = 0. \tag{9}$$

Число параметров d, которыми должны задаваться с целью разрешения условий ортогональности, $d = (m-1) - n$. При степени сложности задачи $d = 1$ в двойственных ограничениях с учетом условия нормализации $D_1 + D_2 = 1$ принимаем d базисных переменных r_j $\left(j = 1, 2, \ldots, D\right)$. В этом случае базисная переменная равна r. Тогда $D_2 = r$; $D_1 = 1 - r = D_3$; $D_2 = D_4 = r$. Введя множитель Лагранжа $L = D_3 + D_4$, получаем максимум двойственной функции из выражения (5)

$$V_{\max} = \left(\frac{C_1}{D_1}\right)^{D_1} \left(\frac{C_2}{D_2}\right)^{D_2} \left(\frac{C_3}{D_3}\right)^{D_3} \left(\frac{C_4}{D_4}\right)^{D_4} \cdot 1^1 = \left(\frac{C_1}{1-r}\right)^{1-r} \left(\frac{C_2}{r}\right)^{r} \left(\frac{C_3}{1-r}\right)^{1-r} \left(\frac{C_4}{r}\right)^{r} \cdot 1^1.$$

Заметим, что базисная переменная r имеет пределы изменения $0 \le r \le 1$.

Выполнив соответствующие расчеты, устанавливаем, что объем выполненных работ на вспашке агрегатом Беларус 1523+ПГПО-5-35 составит 562,4 га, а агрегатом Беларус 800+ПГПО-3-35 637,6 га.

Алгоритм определения оптимального распределения объема работ при использовании МТА с учетом минимальных приведенных затрат реализован с помощью программных средств для ПЭВМ.

Заключение

Разработанные алгоритм и программа определения оптимального распределения объема работ при использовании машинно-тракторных агрегатов с учетом минимальных приведенных затрат может быть использована при проектировании производственных процессов, планировании использования технических средств, организации работ в сельскохозяйственном предприятии.

Литература

1. Геометрическое программирование и техническое проектирование: К.Зенер. – М.: Мир, 1973.

2. Элементарное введение в геометрическое программирование. Г.А.Бекишев, М.И.Кратко. – М.: Наука, 1980.

3. Непарко Т.А. Прогнозирование рационального состава машинно-тракторных агрегатов // Агропанорама.– 2004.– №2. – С.30–36.

УДК 631.3.072

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ПОТОЧНЫХ ПРОЦЕССАХ

Т.А. Непарко[1], к.т.н., доцент, М.В. Прищепчик[2], магистрант

[1]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Сложность сельскохозяйственного производства требует включения в сферу управления отраслью всех современных научных достижений в области экономики, автоматики и вычислительной техники. На всех этапах планирования работы агрегатов и комплексов машин в сельскохозяйствен-