УДК 004.9:631

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПАКЕТОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Борис Игнатьевич Смагин
доктор экономических наук, профессор
bismagin2023@mail.ru
Николай Алексеевич Барков
магистрант
barkov-92@bk.ru
Мичуринский государственный аграрный университет
г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В процессе управления сельскохозяйственным предприятием, как правило, имеется цель, состоящая в нахождении оптимальных параметров, доставляющих экстремальное (максимальное или минимальное) значение некоторому критерию. Тем самым возникает задача линейного программирования, состоящая в нахождении экстремума линейной функции при наличии линейных ограничений. Данные задачи решаются с помощью использования информационных технологий при наличии специализированных математических пакетов, которые рассмотрены в данной статье.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, информационные технологии, оптимизация, оптимальные параметры, управление.

Управление предприятием всегда подчинено некоторой цели, поэтому всегда можно говорить об управлении, оптимальном в известном смысле, например цель: максимизация прибыли за заданный период времени, снижение издержек производства и т.д. Управление предприятием представляет собой совокупность воздействий, призванных обеспечить эффективное с точки зрения заданных целей протекание производственного процесса.

Для решения оптимизационных задач в сельскохозяйственном производстве, как привило, используют модели линейного программирования. Сюда входят модели оптимизации структуры посевных площадей, оптимизации кормовых рационов, структуры стада, оптимизации кормопроизводства, овощеводства, садоводства и т.д. Особое место среди них занимает модель оптимизации отраслевой структуры, которая оценивает оптимальные параметры всех отраслей, входящих в сельскохозяйственную организацию.

Рассмотрим основные математические пакеты и алгоритмические языки, в которых реализован алгоритм решения задачи линейного программирования.

Для решения задач линейного программирования в Octave существует функция:

[xopt, fmin, status, extra] = glpk(c,a,b, lb, ub, ctype, vartype, sense, param) [1, 6].

Здесь:

c – вектор-столбец, включающий в себя коэффициенты при неизвестных функции цели, размерность вектора c равна количеству неизвестных n в задаче линейного программирования;

a – матрица при неизвестных из левой части системы ограничений, количество строк матрицы равно количеству ограничений m, а количество столбцов совпадает с количеством неизвестных n;

b – вектор-столбец содержит свободные члены системы ограничений, размерность вектора равна количеству ограничений m;

lb – вектор-столбец размерности n, содержащий верхнюю систему ограничений (x > lb), по умолчанию lb – вектор столбец, состоящий из нулей;

ub – вектор-столбец размерности n, содержащий нижнюю систему ограничений (x < ub), по умолчанию верхняя система ограничений отсутствует, подразумевается, что все значения вектора ub равны +\infty;

ctype – массив символов размерности n, определяющий тип ограничения;

vartype – массив символов размерности n, который определяет тип переменной x_i "C" – вещественная переменная, "I" – целочисленная переменная; sense – значение, определяющее тип задачи оптимизации:

1 – задача минимизации, –1 – задача максимизации;

param – структура, определяющая параметры оптимизационных алгоритмов, при обращении к функции glpk.

Для решения задачи в Scilab используют функцию karmarkar [5]. Один из вариантов этой функции:

[xopt,fopt,exitflag,iter,yopt] = karmarkar(Aeq,beq,c,x0,rtolf,gam,maxiter,outfun,A,b,lb,ub)

Аргументы функции:

Aeq – матрица размерности nxp, где n – число ограничений-равенств, p – число неизвестных. Это матрица системы линейных ограничений;

beq – вектор-столбец размерности n, правая часть системы ограничений-равенств;

c – вектор-столбец размерности p, вектор коэффициентов целевой функции;

x0 – вектор-столбец размерности p, вектор начальных приближений. По умолчанию x0=[]. Если x0==[], функция karmarkar автоматически задает начальное приближение;

rtolf – скаляр, относительная погрешность вычисления f(x)=c'*x (по умолчанию rtolf=10^{-5});

gam – скаляр, коэффициент масштабирования. По умолчанию gam=0.5. 0<gam<1. Иногда установленное по умолчанию значение параметра gam приводит к тому, что алгоритм не обеспечивает сходимости к точке минимума. В этом случае можно попробовать уменьшить значение gam;

maxiter – скаляр, задающий максимальное число итераций (по умолчанию maxiter=200;

outfun – функция или список, функция вывода;

A – матрица ограничений-неравенств размерности nixp;

b – вектор-столбец, правая часть системы линейных неравенств;

lb – вектор-столбец, нижние границы переменной x;

ub – вектор-столбец, верхние границы переменной x.

Для решения данной задачи оптимизации на Python используется библиотека Pyomo [2, 3].

1. Установка библиотеки Pyomo Перед началом работы необходимо установить библиотеку Pyomo. Это можно сделать с помощью pip, выполнив следующую команду: pip install pyomo

2. Импортирование необходимых модулей.

Далее, импортируются необходимые модули из библиотеки Pyomo:

from pyomo.environ import *

Создание модели

model = ConcreteModel()

Определение множеств

model.I = RangeSet(n) model.J = RangeSet(m)

Определение переменных решения

model.x = Var(model.I, model.J, within= NonNegativeReals)

Определение целевой функции

model.obj = Objective(expr=sum(c[i][j] * model.x[i,j] for i in model.I for j in model.J), sense=minimize)

Определение ограничений

model.demand = ConstraintList()

for i in model.I:

model.demand.add(sum(model.x[i,j]

for j in model.J) == p[i-1]) model.supply = ConstraintList() for j in model.J: model.supply.add(sum(model.x[i,j] for i in model.I) <= M[j-1])

Решение задачи оптимизации

Для решения задачи оптимизации используется стандартный солвер GLPK, который можно установить через pip. Далее вызывается метод solve() данной модели, который выполняет оптимизацию.

Решение задачи оптимизации

SolverFactory(‘glpk’).solve(model)

Алгоритмический язык R также допускает решение задачи линейного программирования [7].

Наш опыт решения задач линейного программирования показал привлекательность использования пакета символьной математики Maple, в котором решение задачи компактно и включает в себя ввод библиотеки simplex, системы ограничений ogr, функции цели funk и критерия оптимальности [4].

В качестве примера рассмотрим следующую задачу линейного программирования:

$$Z = 5x_1 + x_2 - x_3 + x_4 + 2x_5 \to \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + x_3 = 2 \\ 4x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 + x_5 = 8 \\ x_1 + x_2 + x_5 = 2 \\ x_j \geq 0; \ \forall j = \overline{1,5} \end{cases}$$

Решаем задачу в системе Maple.

$> with(simplex):$

$> ogr := \{-x1 + 2\cdot x2 + x3 = 2, 4\cdot x1 + x2 + x3 + 2\cdot x4 + x5 = 8, x1 + x2 + x5 = 2, 5\cdot x1 + x2 - x3 + x4 + 2\cdot x5 - z = 0\}:$

$> func := 5\cdot x1 + x2 - x3 + x4 + 2\cdot x5:$

$> maximize(func, ogr, NONNEGATIVE);$

$$\left\{x1 = \frac{2}{3}, x2 = \frac{4}{3}, x3 = 0, x4 = 2, x5 = 0, z = \frac{20}{3}\right\}$$

Таким образом, максимальное значение целевой функции равно 20/3 и оно достигается при x1 = 2/3; x2 = 4/3; x3 = x4 = x5 = 0.

Список литературы:

1. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. Введение в Octave. М.: Национальный открытый университет «ИНТУИТ». 2016. 487с.

2. Барганалиева Ж.К., Султанбаева Г.С., Асанова Ж.К., Асанбекова Н.О. Решение задач линейного программирования с помощью библиотеки Pyomo на языке Python// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. №12. С. 29 - 32

3. Бинум М.Л., Хакебейл Г.А. Харт У.Э., Лэрд К.Д., НиколсонБ.Л., Сиирола Д.Д., Уотсон Ж-П., Вудраф Д.Л. Pyomo. Моделирование оптимизации на Python. М.: ДМК Пресс. 2023. 232с.

4. Дьяконов В.П. Математическая система Maple V R3/R4/R5. М.: Солон. 1998. 400с.

5. Титов А.Н., Тазиева Р.Ф. Решение математических задач в интегрированной среде Scilab: учебно-методическое пособие. Казань: Изд-во КНИТУ, 2022. 164с.

6. John W. Eaton, David Bateman, Soren Hauberg, Rik Wehbring GNU Octave. Octave Project Developers. 2025. 1234p.

7. Timothy R. Anderson Optimization Modeling Using R. CRC Press, 2023. 299p.

UDC 004.9:631

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND MATHEMATICAL PACKAGES IN SOLVING PROBLEMS OF OPTIMIZING AGRICULTURAL PRODUCTION

Boris Ig. Smagin

doctor of economics, professor

bismagin2023@mail.ru

Nikolay Al. Barkov
master's student
barkov-92@bk.ru
Michurinsk State Agrarian University
Michurinsk, Russia

Abstract. In the process of managing an agricultural enterprise, as a rule, there is a goal consisting in finding optimal parameters that deliver an extreme (maximum or minimum) value to a certain criterion. Thus, the problem of linear programming arises, which consists in finding the extremum of a linear function in the presence of linear constraints. These problems are solved using information technology in the presence of specialized mathematical packages, which are discussed in this article.

Keywords: agro-industrial complex, information technology, optimization, optimal parameters, management.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.