

УДК 674.03.382

UDC 674.03.382

**АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВКАМИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ****CONTROL ALGORITHM FOR SUPPLYING OF FUEL AND LUBRICANTS**

Драпалук Михаил Валентинович  
д.т.н., профессор

Drapaluk Michail Valentinovich  
Dr.Sci.Tech., professor

Афоничев Дмитрий Николаевич  
д.т.н., профессор

Afonichev Dmitry Nikolaevich  
Dr.Sci.Tech., professor

*Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия*

*Voronezh State Forestry Academy, Voronezh, Russia*

Разработан алгоритм управления поставками горюче-смазочных материалов, учитывающий затраты на доставку их партии автотранспортными средствами и позволяющий оперативно установить оптимальный объем партии и тип автотранспортного средства для доставки, обеспечивающие минимальные затраты на покупку, хранение и доставку горюче-смазочных материалов. Алгоритм может быть использован в системе управления вспомогательным производством предприятий – потребителей горюче-смазочных материалов и основным производством организаций – поставщиков горюче-смазочных материалов для оперативного принятия решений при изменяющихся режимах потребления и ценах

The algorithm for managing of supplying of fuel and lubricants, which takes into account the cost of delivery by vehicles and allows quickly determine the optimal batch size and type of vehicle for delivery to ensure the minimum cost for the purchase, storage and delivery of fuels and lubricants, is built. The algorithm can be used in management of subsidiary manufacturing companies - consumers of lubricants and primary production organizations - suppliers of fuel and lubricants to make decisions under varying modes of consumption and prices

Ключевые слова: АЛГОРИТМ, УПРАВЛЕНИЕ, ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОСТАВКА, ЗАТРАТЫ

Keywords: ALGORITHM, CONTROL, FUEL AND LUBRICANT MATERIALS, SUPPLYING, COSTS

**Введение.** Вспомогательное производство обеспечивает бесперебойную и эффективную работу технологических линий и участков основного производства предприятия, а поэтому грамотное безошибочное принятие решений при управлении вспомогательным производством является залогом высокой эффективности работы предприятия в целом. Реализация технологических процессов отдельных видов производств (в лесном комплексе, сельском хозяйстве, строительстве, горнодобывающих производствах, на транспорте) предусматривает применение самоходных машин, бензиномоторного инструмента, технологических и энергетических установок, для эксплуатации которых требуются горюче-смазочные материалы (ГСМ) разных видов и марок [1].

Поставка, хранение и распределение ГСМ на предприятии – важная функция вспомогательного производства, для реализации которой предприятия имеют склады ГСМ, топливораздаточные устройства, специальную технологическую оснастку, автоцистерны для перевозки нефтепродуктов, топливозаправщики. Доставка нефтепродуктов на склады ГСМ может также производиться специализированными транспортными средствами организаций-поставщиков или транспортных организаций. В виду широкой номенклатуры поставляемых и применяемых ГСМ с разными объемами потребления, а также требований к их хранению и перевозкам, выражающими в специфичности тары и специализации транспортных средств, при управлении вспомогательным производством необходимо решать важную задачу – установление оптимальных объемов и сроков поставок ГСМ, обеспечивающих бесперебойную работу машин и оборудования основного производства при минимальных затратах на приобретение, доставку, хранение ГСМ [2]. Аналогичная задача также решается при управлении производством в специализированной организации, осуществляющей поставки ГСМ, ряду потребителей.

Авторами предложена математическая модель управления поставками ГСМ с учетом возможных скидок и вида транспортных средств, осуществляющих доставку ГСМ [2]. Эффективность системы управления определяет грамотное и оперативное принятие решений [3]. Для оперативного принятия решений в системе управления вспомогательным производством необходимо разработать алгоритм и программу для ЭВМ, реализующие указанную модель.

**Алгоритм.** Ввиду того, что поставки практически всех видов ГСМ предприятиям осуществляются автоцистернами или в спецтаре автотранспортными средствами общего назначения, представленный далее алгоритм управления поставками ГСМ определяет затраты на перевозку ГСМ автотранспортными средствами (специализированными и общего назначения).

1. Для реализации модели [2] требуется ввод следующих исходных данных.

1.1. Константы:

-  $k$  – коэффициент, учитывающий дополнительный расход топлива на разогрев двигателя и при работе в зимнее время;

-  $k_d$  – коэффициент, учитывающий затраты на хранение и доставку топлива (для автотранспортных средств, осуществляющих доставку ГСМ);

-  $k_{III}$  – коэффициент, учитывающий затраты на доставку и хранение шин;

-  $k_{II}$  – коэффициент, учитывающий прочие и накладные расходы.

1.2. Характеристики  $i$ -го вида ГСМ и условий его поставки:

-  $L_i$  – расстояние перевозки  $i$ -го вида ГСМ, км;

-  $g_i$  – плотность ГСМ  $i$ -го вида, кг/л;

-  $a_i'$  – затраты на оформление документов, приходящиеся на один рейс при доставке ГСМ  $i$ -го вида, руб.;

-  $c_i$  – стоимость ГСМ  $i$ -го вида, руб/л;

-  $m_i$  – интенсивность потребления ГСМ  $i$ -го вида, л;

-  $s_i$  – удельные затраты в единицу времени на хранение ГСМ  $i$ -го вида, руб/л;

-  $E_i$  – количество предоставляемых скидок для  $i$ -го вида ГСМ;

-  $K_i$  – количество типов транспортных средств, которые можно использовать для доставки  $i$ -го вида ГСМ.

1.3. Матрица технических и эксплуатационных показателей автотранспортных средств, используемых для доставки  $i$ -го вида ГСМ ( $k = \overline{1, K}$ ):

-  $l_{donk}$  – дополнительный пробег на рейс при доставке  $i$ -го вида ГСМ автотранспортным средством  $k$ -го типа, км;

- $Q_{ik}$  – объем ГСМ  $i$ -го вида, перевозимый за один рейс автотранспортным средством  $k$ -го типа, л;
- $b_k$  – коэффициент, учитывающий дополнительный расход топлива на привод насоса;
- $q_{Пк}$  – норма расхода топлива на 100 км пробега для автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, л;
- $q_{Гк}$  – норма расхода топлива на 100 т·км грузовой работы для автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа;
- $M_{Пк}$  – масса прицепного состава, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, т;
- $c_k$  – цена топлива для автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб/л;
- $k_{ЭМк}$  – коэффициент, учитывающий затраты на смазочные материалы и специальные жидкости для автотранспортного средства  $k$ -го типа;
- $n_{Шк}$  – количество шин у автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа (без запасных колес);
- $n'_{Шк}$  – количество шин у прицепного состава автотранспортного средства  $k$ -го типа;
- $c_{Шк}$  – цена одной шины автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб.;
- $c'_{Шк}$  – цена одной шины прицепного состава автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб.;
- $l_{Шк}$  – норма пробега шин автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, км;
- $l'_{Шк}$  – норма пробега шин прицепного состава автотранспортного средства  $k$ -го типа, км;

- $H_{ТОk}$  – нормы затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб/(1000 км);
- $H'_{ТОk}$  – нормы затрат на текущий ремонт и техническое обслуживание прицепного состава автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб/(1000 км);
- $C_{АЦk}$  – балансовая стоимость автомобиля (автоцистерны, седельного тягача, бортового автомобиля), входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб.;
- $C_{ПЦk}$  – балансовая стоимость прицепного состава, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб.;
- $H_{АЦk}$  – норма амортизационных отчислений для автомобиля, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, %/(1000 км);
- $H_{ПЦk}$  – норма амортизационных отчислений для прицепного состава, входящего в состав автотранспортного средства  $k$ -го типа, %;
- $v_{Пik}$  – среднетехническая скорость движения автотранспортного средства  $k$ -го типа без груза, км/ч;
- $v_{Гik}$  – среднетехническая скорость движения автотранспортного средства  $k$ -го типа с грузом, км/ч;
- $t_{Пik}$  – время на погрузку (заполнение цистерны), ожидание, маневры на погрузочной площадке для автотранспортного средства  $k$ -го типа, ч;
- $t_{Сik}$  – время на разгрузку (слив цистерны), ожидание, маневры на разгрузочной площадке для автотранспортного средства  $k$ -го типа, ч;
- $t_{ок}$  – время на обслуживание водителем автотранспортного средства  $k$ -го типа, ч;
- $z_{чk}$  – часовая ставка водителя автотранспортного средства  $k$ -го типа, руб.

1.4. Матрица скидок на стоимость ГСМ  $i$ -го вида ( $e = \overline{0, E_i}$ ):

-  $b_{ie}$  – величина  $e$ -й скидки на стоимость ГСМ  $i$ -го вида, %;

-  $V_{ie}$  – минимальный объем партии ГСМ  $i$ -го вида, при котором вводится  $e$ -я скидка, л.

2. Вычисляются пробег за один рейс при доставке ГСМ  $i$ -го вида  $L_{Pi}$ , км, и грузовая работа, выполняемая за один рейс при доставке ГСМ  $i$ -го вида автотранспортным средством  $k$ -го типа, т·км:

$$L_{Pi} = 2L_i + l_{донk}; \quad (1)$$

$$R_{Pik} = 10^{-3} g_i Q_{ik} L_i. \quad (2)$$

3. Определяется расход топлива автотранспортным средством  $k$ -го типа за один рейс  $q_{ik}$  при доставке ГСМ  $i$ -го вида, л

$$q_{ik} = 0,01 k b_k \left[ (q_{Пк} + q_{Гк} M_{Пк}) L_{Pi} + q_{Гк} R_{Pik} \right]. \quad (3)$$

4. Для автотранспортного средства  $k$ -го типа рассчитываются (в рублях): затраты на топливо  $z_{Тik}$ , затраты на смазочные материалы и специальные жидкости  $z_{СМik}$ , затраты на шины  $z_{Шik}$ , затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание  $z_{ТОik}$ , амортизационные отчисления  $z_{Аik}$ , отнесенные к одному рейсу при доставке ГСМ  $i$ -го вида:

$$z_{Тik} = k_{Д} c_k q_{ik}; \quad (4)$$

$$z_{СМik} = k_{ЭМk} z_{Тik}; \quad (5)$$

$$z_{Шik} = k_{Ш} L_{Pi} \left( \frac{n_{Шk} c_{Шk}}{l_{Шk}} + \frac{n'_{Шk} c'_{Шk}}{l'_{Шk}} \right); \quad (6)$$

$$z_{ТОik} = 10^{-3} L_{Pi} (H_{ТОk} + H'_{ТОk}); \quad (7)$$

$$z_{Аik} = 0,01 \left[ 10^{-3} C_{АЦk} H_{АЦk} L_{Pi} + C_{ПЦk} H_{ПЦk} \right]. \quad (8)$$

5. Затраты на эксплуатацию и восстановление подвижного состава  $k$ -го типа, отнесенные к одному рейсу при доставке ГСМ  $i$ -го вида,  $z_{Эik}$  (в рублях) составляют сумму затрат, определяемых по формулам (4) – (8)

$$z_{Эik} = z_{Tik} + z_{CMik} + z_{Шik} + z_{TOik} + z_{Aik}. \quad (9)$$

6. Устанавливается продолжительность рейса при доставке объема ГСМ  $Q_{ik}$   $T_D$  (в часах)

$$T_D = \frac{L_i}{v_{Пik}} + \frac{L_i}{v_{Гik}} + t_{Пik} + t_{Сik} + t_{0k}. \quad (10)$$

7. Оплата труда водителя автотранспортного средства  $k$ -го типа за один рейс  $z_{Bik}$  зависит от продолжительности рейса по доставке партии ГСМ  $i$ -го вида, а следовательно от расстояния перевозки  $L_i$  и рассчитывается по формуле

$$z_{Bik} = z_{Уk} T_D. \quad (11)$$

8. Значения, определяемые по формулам (1) – (11), позволяют установить затраты  $a_{ik}$  на доставку некоторого объема ГСМ  $i$ -го вида  $Q_{ik}$  автотранспортным средством  $k$ -го типа за один рейс

$$a_{ik} = k_{П} (z_{Bik} + z_{Эik}) + a_i'. \quad (12)$$

9. Так как объем поставки ГСМ за определенный временной период не может быть меньше интенсивности потребления  $m_i$ , то согласно ограничению модели [2]

$$n_k Q_{ik} \geq m_i, \quad (13)$$

где  $n_k$  – количество рейсов автотранспортного средства  $k$ -го типа, необходимых для доставки требуемого объема ГСМ  $i$ -го вида.

10. Из выражения (13) устанавливается минимально допустимое количество рейсов автотранспортного средства  $k$ -го типа

$$n_k = \frac{m_i}{Q_{ik}}. \quad (14)$$

11. Полученное значение  $n_k$  округляют до целого числа в большую сторону.

12. От размера приобретаемой партии ГСМ  $i$ -го вида зависит величина скидки  $b_{ie}$  (в процентах) согласно условию, что

$$V_{ie} \leq n_k Q_{ik} < V_{i(e+1)}. \quad (15)$$

13. Из выражения (15) также определяется величина индекса  $e$ .

14. Устанавливается стоимость ГСМ  $i$ -го вида  $c_{ie}$  (в рублях за литр) с учетом  $e$ -й скидки

$$c_{ie} = c_i (1 - 0,01b_{ie}). \quad (16)$$

15. Затраты на оформление заявки и доставку партии ГСМ  $i$ -го вида автотранспортным средством  $k$ -го типа  $z_{ik}$ , (в рублях) зависят от количества рейсов  $n_k$  и определяются по формуле

$$z_{ik} = n_k a_{ik}. \quad (17)$$

16. Затраты на управление запасами ГСМ  $i$ -го вида в единицу времени при доставке автотранспортными средствами  $k$ -го типа при установленном количестве рейсов  $n_k$   $Z_{ike}(n_k)$  (в рублях) составляют

$$Z_{ike}(n_k) = \frac{z_{ik} m_i}{n_k Q_{ik}} + \frac{s_i n_k Q_{ik}}{2} + c_{ie} m_i. \quad (18)$$

17. Проверяется условие  $e = E_i$ :

- если оно выполняется, то затраты на управление запасами ГСМ  $i$ -го вида в единицу времени при доставке автотранспортными средствами  $k$ -го типа  $Z_{ik} = Z_{ike}(n_k)$ , переход к пункту 20;

- если указанное условие не выполняется, то увеличивается индекс  $e$  ( $e = e + 1$ ) и рассчитывается количество рейсов  $n_k$  по формуле

$$n_k = \frac{V_{ie}}{Q_{ik}}. \quad (19)$$

18. Полученное значение  $n_k$  округляется до целого числа в большую сторону, выполняется проверка соответствия выражению (15) и устанавливается значение индекса  $e$ , выбирается величина скидки  $b_{ie}$ , и производит-

ся расчет по формулам (16) – (18). Таким образом, получается ряд значений  $Z_{ik}(n_k)$  при разных  $n_k$ , соответствующих определенным скидкам с индексами  $e = \overline{0, E_i}$ . Из этого ряда выбирают минимальное значение, то есть

$$Z_{ik} = \min \{ Z_{ike}(n_k) \}. \quad (20)$$

19. Количество рейсов принимают, соответствующее минимальному значению  $Z_{ike}(n_k)$ .

20. Реализация алгоритма (расчеты по формулам (1) – (20)) производятся для всех  $K_i$  типов автотранспортных средств, использование которых возможно для доставки ГСМ  $i$ -го вида, то есть индекс  $k$  изменяется от 1 до  $K_i$ . В результате реализации алгоритма формируется матрица значений  $Z_{ik}$  и  $n_k$ :

$$\begin{vmatrix} Z_{i1}, & Z_{i2}, & \dots, & Z_{iK_i} \\ n_1, & n_2, & \dots, & n_{K_i} \end{vmatrix}. \quad (21)$$

Оптимальным вариантом поставки ГСМ  $i$ -го вида является столбец матрицы (21), в котором расположено минимальное значение  $Z_{ik}$ .

**Выводы.** Разработанный алгоритм управления поставками ГСМ учитывает затраты на доставку партии ГСМ автотранспортными средствами и позволяет оперативно установить оптимальный объем партии ГСМ, тип автотранспортного средства для доставки, обеспечивающие минимальные затраты на покупку, хранение и доставку ГСМ.

Предложенный алгоритм управления поставками ГСМ может быть использован в системе управления вспомогательным производством предприятий – потребителей ГСМ и основным производством организаций – поставщиков ГСМ для оперативного принятия решений при изменяющихся режимах потребления и ценах.

#### Список литературы

1. Справочник по технологическим и транспортным машинам лесопромышленных предприятий и техническому сервису / Под ред. В.В. Быкова, А.Ю. Тесовского. – М.: МГУЛ, 2000. – 534 с.
2. Драпалюк М.В. Модель управления поставками горюче-смазочных материалов автотранспортными средствами / М.В. Драпалюк, Д.Н. Афоничев // Программные продукты и системы. – 2009. – № 3. – С. 114–116.
3. Алябьев В.И. Организация автоматизированного управления лесопромышленным производством / В.К. Курьянов, В.Н. Харин. – Воронеж: ВГЛТА, 1999. – 196 с.