

Раздел 7. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ДОУКОМПЛЕКТОВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Структурная ЭММ и основные ограничения экономико-математической задачи

Индексация:

j – номер марки тракторов;
 J_0 – множество марок тракторов;
 J_1 – множество наличных марок тракторов, $J_1 \subset J_0$;
 J_2 – множество покупных марок тракторов, $J_2 \subset J_0$;
 i – номер вида механизированных работ;
 I_0 – множество видов механизированных работ;
 t – номер периода напряженных работ;
 T_0 – множество периодов напряженных работ;
 j^0 – номер сельскохозяйственных машин и орудий;
 J_3 – множество сельскохозяйственных машин и орудий.

Неизвестные:

x_{ijt} – количество тракторов марки j на выполнение работы i в период t ;
 \tilde{x}_{ijt} – количество наличных тракторов марки j на выполнение работы i в период t ;
 $\tilde{\tilde{x}}_{ijt}$ – количество новых тракторов марки j на выполнение работы i в период t ;
 x_j – количество приобретаемых новых тракторов марки j ;
 x_{j^0} – количество покупных сельскохозяйственных машин и орудий марки j^0 .

Известные:

A_{it} – объем механизированных работ вида i в период t ;
 B_{jt} – рабочий период для трактора марки j в период t ;
 K_j – наличие собственных тракторов марки j ;
 D_{j^0} – количество собственных сельскохозяйственных машин и орудий марки j^0 ;
 a_{ijt} – производительность трактора j при выполнении работы i в период t ;
 p_{ijt} – агротехнические сроки выполнения работы i трактором j в период t ;
 d_{ijj^0t} – потребность в сельскохозяйственных машинах j^0 для одного трактора марки j по видам i работы в период t ;
 k_{ijt} – эксплуатационные издержки трактора j на выполнение работы i в период t ;
 c_j – издержки на приобретение трактора марки j ;
 c_{j^0} – издержки на приобретение сельскохозяйственной машины марки j^0 .

Требуется найти: $x_{ijt} \{ \tilde{x}_{ijt}, \tilde{\tilde{x}}_{ijt} \}$, $x_j, x_{j^0} \geq 0$ при нижеперечисленных ограничениях.

1. Ограничение по выполнению отдельных видов механизированных работ

$$\sum_{j \in J_0} a_{ijt} x_{ijt} \geq A_{it}, \quad i \in I_0, \quad t \in T_0.$$

Это соотношение определяет потребности в технике в условиях, когда работы выполняются одна за другой. Поскольку сроки выполнения работ налагаются, то требуются ограничения, которые бы учитывали наложение сроков. Чтобы это сделать, можно сравнить число рабочих дней, которые следует иметь при выполнении работ, и общее число рабочих дней машинно-тракторного парка в течение периода.

Отсюда следуют второе и третье ограничения.

2. По использованию собственных тракторов

$$\sum_{i \in I_0} p_{ijt} \tilde{x}_{ijt} = B_{jt} K_j, \quad j \in J_1, \quad t \in T_0.$$

3. По использованию новых тракторов

$$\sum_{i \in I_0} p_{ijt} \tilde{x}_{ijt} \leq B_{jt} x_j, \quad j \in J_2, \quad t \in T_0.$$

Соотношения (5.1, 5.3) обеспечивают уточнение потребности в технике с учетом наложения сроков при выполнении работ. Но при этом следует иметь в виду, что при выполнении отдельных работ число использованных машин не может превышать максимальное число имеющихся или максимум приобретаемых. Поэтому соотношения (5.1–5.3), определяющие расстановку машин и приобретение недостающих, следует уточнить в соотношении по максимальному числу агрегатов на выполнение отдельных работ.

4. По максимальному числу собственных тракторов на выполнение отдельных видов работ (уточняет соотношение 5.1, 5.2)

$$\sum_{i \in I_0} \tilde{x}_{ijt} \leq K_j, \quad j \in J_1, \quad t \in T_0,$$

(техника приобретается в целом для хозяйства, поэтому при K не могут стоять индексы i и t).

5. По использованию новых тракторов на отдельных видах работ (уточняет соотношение 5.3)

$$\sum_{i \in I_0} \tilde{x}_{ijt} \leq x_j, \quad j \in J_2, \quad t \in T_0.$$

6. По комплектованию тракторов сельскохозяйственными машинами и орудиями

$$\sum_{i \in I_0} \sum_{j \in J_0} d_{ij^0 t} x_{ijt} \leq D_{j^0} + x_{j^0}, \quad j^0 \in J_3, \quad t \in T_0.$$

При D_{j^0} индекс t отсутствует, потому что мы приобретаем тракторы не для периодов, а в целом по хозяйству:

$$F_{\min} = \sum_{j \in J_0} \sum_{i \in I_0} \sum_{t \in T_0} \lambda_{ijt} x_{ijt} + \sum_{j \in J_2} c_j x_j + \sum_{j^0 \in J_3} c_{j^0} x_{j^0}.$$

Запишем отдельные ограничения в соответствии с ранее записанными соотношениями структурной экономико-математической модели. Допустим выделен период – весенний, включающий культивацию, посев и другие работы. Пусть имеются три агрегата на базе МТЗ 3022, МТЗ-1221 и АТЛЕС 946. Это и собственные, и приобретаемые тракторы.

Тогда ограничения будут иметь следующий вид.

I. 1. По выполнению посева зерновых

$$31,3x_1 + 32,2x_2 + 26,6x_3 + 27,4x_4 + 27,4x_5 + 28,2x_6 \geq 3999,$$

где x_1 и x_2 – соответственно наличные и приобретаемые МТЗ 3022 на посеве зерновых; x_3 и x_4 – соответственно наличные и приобретаемые АТЛЕС 946 на посеве зерновых; x_5 и x_6 – соответственно наличные и приобретаемые МТЗ-1221 на посеве зерновых; 31,3 и 32,2 ... – производительность на посеве зерновых за рабочий период, га.

2. По выполнению культивации

$$42x_7 + 43,3x_8 + 14,4x_9 + 14,8x_{10} \geq 4740,$$

где x_7 и x_8 – наличные и приобретаемые МТЗ-3022 на культивации;

x_9 и x_{10} – наличные и приобретаемые МТЗ-1221 на культивации.

Допустим, что сроки выполнения работ следующие:

культивация – 20–26 апреля – 7 дней; посев – 23–29 апреля – 7 дней.

Рабочий период B_{jt} равен 10 дней, наличных тракторов K_j ($K_1=4$) МТЗ 3022, ($K_2=5$)

АТЛЕС 946; ($K_3=4$) МТЗ-1221.

II. 3. По использованию наличных МТЗ 3022

$$7x_1 + 7x_7 = 10 \cdot 4.$$

4. По использованию наличных ATLES 946

$$7x_3 = 10 \cdot 5.$$

III. 5. По использованию приобретаемых МТЗ 3022

$$7x_2 + 7x_8 \leq 10x_{11},$$

где x_{11} – новые МТЗ 3022.

6. По использованию приобретаемых ATLES 946

$$7x_4 + 7x_8 \leq 10x_{12},$$

где x_{12} – новые ATLES 946.

IV. По использованию наличных тракторов МТЗ 3022 и МТЗ-1221 на выполнении отдельных видов работ:

7) $x_1 \leq 4,$

8) $x_5 \leq 4.$

V. По использованию приобретаемых тракторов МТЗ 3022 и ATLES 946 на выполнении отдельных видов работ:

9) $x_2 \leq x_{11},$

10) $x_4 \leq x_{12}.$

VI. По комплектованию тракторов сельскохозяйственными машинами и орудиями.

11. По культиваторам КБМ-4,2

$$x_7 + x_8 \leq 3 + x_{13},$$

где 1; 1 – коэффициенты при неизвестных;

3 – наличие культиваторов; x_{13} – приобретение, шт.

$$\begin{aligned} F_{\min} = & 11,5x_1 + 10,9x_2 + 9,9x_3 + 8,9x_4 + 22,4x_5 + 21,6x_6 \\ & + 10,4x_7 + 10,2x_8 + 20,3x_9 + 19,8x_{10} + 129254x_{11} + 224390x_{12}, \\ & + 6120x_{13} \end{aligned}$$

где 11,5...19,8 – издержки (у.д.е.) на выполнение работ в течение периода;

129254, 224390 – цена трактора соответственно МТЗ 3022 и ATLES 946 (у.д.е.).

6120 – цена культиватора КБМ-4,2 (у.д.е.)