

ЛЕКЦИЯ 7
ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Постановка задачи

2. Структурная запись модели

3. Подготовка входной информации

4. Построение числовой экономико-математической модели

**5. Решение экономико-математической модели
и анализ результатов решения**

1. Постановка задачи

Предприятие занимается производством зерна, молочным скотоводством и овцеводством. В своём распоряжении имеет 21341 га пашни, в том числе 4020 га орошаемой, 42 га сенокосов, и 5005 га пастбищ, основные фонды стоимостью 290 млн. руб., трудовые ресурсы составляют 465 человек. Зерновые культуры занимают 10629 га пашни, в том числе озимые 5674 га и яровые 4955 га. Хозяйство возделывает технические культуры - подсолнечник на площади 2165 га, сою 600 га. Из кормовых культур выращиваются многолетние травы на площади 847 га, однолетние травы 865 га, кукуруза на силос 1426 га. Предприятие содержит 5005 голов крупного рогатого скота, в том числе 1400 коров, 1650 овец и 78 лошадей.

1.Постановка задачи

Постановка задачи может быть следующей. Необходимо определить такой состав тракторов и сельскохозяйственных машин, который обеспечит выполнение всех механизированных работ в оптимальные агротехнические сроки и минимальные затраты на приобретение МТП. В качестве критерия оптимальности принят показатель минимум стоимости техники.

1.Постановка задачи

Первая группа переменных обозначает
искомое количество агрегатов,
используемых на работах, вторая группа -
количество тракторов соответствующего
типа для работы в составе агрегатов.

Первая группа ограничений обеспечивает
выполнение заданных объёмов работ,
вторая группа – потребность в тракторах.

2. Структурная запись модели

Запишем математическую модель в структурном виде.

Целевая функция – найти значения переменных, при которых целевая функция достигает минимального значения:

$$Z \min = \sum c_j x_j$$

где c_j – оценка целевой функции, означающая стоимость механизированного агрегата; x_j – значения переменных, означающих искомое количество механизированных агрегатов.

2. Структурная запись модели

При следующих условиях:

1) обязательном выполнении всех запланированных работ в каждом периоде:

$$\sum a_{ijt} x_j = b_{it}$$

где a_{ijt} производительность j -го агрегата, выполняющего i -ю работу в t -й период; b_{it} - заданный объём выполняемой работы i -го вида в t -й период; I - множество ограничений по объёмам выполняемых работ; T - множество периодов выполнения работ.

2. Структурная запись модели

2) количество машинно-тракторных агрегатов в каждом периоде не должно превышать количества тракторов:

$$x'_{j_2} \geq \sum x_j$$

где x'_{j_2} - искомое количество тракторов; J_2 - множество переменных по количеству тракторов j -й марки.

3) неотрицательность переменных величин:

$$x_j \geq 0 ; \quad x'_{j_2}$$

где x_j - искомое количество агрегатов; J_2 - множество переменных по количеству тракторов j -й марки.

3.Подготовка входной информации

Для построения экономико-математической модели требуется следующая исходная информация:

- 1)марки тракторов и сельскохозяйственных машин, которые могут быть использованы, а также их агрегатирование;
- 2)продолжительность выделенных периодов выполнения механизированных работ;
- 3)объём механизированных работ в каждом периоде;
- 4)количество часов работы машинно-тракторных агрегатов;
- 5) производительность машинно-тракторных агрегатов;
- 6)цены на трактора и сельскохозяйственные машины и орудия.

3.Подготовка входной информации

Источниками исходной информации послужили технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур и структура посевных площадей. Календарный год разбит на 5 периодов в соответствии с сезонными агротехническими периодами выполнения работ:

- 1)весенний сев;
- 2)период ухода за посевами и сенокос;
- 3)уборочный период;
- 4) период уборки поздних культур и вспашки зяби;
- 5)период снегозадержания.

Определяется перечень и объём всех механизированных работ, сроки их выполнения, состав агрегатов. Рассчитывается выработка каждого агрегата за период (умножением сменной нормы выработки на продолжительность периода и на коэффициент сменности), а также стоимость агрегата (суммированием цены трактора и стоимости с.-х. машин, входящих в агрегат).

3.Подготовка входной информации

Таблица 1 - Объёмы и сроки выполнения механизированных работ

Вид работы	Объём работ, га	Календарные сроки		Количество рабочих дней в периоде
		начало	конец	
1	2	3	4	5
1-й период				
1.Боронование зяби и пара в 2 следа	3500	10.04	15.04	6
Внесение гербицидов до всходов	300	10.04	15.04	6
2.Культивация на 6-. с боронованием	3500	12.04	17.04	6
Боронование озимых	700	12.04	17,04	6
3.Посев зерновых	2100	13.04	18.04	6
4.Прикатывание	2100	14.04	19.04	6
Культивация под подсолнечник	700	12.04	17.04	6

3.Подготовка входной информации

Вид работы	Марка трактора	Марка с.-х. машин	К-во с.-х. машин в агрегате, шт.	Стоимость, тыс. руб.	Номер периода	Продол- период а	Коэф ф. пого дн. Условий	Коэф ф. техн. готов .	Коэф ф. смен ности	Ито гов ый коэффи - циент	Выр а- ботк а в сме ну	Выр а- ботк а за пери од
1.Боронование в 2 следа	Т-4А	ЗБЗС	36	852	1	6	0,85	0,85	2	1,45	32	278
1.Боронование в 2 следа	Бюллер	ЗБЗС	36	4000	1	6	0,85	0,85	2	1,45	32	278
2.Культивация предпосевная	Бюллер	КПГ-4	2	4090	1	6	0,85	0,85	2	1,45	22,5	196
Культивация предпосевная	Valtra	КПС-4 Г	2	861	1	6	0,85	0,85	2	1,45	15	130
3. Посев зерновых	Т-4А	СЗУ-3, 6	3	2599	1	6	0,85	0,85	2	1,45	34	196
4.Прикатывание	Т-4А	ЗККШ -6	3	878	1	4	0,85	0,85	1,5	1,08	61	264

Построение числовой экономико-математической модели

В связи с громоздкостью модель разбита на блоки, которые решались самостоятельно.

Определим систему переменных **для 1-го блока** модели. Первая группа переменных обозначает искомое количество агрегатов, используемых на работах в первом периоде:

- X_1 – количество бороновальных агрегатов Т-4А+ЗБЗС-1;
- X_2 - количество бороновальных агрегатов Бюллер+ЗБЗС-1;
- X_3 - количество бороновальных агрегатов Т-4А+ЗБЗС-1;
- X_4 - количество агрегатов для предпосевной культивации Бюллер+КПС-4Г;
- X_5 - количество агрегатов для предпосевной культивации Valtra+КПС-4Г
- X_6 - количество агрегатов для предпосевной культивации К-700А+КНК-10
- X_7 - количество посевных агрегатов Т-4А+СЗ-3,6;
- X_8 - количество посевных агрегатов Бюллер+СЗ-5,4;
- X_9 - количество посевных агрегатов Бюллер+Caspardo;
- X_{10} - количество посевных агрегатов МТЗ-1221+SP DORADO;
- X_{11} - количество агрегатов для прикатывания почвы Т-4А+ ККШ6;
- X_{12} - количество агрегатов для посева подсолнечника МТЗ-1221+СУПН-8;
- X_{13} - количество агрегатов для посева подсолнечника МТЗ-82+СУПН-8;
- X_{14} – количество агрегатов для боронования посевов в Бюллер+ЗБЗС-1,0;
- X_{15} - количество агрегатов для боронования посевов в 1 след Т-4А+ЗБЗС-1;
- X_{16} - количество агрегатов для предпосевного внесения гербицидов МТЗ-82+ОП-22.

Построение числовой экономико-математической модели

Вторая группа переменных обозначает количество тракторов соответствующего типа для работы в составе агрегатов:

X_{17} - количество тракторов МТЗ-82;

X_{18} - количество тракторов МТЗ-1221;

X_{19} - количество тракторов Т-4А;

X_{20} - количество тракторов К-700А;

X_{21} - количество тракторов Бюллер;

X_{22} - количество тракторов Valtra.

4. Построение числовой экономико-математической модели

Запишем систему ограничений для первого блока. Первая группа ограничений обеспечивает выполнение заданных объёмов работ в первом периоде. Так, первое ограничение показывает, что с помощью агрегатов, состоящих из тракторов Т-4А и Бюллер и борон 3БЗС-1,0, можно произвести боронование озимых в 2 следа на площади 700га:

$$1) 278x_1 + 278x_2 = 700$$

Второе ограничение по выполнению боронования зяби и пара:

$$2) 278x_1 + 278x_2 + 278x_3 = 3500$$

4. Построение числовой экономико-математической модели

Коэффициентами при переменных в данных ограничениях являются выработки агрегата за период.

10-15-е ограничения по потребности в тракторах.

По тракторам Т-4А:

$$10)x_1 + x_7 + x_{11} + x_{15} - x_{19} = 0$$

По тракторам Бюллер:

$$x_4 + x_{14} - x_{21} = 0$$

По тракторам К-700А:

$$x_6 - x_{20} = 0$$

По тракторам Valtra:

$$x_5 - x_{22} = 0$$

4. Построение числовой экономико-математической модели

- Коэффициентами при переменных в данных ограничениях выступают единицы по переменным агрегатов и минус единицы по переменным марок тракторов.
- Целевая функция:
- $Z_{\min} = 863x_1 + 4000x_2 + 930x_3 + 4090x_4 + \dots + 871x_{22}$

4. Построение числовой экономико-математической модели

Определим систему переменных для 2-го блока модели. Первая группа переменных обозначает искомое количество агрегатов, используемых на работах во втором периоде:

x_{23} – количество агрегатов по культивации паров
Бюллер+КПС-4Г;

x_{24} - количество агрегатов для культивации паров
Valtra+КПС-4Г;

x_{25} - количество агрегатов для культивации паров
К-700А+КНК-10;

x_{26} - количество агрегатов для культивации паров
Т-4А+КПС-4Г;

x_{27} - количество агрегатов для внесения гербицидов
Valtra+ОПУ-1/23;

x_{28} – количество агрегатов для минеральной обработки

4. Построение числовой экономико-математической модели

- Вторая группа переменных 2-го блока обозначает количество тракторов соответствующего типа для работы в составе агрегатов:
- X_{30} - количество тракторов МТЗ-82;
- X_{31} - количество тракторов МТЗ-1221;
- X_{32} - количество тракторов Т-4А;
- X_{33} - количество тракторов К-700А;
- X_{34} - количество тракторов Бюллер;
- X_{35} - количество тракторов Valtra.

4. Построение числовой экономико-математической модели

- Запишем систему ограничений для 2-го блока. Первое ограничение показывает, что с помощью агрегатов, состоящих из трактора Valtra и опрыскивателя ОПУ-1/23, можно произвести опрыскивание посевов гербицидами на площади 700 га:
- $396x_{27}=700$
- 2-е ограничение по первой междурядной обработке подсолнечника:
- $270x_{28}+300x_{29}=700$;
- 3-е ограничение по 2-й междурядной обработке подсолнечника:
- $270x_{28}+300x_{29}=700$;
- 4-е ограничение по 1-й культивации паров:
- $202x_{23}+135x_{24}+324x_{25}+135x_{26}=700$;

4. Построение числовой экономико-математической модели

- 2-я группа ограничений для 2-го блока – потребность в тракторах.
- По тракторам Т-4А:
 - 7) $x_{26} - x_{32} = 0$
- По тракторам Бюллер:
 - 8) $x_{23} - x_{34} = 0$
- По тракторам К-700А:
 - 9) $x_{25} - x_{33} = 0$

4. Построение числовой экономико-математической модели

- Определим систему переменных для 3-го блока модели. Первая группа переменных обозначает искомое количество агрегатов, используемых на работах в третьем периоде:
- X_{36} – количество пахотных агрегатов К-700А+ПБС-8;
- X_{37} - количество пахотных агрегатов Бюллер+ПБС-8;
- X_{38} – количество агрегатов для культивации паров К-700А+КНК-10;
- X_{39} – количество агрегатов для скашивания озимых зерновых в валок Медион-310;

4. Построение числовой экономико-математической модели

Вторая группа переменных для 3-го блока - количество тракторов соответствующего типа для работы в составе агрегатов:

X_{49} - количество тракторов МТЗ-82;

X_{50} - количество тракторов МТЗ-1221;

X_{51} - количество тракторов Т-4А;

X_{52} - количество тракторов К-700А;

X_{53} - количество тракторов Бюллер;

X_{54} - количество тракторов Valtra.

4. Построение числовой экономико-математической модели

- Запишем систему ограничений для 3-го блока.
- Первое ограничение по скашиванию озимых зерновых в валок:
 - $297X39=700$;
- 2-е ограничение по подбору валков озимых зерновых:
 - $297X40=700$;
- 3-е ограничение по уборке ранних зерновых:
 - $330x41+330x42+300x47=2100$;

5.Решение экономико-математической модели

Таблица 2 – Оптимальная потребность в машинно-тракторных агрегатах

Переменные	Состав агрегатов	Требуется агрегатов, шт.	Объём выполняемых работ, га	Стоимость агрегата, тыс. руб.
1-й период				
X1	Т-4А+ЗБЗС-1,0	3	700	863
X3	Т-4А+ЗБЗС-1,0	10	2780	863
X4	Бюллер+ЗБЗС-1,0	4	692	4088
X5	Valtra+КПС-4Г	2	260	861
X6	К-700+КНК-10	7	1631	2478
X7	Т-4А+СЗ-3.6	4.5	810	2599

Таблица 4 – Потребность в тракторах и сельскохозяйственной технике
сельскохозяйственной организации по решению экономико-
математической задачи

Наименование и марки тракторов и сельскохозяйственных машин	Количество, шт.
Бюллер	7
Т-4А	10
К-700А	7
Valtra	3
МТЗ-82	3
МТЗ-1221	8
Комбайны: Медион-310	2
CLAAS Тукано	7
Машины для предпосевной обработки почвы: борона ЗБЗС-1,0	468
Культиватор КНК-10	7

Ограничения	Тип огр ани чен ий	Зна чен ие огр ани чени й	Т-4А+3Б ЗС-1,0	бюллер +3БЗС- 1,0	Т-4А+3БЗС- 1,0	Бюллер+КП С-4Г	Valtra+КП С-4Г	
			х1	х2	х3	х4	х5	
			3	0	10	4	2	
1-й период								
Боронование озимых	=	700	700	278	278			
1.Боронование зяби и пара в 2 следа	=	350 0	3500	278	278	278		
2.Предпосевная культивация под ранние	=	280 0	2931				260	130
3.Посев ранних зерновых	=	210 0	2140					
4.Прикатывание	=	210 0	2100					