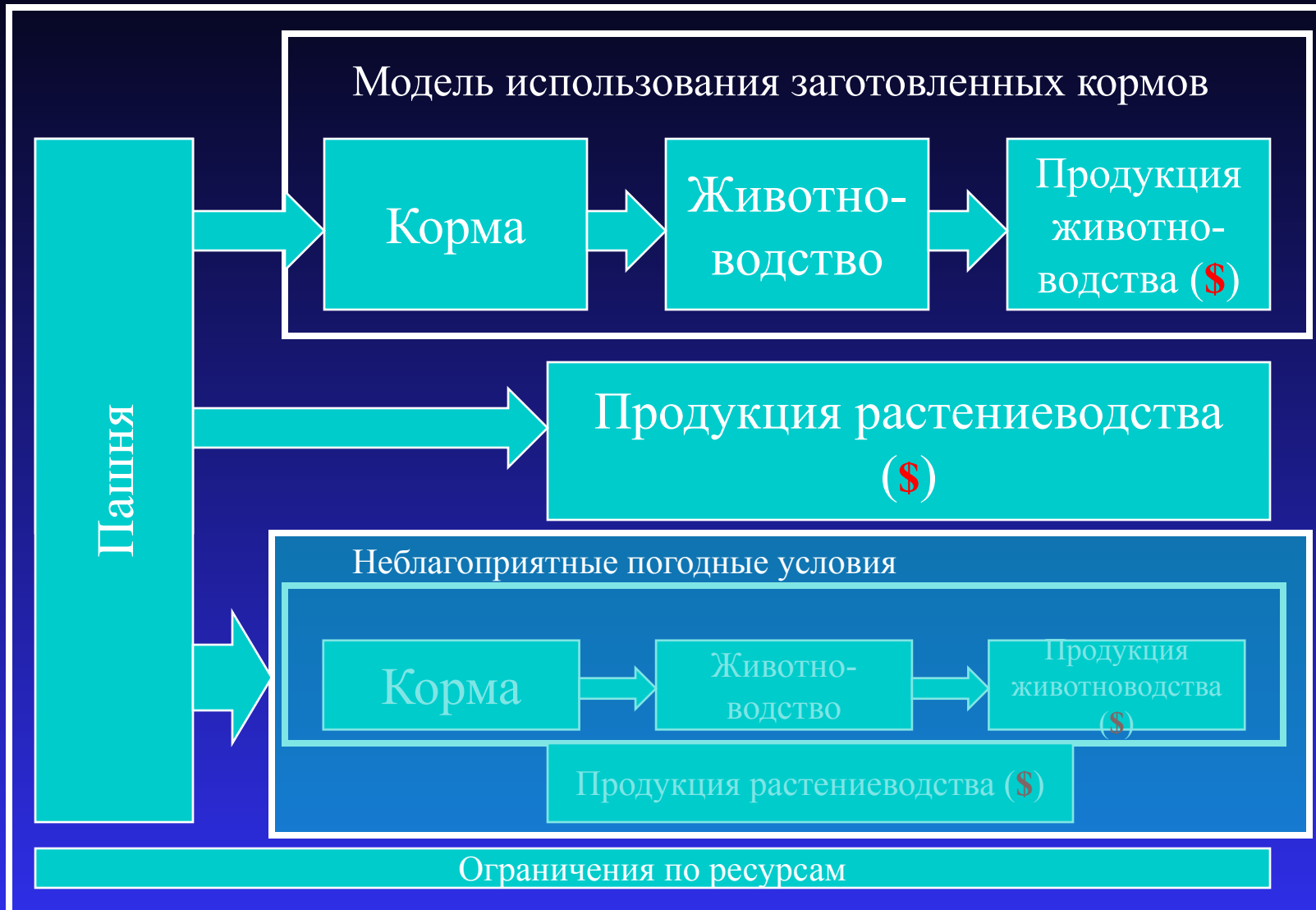


# Тема 6. Линейная модель годовой производственной программы сельскохозяйственной организации

1. Постановка задачи.
2. Математическое представление модели.
3. Разработка числовой модели.
4. Анализ оптимального плана.
5. Эксплуатация модели.
6. Развитие методов оптимального краткосрочного планирования производственной программы.

# 1. Постановка задачи ♦



# 1. Постановка задачи

**Определить основные показатели** плана производственной деятельности сельскохозяйственного предприятия на краткосрочную перспективу:

- посевные площади товарных и кормовых культур;
- среднегодовое поголовье животных;
- объёмы производства и реализации основных видов продукции,

**обеспечивающие:**

- ◆ сбалансированность ресурсов,
- ◆ соблюдение агрономических и зоотехнических требований,
- ◆ учёт рисков сельскохозяйственного производства,
- ◆ максимально возможную прибыль от реализации продукции.

# 1. Учёт рисков ♦

## Моделирование двухэтапного процесса принятия решений

(см. лекцию 2, вопрос «Риск и неопределённость»).

- Главный риск — погодный.
- К моменту посева нам неизвестно, какая будет погода — выбираем такую структуру посевов, которая страхует от неприемлемых потерь при почти любом исходе.
- К моменту использования продукции растениеводства на продажу и на корм — решение нужно принимать исходя из собранного урожая, возможно полнее используя ресурсы.
- Отсюда необходимость во взаимосвязанных субмоделях:
  - ♦ одна — для *априорных* решений, принимаемых до уборки урожая;
  - ♦ несколько (обычно две) — для *апостериорных* решений, принимаемых после уборки.

# 1. Обоснование субмоделей II этапа

## ■ Классический подход (В.А. Кардаш):

- по многолетним данным об урожайности годы объединяются в 2-4 группы по величине *урожайности основной (доминирующей) культуры*, приведённой (путём поправки на тренд) к текущему году;
  - средние урожайности по каждой группе используются для обоснования соответствующей субмодели;
  - целевая функция учитывает вероятность каждого исхода.
- 
- ✓ Малопригоден для хозяйств животноводческой специализации;
  - ✓ для построения удовлетворительной модели требует очень длинного ряда динамики урожайностей;
  - ✓ в группе худших лет имеются такие, для которых полученный план не будет сбалансирован.

# 1. Обоснование субмоделей II этапа ♦

## ■ Рекомендуемый подход

- разрабатываются две субмодели:
  - для наиболее вероятного исхода (по данным производственно-финансового плана);
  - для наихудшего, при котором необходимо в полном объёме сохранить производственный потенциал хозяйства (в который закладываются худшие условия за период выбранной продолжительности).

Можно использовать несколько худших исходов

- + пригоден для хозяйств любой специализации;
- + не нуждается в продолжительных рядах динамики;
- + гарантирует сбалансированность при любом исходе, мажорирующем наихудший;
- высокая защищённость от риска может обернуться низким уровнем использования производственного потенциала при средних и благоприятных условиях.

## 2. Математическое представление модели

### Переменные

- субмодель априорного решения:
  - ◆  $x_{01}$  — площади посевов (га);
  - ◆  $x_{02}$  — основное (маточное) поголовье животных и ремонтный молодняк (в кормо-годах);
  - ◆  $x_{03}$  — приобретение ресурсов, расходуемых при посеве (ц, ц.д.в.).

Если при неблагоприятных условиях допускается сокращение маточного поголовья, соответствующие переменные вводятся в субмодели апостериорного решения

Удобрения,  
топливо

Модель производственной программы (краткосрочная)

# 2. Математическое представление модели

## Переменные

$n \in N$  – варианты погодных условий (обычно два – средние и наихудшие)

- субмодель апостериорного решения для погодных условий  $n$ :

- ◆  $\mathbf{x}_{n1}$  — реализация продукции ( $ц$ );
- ◆  $\mathbf{x}_{n2}$  — объём кормовых ресурсов ( $ц$ );
- ◆  $\mathbf{x}_{n3} = (x_{n3jk})$  — содержание животных (кормо-лет);  
 $j \in J_1$  – виды (или группы) животных
- ◆  $\mathbf{x}_{n4}$  — кредиты (тыс.руб.);
- ◆  $x_{n5}$  — полные затраты (тыс.руб.);
- ◆  $x_{n6}$  — выручка (тыс.руб.).

$k \in K_j$  – рационы живот-

Могут вводиться и другие переменные в зависимости от специфики хозяйства и целей моделирования.



# 2. Математическое представление модели ♦

## Ограничения субмодели априорного решения

1. По наличию земельных угодий, га:

$$\mathbf{A}_{01} \mathbf{x}_{01} \leq \mathbf{b}_{01}$$

$\mathbf{A}_{01}$  – матрица потребности культур в земельных угодьях (га/га);

$\mathbf{b}_{01}$  – вектор наличия земельных угодий каждого вида (га).

2. По потребности в ремонтном молодняке (кормо-лет маточного

$$\mathbf{x}_{022} \geq \mathbf{A}_{02} \mathbf{x}_{021}$$

$\mathbf{A}_{02}$  – матрица потребности в ремонтном молодняке

Пашня  
Естеств. угодья  
Улучш. сенокосы  
Культурные пастбища  
Многолетние насажд.

	Пшеница	Кукуруза	Овощи	Сенокосы	Пастбища	Улучш. сенокосы	Культурные пастбища	Виноградники
Пашня	1	1	1	0	0	0	0	0
Естеств. угодья	0	0	0	1	1	0	0	0
Улучш. сенокосы	0	0	0	0	0	1	0	0
Культурные пастбища	0	0	0	0	0	0	1	0
Многолетние насажд.	0	0	0	0	0	0	0	1

для планового (простого или расширенного) воспроизводства маточного стада (кормо-лет молодняка на кормо-год маток);

$\mathbf{x}_{021}$ ,  $\mathbf{x}_{022}$  – векторы кормо-лет маточного и ремонтного поголовья:

$$\mathbf{x}_{02} = (\mathbf{x}_{021} \mid \mathbf{x}_{022})$$

Модель производственной программы (краткосрочная)

# 2. Математическое представление модели

## Ограничения субмодели априорного решения

3. По требованиям ротации культур, га культур, обеспеченных предшественниками:

$$\mathbf{A}_{011} \mathbf{x}_{01} \leq \mathbf{A}_{012} \mathbf{x}_{01}$$

$\mathbf{A}_{011}$  – матрица потребности культур в предшественниках (га/га);

$\mathbf{A}_{012}$  – матрица способности быть предшественником (га/га);

Подсев многолетних трав  
Второй год пользования  
многолетних трав  
Предшественники  
зерновых

	Пшеница тов.	Ячмень корм.	Ячмень+мн.	Мн. травы I	Мн. травы II	Однолет. травы	Корм. свёкла	Кукуруза на силос
Подсев многолетних трав	0	0	0	1	0	0	0	0
Второй год пользования многолетних трав	0	0	0	0	1	0	0	0
Предшественники зерновых	1	1	1	0	0	0	0	1

4. По внесению минеральных удобрений, ц.д.в.:

$$\mathbf{A}_{03} \mathbf{x}_{01} \leq \mathbf{x}_{031}$$

$\mathbf{A}_{03}$  – матрица потребности культур в минеральных удобрениях (ц.д.в./га);

$\mathbf{x}_{031}$  – вектор приобретения минеральных удобрений (ц.д.в.):

$$\mathbf{x}_{03} = (\mathbf{x}_{031} | \dots).$$

	Пшеница тов.	Ячмень корм.	Ячмень+мн.	Мн. травы I	Мн. травы II	Однолет. травы	Корм. свёкла	Кукуруза на силос
Пшеница тов.	0	0	1	0	0	0	0	0
Ячмень корм.	0	0	0	1	0	0	0	0
Ячмень+мн.	0	0	0	0	1	0	0	0
Мн. травы I	0	0	0	0	0	1	0	0
Мн. травы II	0	0	0	0	0	0	1	0
Однолет. травы	0	0	0	0	0	0	0	1
Корм. свёкла	0	0	0	0	0	0	0	0
Кукуруза на силос	0	0	0	0	0	0	0	0

Модель производственной программы (краткосрочная)

## 2. Ограничения II этапа

1. **Баланс продукции растениеводства, ц**

$$\mathbf{A}_{n1} \mathbf{x}_{01} \geq \mathbf{A}_{n2} \mathbf{x}_{n1} + \mathbf{A}_{n3} \mathbf{x}_{n2}$$

$\mathbf{A}_{n1}$  – матрица выхода продукции (ц/га);

$\mathbf{A}_{n2}$  – матрица реализации продукции (ц произв./ц реализ.);

$\mathbf{A}_{n3}$  – матрица использования на кормовые цели (ц произв./ц корма)

Как правило, единицы и нули

Обычно единицы и нули, но могут быть и другие значения (например, потребность в зелёной массе на изготовление 1 ц сена)

2. **Распределение животных по рационам кормления (кормо-лет)**

$$x_{02i} \leq \mathbf{i} \mathbf{x}_{n3j}, j \in J_1$$

$J_1$  – множество видов животных;

$(x_{02i}) = \mathbf{x}_{02}$  – поголовье животных вида (группы)  $j$  (кормо-лет);

$\mathbf{x}_{n3j} = (x_{n3ik})$  – вектор использования различных рационов кормления животных вида (группы)  $j$  (кормо-лет).

## 2. Ограничения II этапа

3. Откорм скота и птицы,  
кормо-лет откорма

(Расплод  
–ремонт)  
×  
срок  
откорма

$$a_{04}x_{02j} \leq \mathbf{i}x_{n3j} \leq a_{05}x_{02j}, j \in J_2$$

$J_2$  – множество видов  
маточного поголовья ( $J_2 \subset J_1$ );

$a_{04}$ ,  $a_{05}$  – минимальное и  
максимальное количество  
кормо-лет откорма на кормо-  
год маточного поголовья;

$x_{n3j} = (x_{n3jk})$  – вектор  
использования различных  
рационов откорма животных  
вида (группы)  $j$  (кормо-лет).

Аналогично записываются ограничения  
(3<sup>a</sup>) по откорму скота, отбракованного  
из маточного (основного) стада

4. Использование продукции  
животноводства,  $u$

$$\mathbf{A}_{06}x_{n3} \geq \mathbf{A}_{07}x_{01} + \mathbf{A}_{08}x_{n3} + \mathbf{A}_{09}x_{n1}$$

$\mathbf{A}_{06}$  – матрица выхода продукции  
каждого вида с каждого вида  
скота при каждом рационе  
( $u$ /кормо-год);

$\mathbf{A}_{07}$  – матрица использования  
продукции ж-ва в р-ве ( $u$ /га)  
[навоз];

$\mathbf{A}_{08}$  – матрица использования продук-  
ции ж-ва в ж-ве ( $u$ /кормо-год)  
[молоко на выпойку];

$\mathbf{A}_{09}$  – матрица использования  
продукции ж-ва на реализацию  
( $u$ / $u$ ) [обычно единицы и нули, если  
потери учтены в  $\mathbf{A}_{06}$ ].

## 2. Ограничения II этапа

### 5. Баланс кормов, ц.к.е.

$$\mathbf{A}_{0A} \mathbf{x}_{n2} \geq \mathbf{A}_{0B} \mathbf{x}_{n3}$$

$\mathbf{A}_{0A}$  – матрица питательности кормов (ц.к.е./ц);

$\mathbf{A}_{0B}$  – матрица потребности в кормах согласно каждому годовому рациону (ц.к.е./кормо-год).

**NB:** Ограничение можно также составлять в массе, массе сухого вещества и др. (мат. запись будет другой). Не следует составлять его в обменной энергии.

### 6. Баланс других ресурсов [труд (в т.ч. по видам), время работы техники, ... (часы, ц, ...)]

$$\mathbf{A}_n \mathbf{x} \leq \mathbf{b}_n$$

$\mathbf{x}$  – вектор всех переменных модели;

$\mathbf{A}_n$  – матрица затрат ресурсов при погодных условиях  $n$  (ед. ресурса на ед. измерения переменной);

$\mathbf{b}_n$  – вектор наличия ресурсов при погодных условиях  $n$  (в соответствующих ед. измерения).

# 2. Баланс кормов: зелёный конвейер (пример) ♦

$$\mathbf{A}_{n1} \mathbf{x}_{01} \geq \mathbf{A}_{n2} \mathbf{x}_{n1} + \mathbf{A}_{n3} \mathbf{x}_{n2} \quad \mathbf{A}_{0A} \mathbf{x}_{n2} \geq \mathbf{A}_{0B} \mathbf{x}_{n3}$$

Многолетние бобовые	Однолетние злаковые	Повторные
г	г	га
110		
10		
	90	
	22	
	9	
		45

IV

Многолет. боб., ц				Однолетние злаковые, ц				Повт, ц		
Зелёные в сентябре	Зелёные остальные	Сено	Сенаж	Зелёные в июне	Зелёные в сентябре	Зелёные остальные	Сено	Сенаж	Зелёные в сентябре	Сено
1	1	5	4							
1										
				1	1	1	5	4		
				1						
									1	5

- Зелёные корма, всего, ц.к.ед.
- Зелёные корма в июне, ц.к.ед.
- Зелёные корма в сентябре, ц.к.ед.
- Сено, ц.к.ед.
- Сенаж, ц.к.ед.

0.17	0.17			0.14	0.14	0.14			0.15	
				0.14						
0.17					0.14				0.15	
		0.4					0.37		0.37	
			0.35					0.33		

≥

Коровы, кормо-лет
22
6
4
5
7

Модель производственной программы (краткосрочная)

# 2. Ограничения II этапа

## 7. Размер краткосрочного кредита

- На финансирование производственных затрат, *тыс. руб.*

$$\mathbf{a}_{n4} \mathbf{x}_{01} + \mathbf{a}_{0C} \mathbf{x}_{03} + \mathbf{a}_{n5} \mathbf{x}_{n2} + \mathbf{a}_{0D} \mathbf{x}_{n3} \leq x_{n41} + b_{n1}$$

$x_{n41}$  — кредит на финансирование производственных затрат:  $(x_{n41}, x_{n42}) = \mathbf{x}_{n4}$ ;

$b_{n1}$  — объём собственных оборотных средств, *тыс. руб.*

**Векторы потребности в кредите:**

$\mathbf{a}_{n4}$  — на полевые культуры, *тыс. руб./га* [кредиты могут выдаваться и на другие цели, например, на приобретение комбикорма; тогда мат.запись соответствующим образом изменяется];

$\mathbf{a}_{0C}$  — на приобретение ресурсов, используемых при посеве, *тыс. руб./ц*;

$\mathbf{a}_{n5}$  — на заготовку кормов, *тыс. руб./ц*;

$\mathbf{a}_{0D}$  — на содержание животных, *тыс. руб./кормо-год*.

## 2. Ограничения II этапа

### 7. Размер краткосрочного кредита

- На покрытие убытков, тыс.руб.:

$$x_{n5} - x_{n6} \leq x_{n42}$$

$(x_{n41}, x_{n42}) = \mathbf{x}_{n4}$  — вектор кредитов (тыс. руб.) [видов кредитов может быть больше];

- Обеспеченность залогом и другими гарантиями, тыс. руб.:

$$\mathbf{i}\mathbf{x}_{n4} \leq b_{n2}$$

$b_{n2}$  — максимальный размер краткосрочного кредита, обеспеченного залогом и другими гарантиями, тыс. руб.



# 2. Математическое представление

## модели ♦

8. Полные затраты (*тыс. руб.*)

$$x_{n5} \geq \mathbf{a}_{n6} \mathbf{x}_{01} + \mathbf{a}_{0E} \mathbf{x}_{03} + \mathbf{a}_{0F} \mathbf{x}_{n1} + \mathbf{a}_{n7} \mathbf{x}_{n2} + \mathbf{a}_{0G} \mathbf{x}_{n3} + \mathbf{a}_{0H} \mathbf{x}_{n4}$$

9. Выручка от реализации продукции (*тыс. руб.*)

$$x_{n6} \leq \mathbf{a}_{n8} \mathbf{x}_{n1}$$

10. Целевая функция: максимум ожидаемой прибыли от реализации продукции (*тыс. руб.*)

$$\max \sum_n p_n \cdot (x_{n6} - x_{n5})$$

$\mathbf{a}_{n6}$  – вектор затрат на полевые культуры (кроме учтённых в  $\mathbf{a}_{0E}$  и  $\mathbf{a}_{n7}$ ), *тыс. руб./га*;

$\mathbf{a}_{0E}$  – вектор затрат на ресурсы, расходуемые при посеве, *тыс. руб./ц*;

$\mathbf{a}_{0F}$  – вектор затрат на реализацию продукции, *тыс. руб./ц*;

$\mathbf{a}_{n7}$  – вектор затрат на заготовку кормов, *тыс. руб./ц*;

$\mathbf{a}_{0G}$  – вектор затрат на содержание животных (исключая затраты на корма), *тыс. руб./кормо-год*;

$\mathbf{a}_{0H}$  – вектор затрат на процентные платежи по кредитам, *тыс.руб./тыс.руб.*

$\mathbf{a}_{n8}$  – вектор цен реализации продукции, *тыс. руб./ц*;

$p_n$  – весовой коэффициент погодных условий  $n$ .

# 2. Структурная схема модели



# 3. Разработка числовой модели: система переменных

- $X_{01}$  — площади посевов:
  - ◆ все фактически выращиваемые культуры;
  - ◆ районированные культуры, которые вписываются в сложившиеся севообороты, обеспечены системой машин и агротехнических мероприятий.
- $X_{02}$  — основное (маточное) поголовье животных и ремонтный молодняк:
  - ◆ по фактически сложившемуся обороту стада;
  - ◆ степень детализации ремонтного молодняка по возрастным группам определяется как компромисс между точностью модели и трудоёмкостью её составления.
- $X_{03}$  — приобретение ресурсов, расходуемых при посеве:
  - ◆ можно опускать, если затраты на них учтены в  $a_{n7}$  и не предусматривается льгот, квот и субсидий, которые потребуют введения ограничений помимо вышеописанных;
  - ◆ обычно удобрения (N, P, K); покупные семена; реже –топливо.

# 3. Разработка числовой модели: система переменных

- $X_{n1}$  — реализация продукции:
  - ◆ вся фактически производимая продукция;
  - ◆ продукция растениеводства, получаемая с культур, ранее не выращивавшихся, но включённых в модель;
  - ◆ ранее не производившаяся продукция переработки;
  - ◆ ранее не продававшаяся промежуточная продукция [например, силос для ЛПХ].
- $X_{n2}$  — объём кормовых ресурсов:
  - ◆ все корма, предусмотренные рационами, включёнными в модель.
  - NB:** рационы, которые предусматривают использование кормов, которые в хозяйстве не производятся и не могут быть приобретены, не следует использовать в модели.

# 3. Разработка числовой модели: система переменных

## ■ $x_{n3}$ — содержание животных:

- ◆ как минимум один рацион для каждой половозрастной группы скота из  $x_{02}$ ;
- ◆ как минимум один рацион для каждой половозрастной группы скота на откорме.

**NB:** модель хорошо работает, когда для каждой группы животных имеется выбор из 5-6 рационов, отличающихся набором используемых кормов и степенью интенсивности кормления.

## ■ $x_{n4}$ — кредиты:

- ◆ по фактическому выбору доступных кредитов, различающихся условиями кредитования (фактической суммой платежа за единицу кредита);
- ◆ с учётом условий кредита для переменных  $x_{n4}$  могут устанавливаться минимальные и (или) максимальные значения.

# 3. Разработка числовой модели

- $b_{01}$  – наличие земельных угодий:
  - ◆ по плану землепользования на следующий с.-х. год (наличие плюс поступление минус выбытие);
  - ◆ в случае аренды или сдачи в аренду в модель вводят соответствующие переменные, по которым отражают арендную плату (соответственно в балансе затрат или выручки).
- $A_{02}$  – потребность в ремонтном молодняке:
  - ◆ согласно плану оборота стада;
  - ◆ компоненты матрицы рассчитываются как

$(1/n) / (12/m)$ , где  $n$  – число лет пребывания животного в

основном стаде,  $m$  – число месяцев пребывания ремонтного молодняка в данной половозрастной группе.

Столько  
молодняка  
требуется в  
год на  
замену  
одной  
головой

основного

Столько  
животных  
образуют один  
кормо-год в  
этой группе

Модель производственной программы (краткосрочная)

# 3. Разработка числовой модели

- $A_{03}$  – потребность культур в минеральных удобрениях:
  - ◆ согласно технологическим картам;
  - ◆ при их отсутствии — по годовому плану внесения удобрений, по данным агрономической службы хозяйства или ИКС.
- $A_{n1}$  – выход продукции растениеводства:
  - ◆  $A_{11}$  – согласно плану производственно-финансовой деятельности;
  - ◆  $A_{21}$  – по фактическим данным года, принятого за худший.
- $A_{n3}$  – использование продукции растениеводства на кормовые цели (компоненты, отличные от 0 и 1):
  - ◆  $A_{13}$  – по технологическим картам или многолетним данным;
  - ◆  $A_{23}$  – по фактическим данным года, принятого за худший.

# 3. Разработка числовой модели

- $a_{04}, a_{05}$  – число кормо-лет откорма (минимальное и максимальное) на кормо-год маточного поголовья:
  - ◆ на основе альтернативных вариантов плана оборота стада;
  - ◆ по справочным данным о продолжительности откорма животных данного вида, породы и половозрастной группы.
- $A_{06}$  – выход продукции животноводства по видам при заданном рационе:
  - ◆ по данным зоотехнической службы;
  - ◆ по данным научно-исследовательских организаций или ИКС;
  - ◆ из справочников.

*В плане производственной и финансовой деятельности необходимые для этого данные отсутствуют!*



# 3. Разработка числовой модели

- $A_{07}$  — внесение навоза:
  - ◆ согласно технологическим картам;
  - ◆ согласно плану внесения удобрений, по данным агрономической службы хозяйства или ИКС.
- $A_{08}$  — использование молока на выпойку:
  - ◆ согласно рационам кормления молодняка, закладываемым в модель.
- $A_{0A}$  — питательность кормов:
  - ◆ по многолетним лабораторным данным хозяйства (средняя);
  - ◆ по данным опытных станций, научно-исследовательских организаций или ИКС;
  - ◆ по справочнику.

# 3. Разработка числовой модели

- $\mathbf{A}_{0B}$  – потребность в кормах согласно рациону:
  - ◆ в соответствии с рационами кормления, закладываемыми в модель, *отдельно для стойлового и пастбищного периодов* (о выборе рационов для включения в модель см. предыдущую лекцию).
- $\mathbf{A}_n, \mathbf{b}_n$  – потребность в ресурсах и их наличие:
  - ◆  $\mathbf{A}_1, \mathbf{b}_1$  – по данным плана производственной и финансовой деятельности;
  - ◆  $\mathbf{A}_2, \mathbf{b}_2$  – по фактическим данным года, принимаемого за худший.

# 3. Разработка числовой модели

Параметры ограничений по кредиту рассмотрим ниже

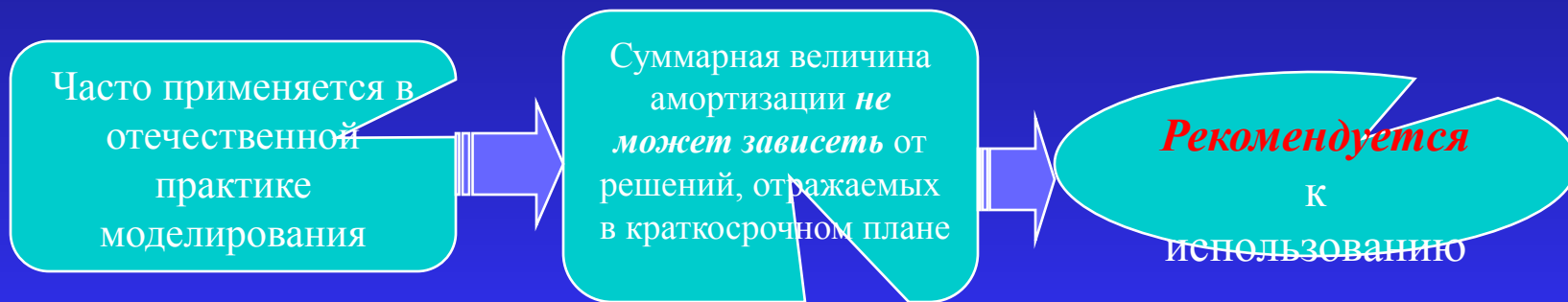
- $a_{0E}$  – затраты на ресурсы, расходуемые при посеве:
  - ◆ расход – по технологическим картам, цена – по данным отдела логистики, планово-финансового отдела или ИКС.
  
- $a_{n7}$  – затраты на заготовку кормов:
  - ◆  $a_{17}$  – расход – по фактическим среднегодовым данным (без учёта платы за кредит);
  - ◆  $a_{27}$  – расход – по данным года, принятого за худший.Цены ресурсов – см. выше.
  
- $a_{n6}$  – затраты на полевые культуры:
  - ◆  $a_{16}$  – *производственные* затраты на гектар по данным плана производственной и финансовой деятельности за вычетом затрат, отражаемых в  $a_{17}$ ,  $a_{0E}$  и  $a_{0H}$ .
  - ◆  $a_{26}$  – *производственные* затраты на гектар года, принятого за худший, пересчитанные по плановым ценам, за вычетом  $a_{27}$ ,  $a_{0E}$  и  $a_{0H}$ .

# 3. Разработка числовой модели

Параметры ограничений по кредиту рассмотрим ниже

- $a_{0F}$  – затраты на реализацию продукции:
  - ◆ по фактическим среднегодовым данным управленческого учёта;
  - ◆ по нормативам;
  - ◆ по фактическим среднегодовым данным финансового учёта.
- $a_{0G}$  – затраты на содержание животных:
  - ◆ затраты на содержание животных за вычетом затрат на корма и на оплату кредита по плану производственной и финансовой деятельности.
- $a_{0H}$  – затраты на платежи по кредитам:
  - ◆ по плану производственной и финансовой деятельности.
- $a_{n8}$  – цены реализации продукции:
  - ◆  $a_{18}$  – по плану производственной и финансовой деятельности;
  - ◆  $a_{28}$  – по данным маркетинговой службы предприятия или ИКС. [При отсутствии таковых можно принять  $a_{28} = a_{18}$ , на решение это почти не повлияет].

# 3. Разработка числовой модели



Модель производственной программы (краткосрочная)

# 3. Разработка числовой модели

- $b_{n1}$  – объём собственных оборотных средств:
  - ◆ по прогнозному балансу на 2 и 3 кварталы планового года (наименьшее значение).
- $b_{n2}$  – кредит, обеспеченный залогом:
  - ◆ по результатам переговоров с кредитуемым банком;
  - ◆ по нормативам обеспеченности краткосрочных кредитов, используемым кредитуемым банком.
- $a_{n4}$ ,  $a_{0C}$ ,  $a_{n5}$  – потребность в оборотных средствах в растениеводстве:
  - ◆ обычно равны соответственно  $a_{n6}$ ,  $a_{0E}$ ,  $a_{n7}$ , – затратам на полевые культуры, т.к. эти средства делают один оборот в год.
- $a_{0D}$  – потребность в оборотных средствах в животноводстве:
  - ◆ равны  $a_{0G}$ , делённому на число оборотов оборотного капитала в данной отрасли животноводства.

### 3. Разработка числовой модели

- $p_n$  – весовой коэффициент погодных условий:
  - ◆  $p_2 = 2/(n+2)$ , где  $n$  – число лет наблюдений, из которых выбирался год, принятый за наихудший;
  - ◆  $p_1 = 1 - p_2$ .

Если за наихудший принят такой год, что в пределах наблюдения было  $m$  лет, которые можно экспертно оценить как сопоставимые или ещё более неблагоприятные, то  $p_2 = (m+1)/(n+2)$ .

Если модель отражает три варианта (исхода) погодных условий – средний и два наихудших, то  $p_2 = p_3 = 2/(n+3)$ ,  $p_1 = 1 - p_2 - p_3$ .

# 4. Анализ оптимального плана

## 1. Экономическая эффективность реализации продукции (тыс. руб.)

Виды продукции	Средние условия			Неблагоприятные условия			Данные прошлого года		
	Себестоимость	Выручка	Рентабельность, %	Себестоимость	Выручка	Рентабельность, %	Себестоимость	Выручка	Рентабельность, %
Пшеница товарная									
Картофель товарный									
...									
Итого по растениеводству									
Молоко									
Мясо крупного рогатого скота									
Мясо свиней									
...									
Итого по животноводству									
В целом по хозяйству									

Можно сравнивать с фактическими данными неблагоприятного года, с данными плана произв. и фин. деятельности, со средними многолетними данными.

Можно определять рентабельность полных затрат или рентабельность продаж.

Можно добавить столбцы по показателям отклонения от факта или представить отклонения отдельной таблицей.



# 4. Анализ оптимального плана

## 1. Экономическая эффективность реализации продукции (тыс. руб.)

Виды продукции	Средние условия			Неблагоприятные условия			Данные прошлого года		
	Себестоимость	Выручка	Рентабельность, %	Себестоимость	Выручка	Рентабельность, %	Себестоимость	Выручка	Рентабельность, %
Пшеница товарная									
Картофель товарный									
...									
Итого по растениеводству									
Молоко									
Мясо крупного рогатого скота									
Мясо свиней									
...									
Итого по животноводству									
В целом по хозяйству									

Можно сравнивать с фактическими данными неблагоприятного года, с данными плана произв. и фин. деятельности, со средними многолетними данными.

Можно определять рентабельность полных затрат или рентабельность продаж.

Можно добавить столбцы по показателям отклонения от факта или представить отклонения отдельной таблицей.

# 4. Анализ оптимального плана

## ■ Расчёт затрат на товарную продукцию

Проверка:

сумма  
затрат,  
отнесённая  
на  
тов.  
продукцию,

д.б. равна  
фактическими  
исходными и с  
планом  
производственно  
й  
и финансовой  
деятельности  
не  
обеспечивается.  
Только для  
предварительного

◆ Можно разносить затраты строго по правилам бухгалтерского финансового учёта, но это трудоёмко (имеет смысл лишь при наличии программного обеспечения для моделирования производственной структуры).

◆ Можно пользоваться *упрощёнными* приёмами отнесения затрат на продукцию:

- ◆ на побочную продукцию (органические удобрения, солому, отходы переработки зерна) затраты не относить;
- ◆ процент на кредит разносить *в первую очередь* пропорционально потребности в кредите данного вида;
- ◆ затраты первого года на зерновые с подсевом многолетних трав целиком относить на зерновые;
- ◆ затраты на коров, ремонтный молодняк и нетелей полностью относить на молоко;
- ◆ затраты, связанные с молоком на выпойку, на мясное скотоводство не переносить.

# 4. Анализ оптимального плана

## 2. Производственные затраты в кормопроизводстве, тыс. руб.

Виды кормов	Средние условия		Неблагоприятные		Факт, тыс. руб.
	тыс. руб.	% к факту	тыс. руб.	% к факту	
Концентрированные: всего					
в т.ч. отходы пшеницы					
ячмень					
...					
Грубые: всего					
...					
...					

# 4. Анализ оптимального плана

## 2. Производственные затраты в кормопроизводстве, тыс. руб.

Виды кормов	Средние условия		Неблагоприятные		Факт, тыс. руб.
	тыс. руб.	% к факту	тыс. руб.	% к факту	
Концентрированные: всего					
в т.ч. отходы пшеницы					
ячмень					
...					
Грубые: всего					
...					
...					

# 4. Анализ оптимального плана

## 3. Эффективность оборотного капитала

Показатели	Всего	В растение- водстве	В животно- водстве
Размер оборотного капитала, тыс.руб.:			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Скорость оборота, оборотов в год:			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Рентабельность оборотного капитала, %:			
решение			
факт			
прирост, пунктов			

Таблица составляется для  
каждого исхода  
погодных условий

# 4. Анализ оптимального плана

## 3. Эффективность оборотного капитала

Показатели	Всего	В растение- водстве	В животно- водстве
Размер оборотного капитала, тыс.руб.:			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Скорость оборота, оборотов в год:			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Рентабельность оборотного капитала, %:			
решение			
факт			
прирост, пунктов			

Таблица составляется для  
каждого исхода  
погодных условий

# 4. Анализ оптимального плана

## 4. Использование кредита

Показатели	Всего	В растениеводстве	В животноводстве
Использование краткосрочного кредита, тыс. руб.			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Доля кредита в оборотном капитале, %			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Процентные платежи по кредиту, тыс. руб.			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Степень использования обеспечения, %			
решение		X	
факт			
решение в % к факту			

Таблица составляется для каждого исхода погодных условий

# 4. Анализ оптимального плана

## 4. Использование кредита

Показатели	Всего	В растениеводстве	В животноводстве
Использование краткосрочного кредита, тыс. руб.			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Доля кредита в оборотном капитале, %			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Процентные платежи по кредиту, тыс. руб.			
решение			
факт			
решение в % к факту			
Степень использования обеспечения, %			
решение		X	
факт			
решение в % к факту			

Таблица составляется для каждого исходного погодных условий



## 4. Анализ оптимального плана

### 5. Посевные площади, га

Культуры	Решение	Факт	Решение в % к факту
Пшеница			
Ячмень			
Картофель			
...			

### 6. поголовье скота, гол.

Половозрастные группы	Решение	Факт	Решение в % к факту
Коровы			
Нетели			
...			

Таблица 6 составляется для каждого исхода погодных условий

Модель производственной программы (краткосрочная)

# 4. Анализ оптимального плана

## 5. Посевные площади, га

Культуры	Решение	Факт	Решение в % к факту
Пшеница			
Ячмень			
Картофель			
...			

## 6. поголовье скота, гол.

Половозрастные группы	Решение	Факт	Решение в % к факту
Коровы			
Нетели			
...			

Таблицы составляются для  
каждого исхода  
погодных условий

Модель производственной  
программы (краткосрочная)

# 4. Анализ оптимального плана

Таблицы составляются для каждого исхода погодных условий

Если есть избыток

## 7. Использование ресурсов

Виды ресурсов	Решение	Факт	Решение в % к факту
Труд			
Минеральные удобрения			
Семена многолетних трав			
...			

## 8. Производство и использование кормов

Виды ресурсов	Решение	Факт	Решение в % к факту
Комбикорм покупной, ц			
Ячмень, ц			
...			
Зелёная масса, ц:			
производство			
использование			
избыток			
...			

# 4. Анализ оптимального плана

Таблицы составляются для каждого исхода погодных условий

Если есть избыток

## 7. Использование ресурсов

Виды ресурсов	Решение	Факт	Решение в % к факту
Труд			
Минеральные удобрения			
Семена многолетних трав			
...			

## 8. Производство и использование кормов

Виды ресурсов	Решение	Факт	Решение в % к факту
Комбикорм покупной, ц			
Ячмень, ц			
...			
Зелёная масса, ц:			
производство			
использование			
избыток			
...			

## 4. При необходимости может быть выполнен анализ:

- объёмов реализации продукции в натуральном выражении;
- цен реализации в целом и по каналам сбыта;
- объёмов производства продукции всех видов (а не только кормов);
- прибыли методом цепных подстановок;
- эффективности использования земельных ресурсов;
- производительности труда;
- производства и использования кормов по периодам содержания скота (стойловый, пастбищный).

Эти направления анализа оптимального плана выполняются в соответствии с общепринятыми алгоритмами анализа хозяйственной деятельности.

## 4. Анализ двойственных оценок:

- ◆ как в модели использования кормов, только по всем видам ресурсов, а не только по кормам;
- ◆ по земельным угодьям оценка сопоставима с годовой арендной платой, но не с ценой земли (переход через капитализацию);
- ◆ по основному (маточному) поголовью переход к виду, сопоставимому с ценой, производится через капитализацию за срок содержания в основном (маточном) стаде;
- ◆ **NB!** Оценки ограничений среднего исхода делятся на  $p_1$ , наихудшего – на  $p_2$ .

## 5. Эксплуатация модели

- Модель составляется и решается перед осенней посевной.
- Если к весне какие-либо параметры модели изменились, можно перерешать её, приняв площади озимых культур за константы, и сеять яровые согласно новому решению.
- Убрав урожай, можно решить промежуточную модель использования продукции растениеводства, уточняющую план продаж и финансовый план.
- После реализации продукции растениеводства периодически решается модель использования кормов.

## 5. Эксплуатация модели

- Ограничения по ресурсам следует «включать» одно за другим по мере отладки модели. Предпоследним обычно включают ограничение по труду, последним – по кредиту.
- Модель может не решаться не только из-за ошибки, но, например, потому, что в хозяйстве систематически нарушаются технологии.
  - ◆ *Выход*: предусмотреть закупку недостающих ресурсов либо отразить в модели фактически имеющиеся нарушения технологий.



# 5. Эксплуатация модели

- Типичная ошибка – набор рационов, использованных в модели, не соответствует агротехническим условиям кормопроизводства (особенно в наихудших условиях).
  - ◆ *Решение*: ввести более широкий набор рационов (в том числе фактически используемые, даже если они не вполне сбалансированы).
- Решение, при котором в средних условиях имеется ненулевая потребность в кредите на покрытие убытков, не может быть признано удовлетворительным. Поэтому:
  - ◆ расчёт кредита на покрытие убытков рекомендуется вводить в модель только в наихудшем исходе;
  - ◆ при наличии убытков в средних условиях – изыскать способы их устранения за счёт новых технологий и каналов реализации, сдачи в аренду сельхозугодий и скота;
  - ◆ если убытки неизбежны – берёмся за составление модели долгосрочного планирования для поиска выхода из кризиса.

## 5. Эксплуатация модели

- Выбор «слишком неблагоприятного» исхода может вызвать:
  - ◆ несовместность системы ограничений;
  - ◆ неэффективное использование ресурсов при средних погодных условиях.

Формальные методы решения вопроса, насколько неблагоприятен должен быть неблагоприятный исход, приводят к слишком сложным моделям. *Выход:*

- ◆ решение модели с разной степенью пессимизма наихудшего исхода;
- ◆ *субъективный* выбор наиболее приемлемого компромисса между ожидаемой прибылью и риском утраты поголовья.

# 6. Направления совершенствования модели

## ■ Недостатки модели:

1. Трудоёмкость определения коммерческой себестоимости продукции.
2. Избыточное резервирование ресурсов на случай наихудшего исхода
3. Не учитывается различие продуктивности при различном уровне внесения удобрений

## ■ Преодоление:

1. Интеграция модели в программное средство, производящее такой расчёт.
2. Решение модели с различными вариантами «наихудшего» исхода с последующим субъективным выбором.
3. Включение в модель переменных по приросту урожайности от дополнительного внесения удобрений.

# 6. Направления совершенствования модели ♦

## ■ Недостатки модели:

4. Не учитывается неравномерность потребности в ресурсах (особенно в оборотных средствах, труде) в течение года.
5. Цены продукции и ресурсов на момент приобретения неизвестны.
6. Не учитываются страхование и возможность создания страховых запасов кормов.

## ■ Преодоление:

4. Введение помесячных балансов ресурсов.
5. Метод Монте-Карло с последующим выбором решения, наиболее устойчивого к изменению цен.
6. В модели можно отразить страхование и запасы по факту, но она не в состоянии оптимизировать *условия* страхования и *размер* запасов. Для этого используются специальные модели.

# Литература

## ■ Основная

- ◆ Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / *Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В. и др.* М.: Агропромиздат, 1990. — глава 10.
- ◆ *Зимин Н.Е., Солопова В.Н.* Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. М.: КолосС, 2004. — главы 4, 5, 8, 9, 13.
- ◆ Презентация: <http://nsvetlov.narod.ru/umk1/lek6.ppt>

## ■ Дополнительная

- ◆ Моделирование производственно-отраслевой структуры сельскохозяйственного предприятия: Методические указания и индивидуальные задания / *Сост. Г.В. Гаврилов.* М.: Изд-во МСХА, 2005.
- ◆ Моделирование структуры кормопроизводства сельскохозяйственного предприятия: Методические указания и индивидуальные задания / *Сост. Г.В. Гаврилов.* М.: Изд-во МСХА, 2005.
- ◆ *Копёнкин Ю.И.* Стохастические модели в сельском хозяйстве: Учеб.