

# Имитационное моделирование экономических процессов в животноводстве

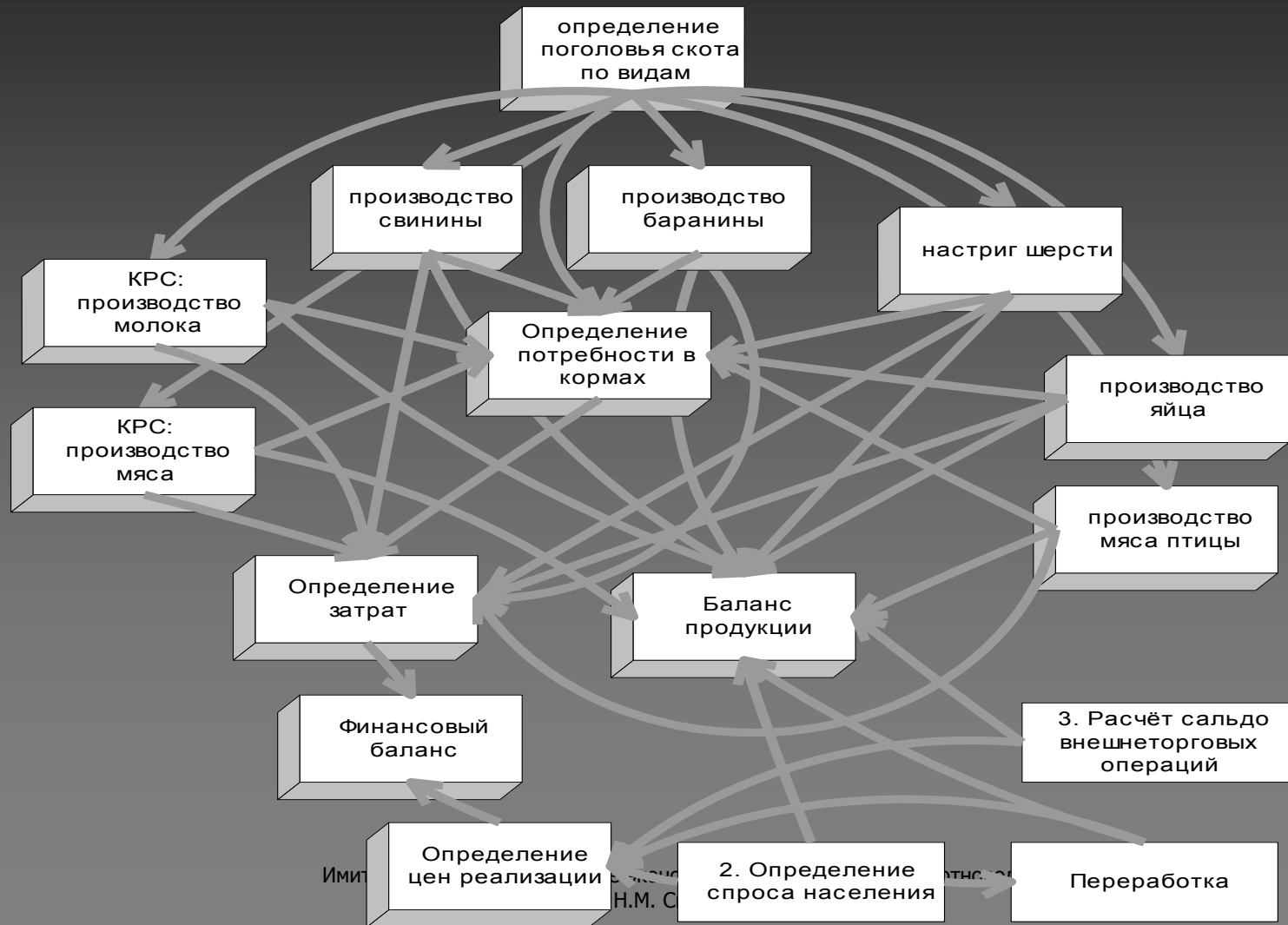
Содержание лекции:

1. Структура системы моделей животноводства
2. Моделирование поголовья животных
3. Моделирование продуктивности животных
4. Кормовой баланс
5. Моделирование производственных затрат
6. Материальные и финансовые балансы

# Литература

1. Огнивцев С.Б., Сиптиц С.О. Моделирование АПК: теория, методология, практика. М.: Энциклопедия российских деревень, 2002.
2. Франс Дж., Торнли Дж. Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987.
3. Худякова Е.В., Липатов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов в АПК: Учеб. пособие. М.: Издат. центр МГАУ, 2006.
4. Григорьев Н.Г. и др. Биологическая полноценность кормов. М.: Агропромиздат, 1989.

# 1. Структура системы моделей ЖИВОТНОВОДСТВА



## 2. Моделирование поголовья ЖИВОТНЫХ

$$M_{k+1}^i = M_k^i \left( \frac{p_{ik+1} c_{ik}}{p_{ik} c_{ik+1}} \right)^{a_M}$$

$M_k^i$  — поголовье животных вида  $i$  в период  $k$ ;

$p_{ik}$  — цена реализации (откорректированная на уровень инфляции);

$c_{ik}$  — полная себестоимость (откорректированная на уровень инфляции);

$a_M$  — параметр.

# 3. Моделирование продуктивности ЖИВОТНЫХ: **МОЛОКО**

## Этап 1

$$U^d = \frac{0.001425\mu\rho^2 - 0.456\rho - 0.005187\mu\rho}{3 - 0.0057\rho^2}$$

$U^d$  — максимально достижимый суточный удой (кг/гол),

$\mu$  — средняя живая масса молочной коровы (кг),

$\rho$  — среднее содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона, МДж.

## Этап 2

$$U^y = 0.295 \cdot M^c \cdot U^d \cdot K^L \cdot K^d$$

$U^y$  — валовой годовой надой (т),

295 — продолжительность лактации (дней);

$M^c$  — поголовье КРС, обеспеченное обменной энергией (см. следующий слайд);

$K^L$  — доля лактирующих коров в общем поголовье КРС;

$K^d$  — эмпирический коэффициент, учитывающий неравномерность выхода молока в течение лактации и среднее фактическое отклонение уровня кормления от уровня насыщения.

Имитационное моделирование экономических процессов в животноводстве

(с) Н.М. Светлов, 2006

# 3. Моделирование продуктивности ЖИВОТНЫХ: **МОЛОКО**

Поголовье крупного рогатого скота, обеспеченное обменной энергией

$$M'^c = \min \left( M_{k+1}^c, \frac{V^c}{365 \cdot (\zeta (1 - K^d) + K^d) \cdot E^c} \right)$$

$M_{k+1}^c$  — поголовье КРС в периоде  $k+1$ , обусловленное экономическими факторами;

$V^c$  — содержание обменной энергии в годовом рационе, МДж;

$\zeta$  — соотношение потребности в обменной энергии средней головы КРС (*в т.ч. сухостойные и откормочные коровы, молодняк, бычки и быки*) и лактирующей коровы;

$E^c$  — суточная потребность в обменной энергии лактирующей коровы, МДж.

# 3. Моделирование продуктивности ЖИВОТНЫХ: *ГОВЯДИНА*

## ■ Модель ВИАПИ:

- ◆ производство мяса зависит от *общего* поголовья КРС и среднегодовой доли лактирующих коров в *основном стаде*
  - ◆ попытка уйти от циклической зависимости производства молока и мяса при заданной кормовой базе

## ■ Возможная замена:

- ◆ модель, аналогичная моделям урожайности

## ■ *Франс, Торнли:*

- ◆ модель роста животного в зависимости от параметров организма (масса, возраст, породные качества) при кормлении до уровня насыщения
  - ◆ Не учитывает качество кормления – важный фактор в условиях России
  - ◆ Требуется данных о породной и возрастной структуре стада, отсутствующих в модели ВИАПИ

### 3. Моделирование продуктивности животных: *свинина и баранина*

- Выход свинины на 1 голову откормочного поголовья принимается за константу
- Следовательно, задача сводится к определению поголовья, обеспеченного кормами

$$M'^p = \min \left( M_{k+1}^p, \frac{V^p}{v^p \mu^p} \right); U^p = \mu^p M'^p / 1000$$

$U^p$  — производство свинины, т;  $M'^p$  — поголовье свиней, обеспеченное кормами;  $M_{k+1}^p$  — поголовье свиней в периоде  $k+1$ ;  $V^p$  — содержание обменной энергии в годовом рационе всего поголовья, МДж;  $v^p$  — затраты обменной энергии, МДж, на производство 1 кг свинины;  $\mu^p$  — выход свинины на одну голову, кг.

Выход баранины определяется аналогично



# 3. Моделирование продуктивности животных: *настриг шерсти*

- Поголовье овец известно
- Остаётся:
  - ◆ определить долю овец шерстного направления;
  - ◆ долю поголовья, идущего в остриг
    - ◆ обычно около 70%
  - ◆ выход шерсти с 1 овцы шерстного направления
    - ◆ обычно около 2 кг/год

Соответствующую формулу запишите самостоятельно

- Направление совершенствования:
  - ◆ независимо рассчитать поголовье овец мясного и шерстного направлений

# 3. Моделирование продуктивности ЖИВОТНЫХ: *яичная продукция*

- В основе модели — эмпирическая зависимость потребности в кормовых единицах от яйценоскости.
  - Если яйценоскость выходит за заданные границы, модель не работает.
- Использовать модель можно двумя способами:
  - (дешёвый) — использовать среднюю яйценоскость по объекту;
  - (точный, но дорогой) —
    - использовать формулу поголовья для определения поголовья птицы *каждой яйценоскости* (эффект ценового давления будет разный из-за разной себестоимости);
    - для каждой из них применять данную модель независимо.

# 3. Моделирование продуктивности ЖИВОТНЫХ: **МЯСО ПТИЦЫ**

$$U_1^p = 365/540 \cdot U^{ey} \mu_1^p / U^e$$

$U_1^p$  — выход мяса птицы, т; 540 — средняя продолжительность содержания несушки в стаде;  $\mu_1^p$  — масса тела выбраковываемых кур.

Мясо от выбраковки несушек

$$v_2^p = K^e (4.3 - 2 \cdot (\mu_2^p - 1.2))$$

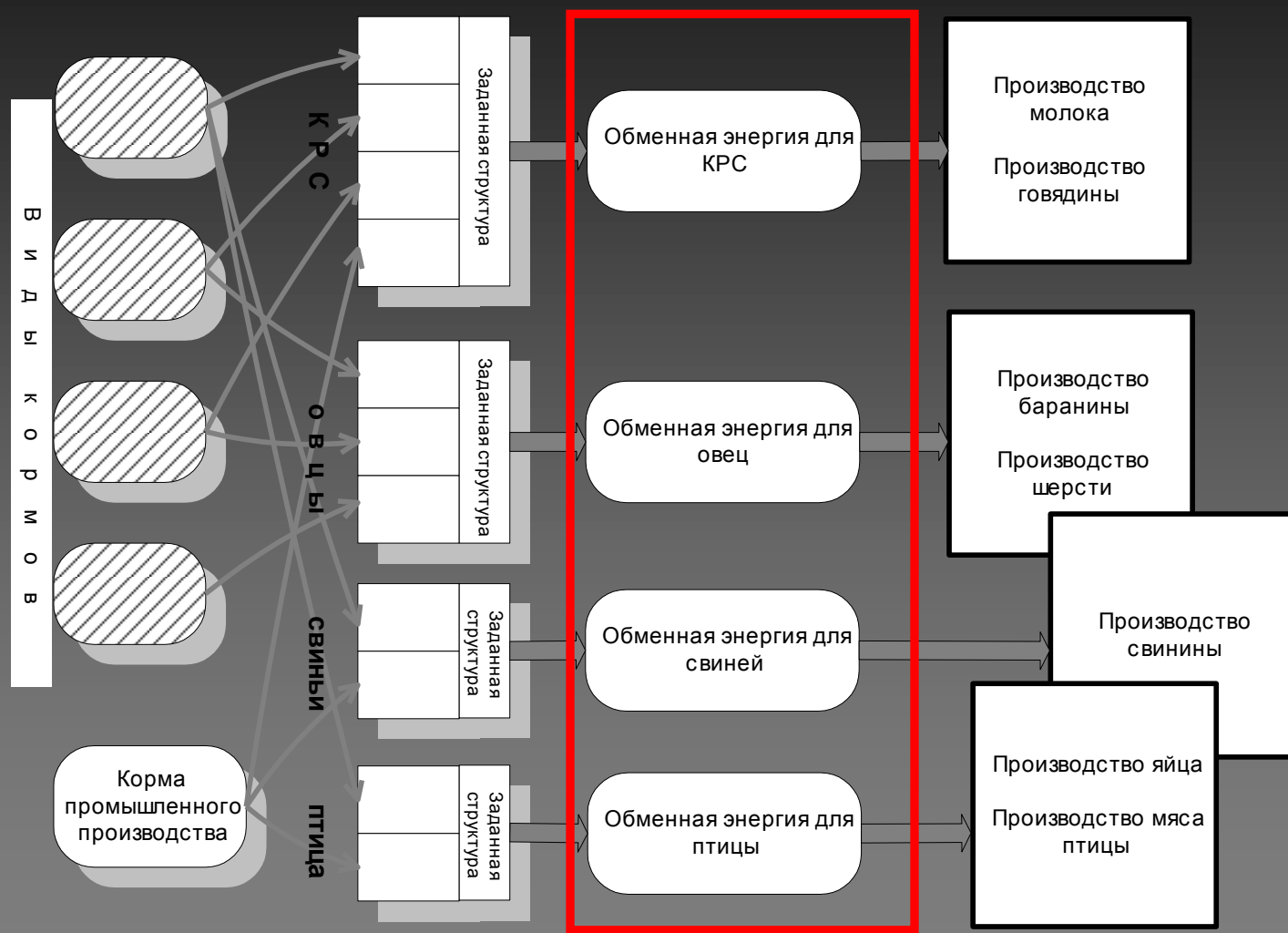
$v_2^p$  — затраты обменной энергии, МДж, на производство 1 кг мяса бройлеров;  $\mu_2^p$  — сдаточная масса бройлера, кг.

Мясо бройлеров

$$U_2^p = \min \left( \frac{V_2^p}{1000 \cdot v_2^p}, M_2^p \mu_2^p \right)$$

$U_2^p$  — выход мяса бройлеров, т;  $V_2^p$  — содержание обменной энергии в годовом рационе всего поголовья бройлеров, МДж;  $M_2^p$  — экономически обусловленное поголовье бройлеров.

# 4. Кормовой баланс



# 4. Кормовой баланс

- Очень много переменных
  - ◆ программирование кормового баланса, *управляемого потоком данных*, трудоёмко
  - ◆ часто принимают решение отказаться от некоторых вариантов потока данных
    - ◆ это должно быть отражено в сопроводительной документации
- В балансе обменной энергии только одна переменная может быть выходной.
  - ◆ Чаще всего — совокупная потребность в кормах
    - ◆ тогда всё поголовье, обусловленное экономическими факторами, оказывается обеспеченным кормами

# 4. Кормовой баланс

## Направления совершенствования модели:

- Если цель моделирования не позволяет остановиться на единственной выходной переменной в балансе обменной энергии, то
  - ◆ если потребность в кормах на поголовье, скота всех видов, обусловленное экономическими факторами, меньше, чем наличие, всё в порядке;
  - ◆ в противном случае необходимо правило распределения запасов кормов между отраслями животноводства, устанавливаемое:
    - ◆ пользователем модели
      - приоритет отраслей
      - структура потребления кормов
      - корректировка переменных по поголовью поголовье скота некоторых видов.
    - ◆ либо разработчиком
      - алгоритм сокращения поголовья до уровня, обеспеченного кормами, зависящий от идентифицируемых параметров

# 4. Кормовой баланс

## Направления совершенствования модели:

- Сведение кормового баланса может быть одной из важных задач имитационного моделирования.
  - ◆ Требуется критерий предпочтительности разных способов сведения баланса
  - ◆ ⇒ необходимо обратиться к формализму *математического программирования*
  - ◆ Последовательность действий:
    - ◆ выделить *управляемые переменные*;
    - ◆ обосновать целевую функцию;
    - ◆ сформулировать ограничения на диапазон изменения управляемых переменных
    - ◆ запустить ПО математического программирования (MathCAD, поиск решения в MS Excel)
  - ◆ Как правило, при использовании стандартного ПО МП модель должна быть *однопоточной*
    - ◆ вход — управляемые переменные, выход — объёмы ограничений

# 5. Моделирование производственных затрат

1. Затраты на корма – по модельной себестоимости:
  - производимые в растениеводстве:
    - затраты, определённые в блоке растениеводства;
    - **затраты на хранение (следующая лекция);**
    - затраты на кормокухню и раздачу (по фактическим данным в расчёте на кормодень)
  - переработанные корма
    - вышеуказанное плюс **затраты на переработку (след. лекция);**
  - промышленные корма
    - по цене приобретения (может предполагаться заданной, зависящей от спроса или получаемой из других моделей, не входящих в модель АПК)
2. Затраты на содержание поголовья (*за вычетом кормов*) — по факту в расчёте на 1 голову



# 5. Моделирование производственных затрат

3. Затраты, обусловленные произведённой продукцией:
  - по факту в расчёте на 1 т продукции

Затраты из п. 2 и 3 можно обосновать:

- ◆ анализируя затраты постатейно;
- ◆ либо построив регрессионную модель зависимости затрат от поголовья и объёма продукции
  - ◆ Может не дать подходящего результата, если ошибка коэффициентов регрессии неприемлемо велика

## 6. Материальные и финансовые балансы

- Определив затраты, можно сводить **финансовый баланс**
  - ◆ цены берутся из **блока спроса** (будет рассмотрен в лекции 6)
- **Баланс продукции** также сводится после определения:
  - ◆ **спроса**;
  - ◆ потребности в **переработке** (лекция 5);
  - ◆ сальдо экспортно-импортных операций.