

# Лекция 3. Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве

Содержание лекции:

1. Структура системы моделей растениеводства
2. Имитация процессов землепользования
3. Моделирование структуры посевов
4. Моделирование урожайности
5. Моделирование производственных затрат
6. Материальные и финансовые балансы

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

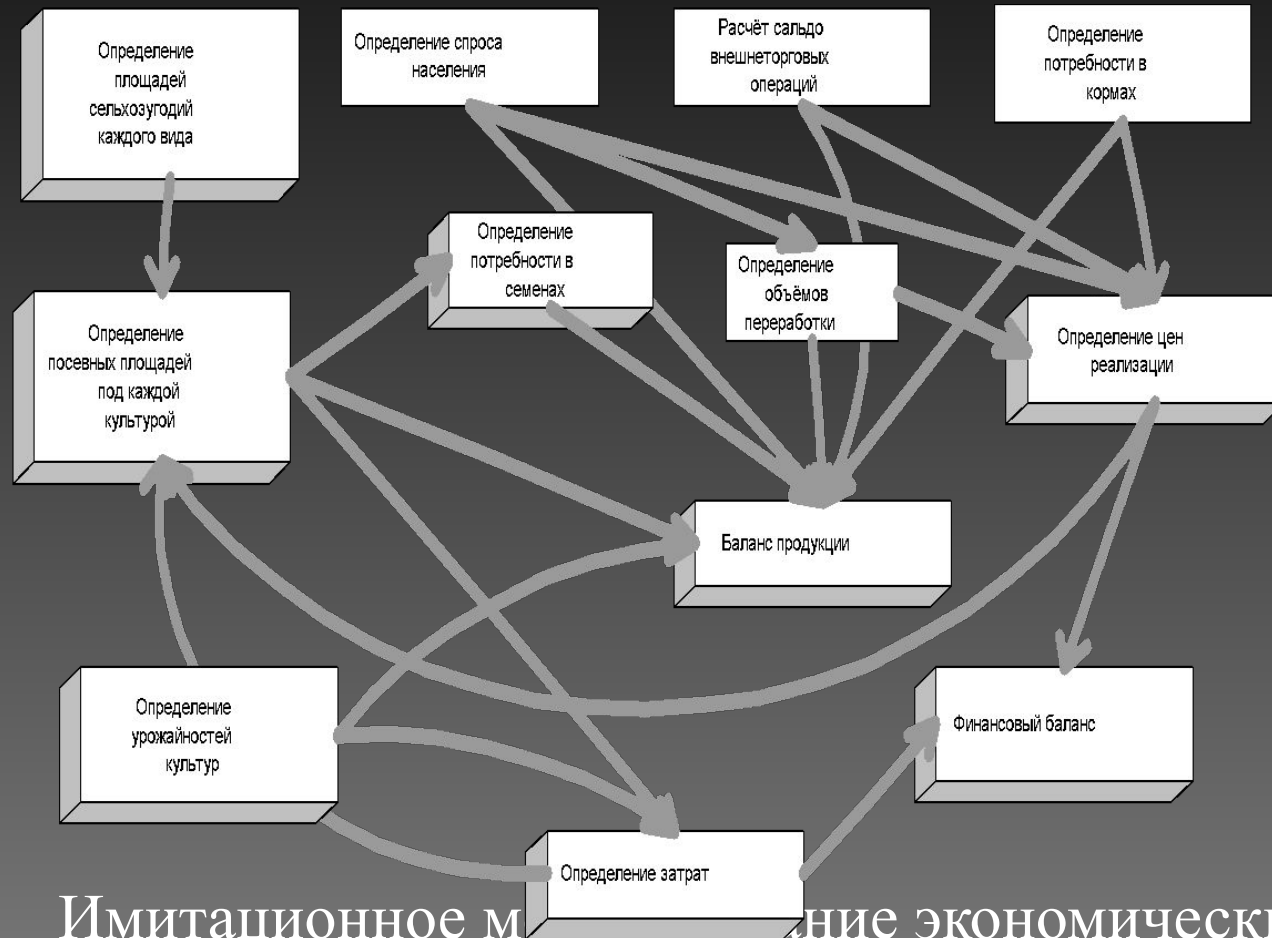
# Литература

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.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 1. Структура системы моделей растениеводства



Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006



## 2. Имитация процессов землепользования

- Площади сельхозугодий в системе моделей растениеводства:
  - ◆ используются как величины, ограничивающие сумму площадей, занимаемых всеми культурами вместе;
  - ◆ ни при каких обстоятельствах не оказываются выходными переменными.
- Модели землепользования не обязательно присутствуют в СМ растениеводства
  - ◆ вместо них можно использовать фактические или сценарные данные о площадях земельных угодий

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 2. Имитация процессов землепользования

## Площадь сельскохозяйственных угодий

### 1. Пашня

$$\omega_{k+1} = \omega_k (1 - a_1) \cdot (1 + xm_k/\omega_k)^{a_2} \cdot (xm_{k+1}/xm_k)^{a_3} \quad (1)$$

$\omega_k$  — площадь пашни в период  $k$ ;

$xm_k$  — объём капитальных вложений в улучшение земли и поднятие целины (в сопоставимых ценах) в период  $k$ ;

$a_1 \dots a_3$  — параметры.

### Проверка единиц измерения

$$\ln(\omega_{k+1}) = \ln(\omega_k) + \ln(1 - a_1) + a_2 \cdot \ln(1 + xm_k/\omega_k) + a_3 \cdot \ln(xm_{k+1}/xm_k) \quad (2)$$

$$\ln(\text{га}) = \ln(\text{га}) + \ln(\text{га}) +$$

$$+ [\ln(\text{руб}/\text{га})/\ln(\text{руб}/\text{га})] \cdot \ln(\text{руб}/\text{га}) + [\ln(\text{га})/\ln(\text{руб}/\text{га})] \cdot \ln(\text{руб}/\text{га})$$

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 2. Имитация процессов землепользования

## Площадь сельскохозяйственных угодий

### 1. Пашня

$$\omega_{k+1} = \omega_k (1 - a_1) \cdot (1 + xm_k/\omega_k)^{a_2} \cdot (xm_{k+1}/xm_k)^{a_3} \quad (1)$$

$\omega_k$  — площадь пашни в период  $k$ ;

$xm_k$  — объём капитальных вложений в улучшение земли и поднятие целины (в сопоставимых ценах) в период  $k$ ;

$a_1 \dots a_3$  — параметры.

### Проверка единиц измерения

$$\ln(\omega_{k+1}) = \ln(\omega_k) + \ln(1 - a_1) + a_2 \cdot \ln(1 + xm_k/\omega_k) + a_3 \cdot \ln(xm_{k+1}/xm_k) \quad (2)$$

$$\ln(\text{га}) = \ln(\text{га}) + \ln(\text{га}) +$$

$$+ [\ln(\text{руб}/\text{га})/\ln(\text{руб}/\text{га})] \cdot \ln(\text{руб}/\text{га}) + [\ln(\text{га})/\ln(\text{руб}/\text{га})] \cdot \ln(\text{руб}/\text{га})$$

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 2. Имитация процессов землепользования

## ■ 2. Сенокосы и пастбища

### ◆ Следует учесть:

- ◆ естественное выбытие
- ◆ трансформацию друг в друга
- ◆ трансформацию в пашню
- ◆ трансформацию выбившей пашни в сенокосы и пастбища

### ◆ Целесообразно использовать:

- ◆ для вычисления общей площади сенокосов и пастбищ, без подразделения на естественные, улучшенные и (в составе улучшенных) орошаемые.

## ■ 3. Площади улучшенных угодий

1. Определяем из соотношения, подобного соотношению по пашне
2. Вычитаем из площади всех угодий данного типа для получения площади естественных угодий.

Имитационное моделирование экономических

процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

## 2. Имитация процессов землепользования

Если при эксплуатации модели обнаружатся ситуации, в которых она даёт неудовлетворительные результаты, или если при конкретном применении модели растениеводства точность результатов данной модели окажется недостаточной, **можно заменить её другой.**

- В индустриальных областях, наряду с естественным, можно рассмотреть *техногенное* выбытие, зависящее от:
  - ◆ стоимости промышленного капитала, приходящегося в моделируемом объекте на гектар сельхозугодий;
  - ◆ величины новых вложений промышленного капитала в расчёте на гектар.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006



# 3. Моделирование структуры посевов

## ■ Предположение:

- ◆ площади под культурами расширяются или сокращаются под влиянием ценовой конъюнктуры;
- ◆ урожайность культур от ценовой конъюнктуры (почти) не зависит (см. слайд 3).

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 3. Моделирование структуры посевов

## Этап 1

$$\omega'_{ik+1} = \omega_{ik} \left( \frac{p_{ik+1} c_{ik}}{p_{ik} c_{ik+1}} \right)^{a_4} \quad (1)$$

$\omega_{ik}$  — площадь пашни под культурой  $i$  в период  $k$ ;

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

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

$a_4$  — параметр.

## Этап 2

$$\omega_{ik+1} = \omega'_{ik+1} \frac{\omega_{ik}}{\sum_i \omega'_{ik+1}} \quad (2)$$

Используется,  
если знаменатель  
больше числителя

$\omega'_{ik+1}$  — предварительная оценка площади пашни под культурой  $i$  в период  $k$ .

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве Н.М.

Светлов, 2006

# 3. Моделирование структуры посевов

## Этап 1

$$\omega'_{ik+1} = \omega_{ik} \left( \frac{p_{ik+1} c_{ik}}{p_{ik} c_{ik+1}} \right)^{a_4} \quad (1)$$

$\omega_{ik}$  — площадь пашни под культурой  $i$  в период  $k$ ;

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

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

$a_4$  — параметр.

## Этап 2

$$\omega_{ik+1} = \omega'_{ik+1} \frac{\omega_{ik}}{\sum_i \omega'_{ik+1}} \quad (2)$$

Используется, если знаменатель больше числителя

$\omega'_{ik+1}$  — предварительная оценка площади пашни под культурой  $i$  в период  $k$ .

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве Н.М.

Светлов, 2006



# 3. Моделирование структуры посевов

- Предполагается, что если цена и себестоимость (без учёта инфляции) неизменны, то посевные площади, вероятнее всего, останутся неизменными.
- При подходящем значении  $a_4$  этот подход удовлетворительно работает, пока:
  - ◆ изменения в структуре посевов невелики;
  - ◆ не требуется изменение севооборотов;
  - ◆ не возникает существенных изменений в территориальном размещении производства в регионе.

В модели это можно отразить так:

- ◆ если структурные изменения превосходят некоторую величину (определённую экспертным путём), программная реализация модели выдаёт сообщение о недостоверности результатов расчётов с указанием причины.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 3. Моделирование структуры посевов

- Для естественных пастбищ (не требующих затрат) можно считать используемой всю их площадь.
- Для остальных кормовых угодий используемая площадь определяется исходя из баланса кормов:
  - ◆ площади угодий разных видов должны иметь различную чувствительность к дефициту (избытку) кормов, описываемую соответствующими параметрами;
  - ◆ суммарное изменение этих площадей должно точно сводить баланс кормов.

Конкретные варианты моделей этого вида предлагаю построить самостоятельно.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 4. Моделирование урожайности



Используется в модели  
ВИАПИ

Имитационное моделирование экономических  
процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 4. Моделирование урожайности:

## *подходы 1 и 2*

### ■ Группы факторов:

- a) мелиоративные работы: террасирование склонов, борьба с оврагами, оползнями, водной эрозией (регулирование стока рек, укрепление берегов);
- b) работы по повышению плодородия почв: внесение удобрений (органических и минеральных), известкованию, гипсованию;
- c) работы по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями;
- d) оснащённость угодий техническими средствами по видам;

### ■ Группы факторов:

- e) оснащённость угодий объектами инженерной и социальной инфраструктуры;
- f) факторы труда: обеспеченность трудовыми ресурсами, оценка качества труда;
- g) факторы текущих затрат: обеспеченность финансовыми ресурсами, обеспеченность ГСМ;
- h) биологический потенциал: качество семенного (посадочного) материала.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 4. Моделирование урожайности:

## подход 1

- Построение многофакторной регрессионной модели:
  - a) выбор показателя для измерения каждого фактора;
  - b) выбор функциональной формы;
  - c) отбор 5-15 факторов для включения в модель
    - ◆ для этого имеются формализованные методы
    - ◆ требуется примерно 150...1000 фактических наблюдений для статистического обоснования модели;
  - d) оценка параметров регрессионной зависимости;
  - e) сравнение фактического распределения урожайностей с воспроизведённым моделью (на предмет оценки её пригодности);
  - f) проверка однородности модели
    - ◆ модель должна быть обоснована с точки зрения
      - ◆ всей совокупности наблюдений;
      - ◆ любой случайной репрезентативной выборки из этой совокупности

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>^p(c)</sup> Н.М.

Светлов, 2006



# 4. Моделирование урожайности:

## подход 1

### Регрессионная модель:

- работает только в пределах очень узкого интервала вариации факторов;
- непригодна для описания объекта, охватывающего территории, отличающиеся специализацией или климатическими условиями
  - ◆ можно сделать разные модели для каждой зоны, но тогда обычно не хватает данных для их обоснования;
- непригодна для долгосрочного прогнозирования на период, в течение которого могут произойти качественные изменения в системе хозяйствования;
- не допускает предположений о крупных инвестициях, существенно изменяющих структуру используемого в растениеводстве капитала.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 4. Моделирование урожайности:

## подход 2

а) Каждому фактору в пределах группы приписываются:

- показатель, который его характеризует,
- функция соизмерения, отображающая его вариацию на значение в интервале  $[0;1)$ ,
- балльная оценка его существенности в пределах группы.

В результате получаем *интегральную оценку* действия группы факторов в интервале  $[0;1]$ .

б) Строится функция влияния изменения факторов на урожайность (следующий слайд).

В процессе подгонки модели из каждой группы могут быть исключены несущественные факторы.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

## 4. Моделирование урожайности: подход 2

$$Y_{ik+1} = Y_{ik} \prod_{\phi} (\Phi_{\phi k+1} / \Phi_{\phi k})^{a_{\phi i}} \quad (1)$$

$Y_{ik}$  — урожайность культуры  $i$  в период  $k$ ;  $\Phi_{\phi k}$  — интегральная оценка факторов группы  $\phi$  в периоде  $k$ ;  $a_{\phi i}$  — параметр, характеризующий влияние фактора  $\phi$  на урожайность культуры  $i$ .

## 4. Моделирование урожайности: подход 2

$$Y_{ik+1} = Y_{ik} \prod_{\phi} (\Phi_{\phi k+1} / \Phi_{\phi k})^{a_{\phi i}} \quad (1)$$

$Y_{ik}$  — урожайность культуры  $i$  в период  $k$ ;  $\Phi_{\phi k}$  — интегральная оценка факторов группы  $\phi$  в периоде  $k$ ;  $a_{\phi i}$  — параметр, характеризующий влияние фактора  $\phi$  на урожайность культуры  $i$ .

# 4. Моделирование урожайности:

## подход 2

### ■ Недостатки:

- ◆ большая степень свободы модели
  - ◆ практически невозможно подвергнуть настройке балльные оценки факторов;
- ◆ по-видимому, такая модель обладает основными недостатками, присущими регрессионной модели, но их просто труднее выявить;
- ◆ более чем на один период применять нельзя: нет оснований считать, что при изменившемся соотношении факторов параметры  $a_{\phi i}$  останутся неизменными.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006



## 4. Моделирование урожайности:

*подход 3*

- **См. Дж. Франс, Дж. Торнли**
- **Самый точный**
- **Самый дорогостоящий и ресурсоёмкий**
- При применении моделей роста растения в составе имитационных моделей экономических систем необходимо сопровождать их субмоделями, отражающими зависимость биологических факторов от экономических

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 5. Моделирование производственных затрат: *упрощённый подход*

1. Затраты на полевые работы прямо пропорциональны площади посевов
2. Затраты на технологические операции по очистке, сушке, хранению, затариванию и реализации урожая прямо пропорциональны валовому сбору
3. Прочие затраты в растениеводстве можно принять зависящими от факторов их формирования (если данные по ним доступны) либо от предыдущих двух компонентов.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 5. Моделирование производственных затрат: *более точный подход*

1. Определяются нормативы постоянных условно-постоянных (на единицу посевной площади), условно-переменных (на единицу валового сбора) и прочих (как функция площади и валового сбора) затрат по каждой статье
2. Среди переменных имитационной модели выявляются те, которые влияют на затраты по каждой статье.
3. Постатейные затраты, определённые в п.1, наиболее подходящим способом корректируются на влияние выявленных факторов.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006



# 6. Материальные и финансовые балансы

## ■ Финансовый баланс

- ◆ Идеальный случай: по каждой культуре выручка (плюс экзогенно заданная дотация) должна превышать производственные затраты, приходящиеся на реализуемую продукцию, включая затраты на реализацию.
  - ◆ Дотация может быть выходной переменной.
- ◆ Реальный: баланс должен сходиться в совокупности по всем культурам.
- ◆ Ещё более реальный: то же без учёта амортизации.
  - ◆ Предполагается, что в хозяйствах нет средств на обновление основных фондов, так что обновление либо окажется невозможным (хозяйство через некоторое время прекратит функционирование, если не изменятся цены или технология), либо будет осуществлено за счёт внешних источников.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

## 6. Материальные и финансовые балансы

- ◆ Если рентабельность предприятий задаётся (или в модели сверх основного набора блоков предусмотрен блок расчёта необходимой рентабельности), выходной может быть любая из переменных финансового баланса.
  - ◆ Если выходная переменная — производственные затраты, то блок производства (посевные площади, урожайность) должен содержать выходные переменные, за счёт которых будет достигнут баланс.
- ◆ В более простом варианте в качестве выходной переменной финансового баланса рассматривается избыток финансовых средств, который не должен быть отрицательным.
  - ◆ Если это не достигается, одна из сторон баланса автоматически приобретает характер выходной переменной.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006



## 6. Материальные и финансовые балансы

- Для построения финансового баланса необходимы данные:
  - ◆ о ценах ресурсов
    - ◆ принимаются известными
    - ◆ варьируются случайным образом
  - ◆ о ценах продукции
    - ◆ определяются в модели ценообразования
    - ◆ принимаются известными
    - ◆ варьируются случайным образом

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 6. Материальные и финансовые балансы

- **Материальный баланс**
- Приходная часть
  - ◆ производство
  - ◆ импорт
- Расходная часть
  - ◆ потребление населения
  - ◆ использование на кормовые цели
  - ◆ использование на семена
  - ◆ экспорт.

В модели растениеводства определяются только производство и потребность в семенах (пропорционально площади), остальные переменные баланса задаются извне или рассчитываются.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006

# 6. Материальные и финансовые балансы

- Модель может быть построена без материального баланса – тогда рассчитывается только производство.
  - ◆ На такой модели можно имитировать, например, изменения объёмов производства при тех или иных изменениях в ценах реализации.
- Из всех переменных баланса продукции каждого вида только одна может быть выходной, остальные должны быть входными.
  - ◆ Следовательно, только одна субмодель, связанная с выходной переменной материального баланса, может рассматривать эту переменную как входную.
  - ◆ В остальных блоках должны иметься все необходимые данные для того, чтобы переменные материального баланса были вычислены внутри этих блоков.

Имитационное моделирование экономических процессов в растениеводстве<sup>р(с)</sup> Н.М.

Светлов, 2006