

## **Тема лекции:**

**« Математическое моделирование в фармакоэкономике. Метод математического моделирования – «анализ решений.» Математическая модель Маркова »**

# План лекции:

- 1. Математическое моделирование в фармакоэкономике.
- 2. Метод математического моделирования – «анализ решений.»
- 3. Математическая модель Маркова

**Моделирование** – способ изучения разных объектов, процессов и явлений, основанный на использовании моделей, что является формализованным списанием объекта, который изучается.

### **Виды моделирования**

- физические – использует вещественные (материальные) виды моделей конструкции;
- математические (логические) – как модели использует формулы, расчёты, описания и др.

Правила построения конкретных моделей обозначаются термином **«допущения»**

Чем точнее допущения, тем точнее модель отображает действительность.

**Объектами моделирования в  
фармакоэкономическом анализе  
являются:**

- медицинские технологии
- эффективность применения медицинских технологий;
- затраты на применения медицинских технологий
- решения, которые принимаются

В фармакоэкономическом анализе наиболее часто используются два метода моделирования:

- построение дерева решений
- построение модель Маркова

Математическое моделирование с использованием методики построения дерева решений: сущность метода, сфера применения, этапы построения «дерева решений»

Суть метода «анализ решений» (Decision Analysis) сводится к построению дерева решений (Decision Analysis) – графической модели которая представляет процесс принятия решения о выборе оптимальной медицинской технологии как ответ на последовательную серию вопросов о возможных последствиях применения каждой из альтернативных технологий; вопросы связаны между собой как ветви, отходящих от единого ствола ( проблемы, которая требует решения)

Построение модели в виде «дерева решений» возможно в случаях:

- анализируются несколько альтернативных медицинских технологий с различной вероятностью достижения различных результатов (например, различная вероятность выздороветь или стать инвалидом)
- известна вероятность каждого из результатов при применении всех анализируемых альтернативных технологий
- результаты применения медицинских технологий измеряются в одинаковых количественных показателях (например в затратах на лечение и др)
- время достижения результатов не имеет существенного значения и может не учитываться.

## Этапы построения «дерева решений»

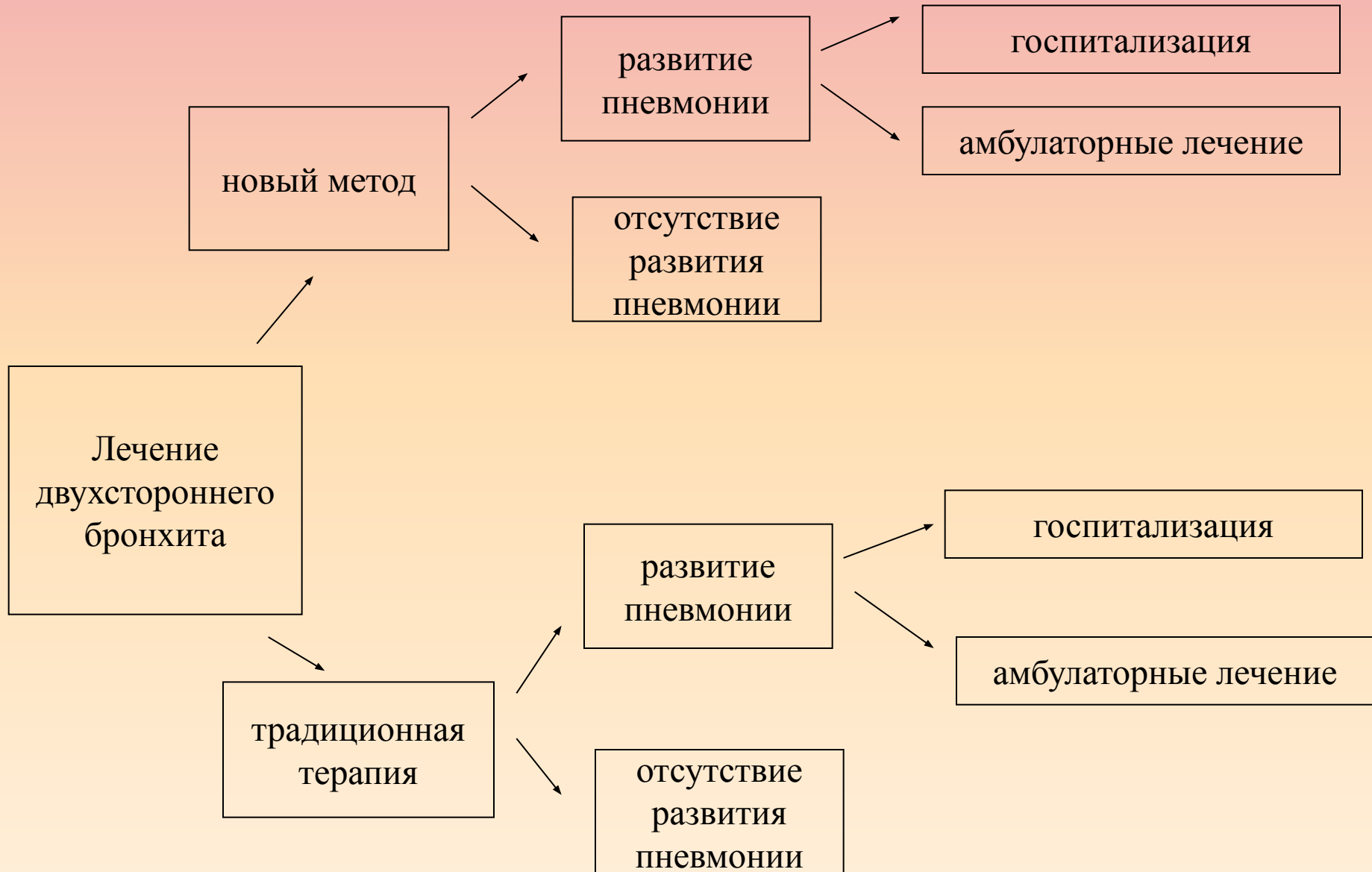
- чёткое описание проблемы с выбором точек оценки результатов
- формирование альтернативных подходов к лечению больных и оценка их эффективности;
- клиническая характеристика успешных и неуспешных конечных результатов
- оценка вероятности разных результатов (в%)
- оценка ресурсного обеспечения применения каждой из альтернативных технологий с учётом возможных последствий их использования ( например, стоимость лечения возможных осложнений)
- определение остаточной стоимости применения альтернативных технологий.



## Методика расчёта затрат при построении «дерева решений»

- при проведении анализа решений сложный процесс ( лечение заболевания) разбивают на отдельные блоки, чтобы детальнее проанализировать каждый из них
- графически блоки изображают в виде фрагментов (веток) дерева решений
- ветви «дерева решений» могут быть первого, второго, третьего и больших порядков. Последние ветви носят название терминальных.
- сами по себе ветви означают возможные альтернативные события.
- места разветвление ветвей – узлы – обозначают в модели точками, в которых могут происходить разные события.
- каждая ветвь дерева заканчивается определенным результатом (выздоровление, развитие осложнений и др)
- вероятность развития событий по каждой ветви указывает под ней (или над ней), а сумма вероятности ветвей каждого порядка должна составлять единица

# «Дерево решений»



В ряде случаев, когда проблема выбора связана с постоянными ( не проходящими со временем) риском и фактом времени играет оптимальные альтернативы используется модель Маркова (Markov model)

# Математическая модель Маркова

-метод математического моделирования сложных многокомпонентных систем, когда существует синхронизация событий в этой системе (связь во времени) и когда не один раз н-р, инфаркт миокарда у пациента с гипертонической болезнью

Этот метод используют в следующих ситуациях:

-когда проблема выбора связана с постоянным риском (н-р, вероятность развития пневмонии как усложнение острого бронхита существует только в период заболевания острым бронхитом)

-когда время поступления события точно не определёна неизвестно, когда инфаркт миокарда у больного с гипертонической болезнью

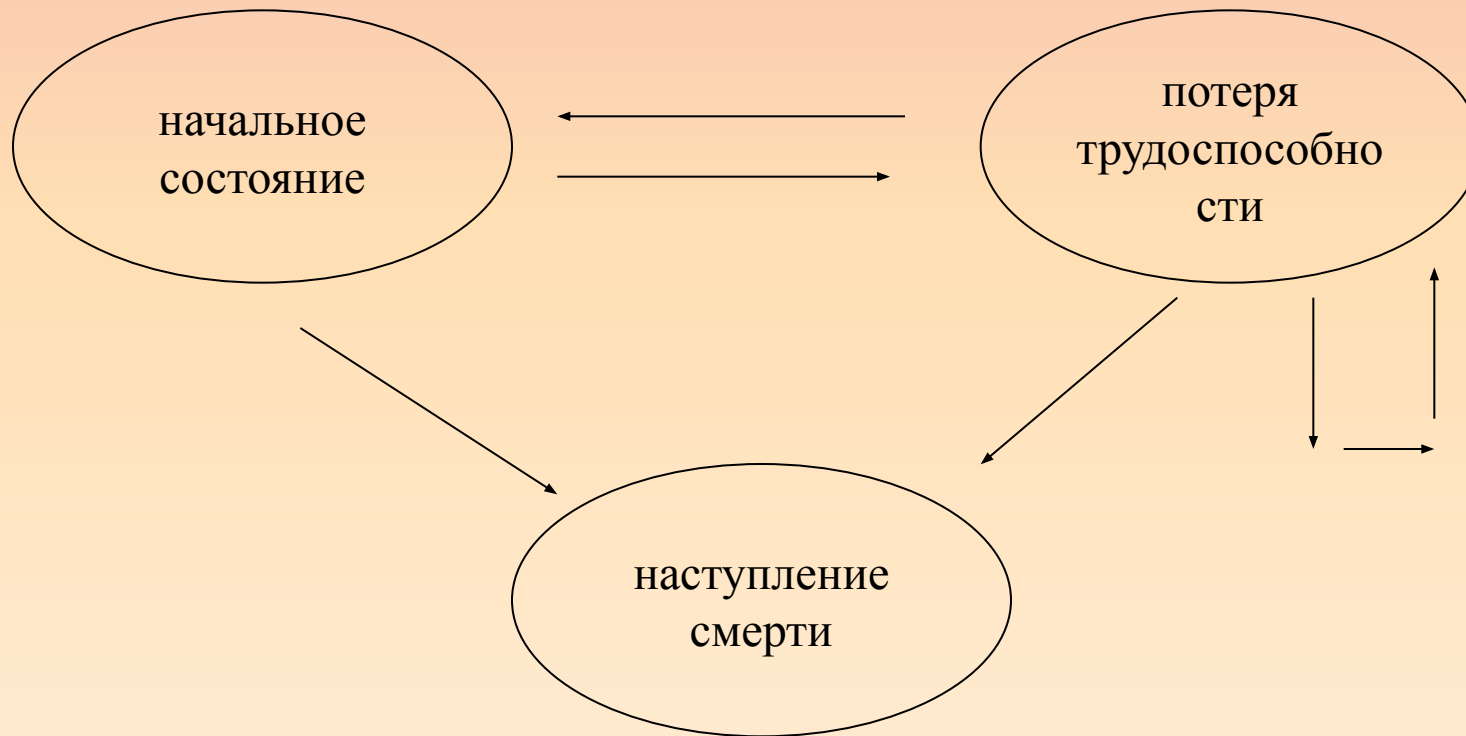
-когда важные клинические события могут случаться неоднократно и др.

При построении модели Маркова анализируемое заболевание разделяется на ряд последовательных фаз ( например, исходное состояние – полное здоровье, конечная смерть пациента, промежуточные – стадии заболевания)

Допускается, что пациент всё время находится в одном из возможных Марковских (полное здоровье, смерть или в любой момент возможен переход из одного Марковского состояния в другое, а вероятность такого перехода известна.

-время использования разделяются на равные отрезки времени, которые называются циклами Маркова (Марковскими циклами

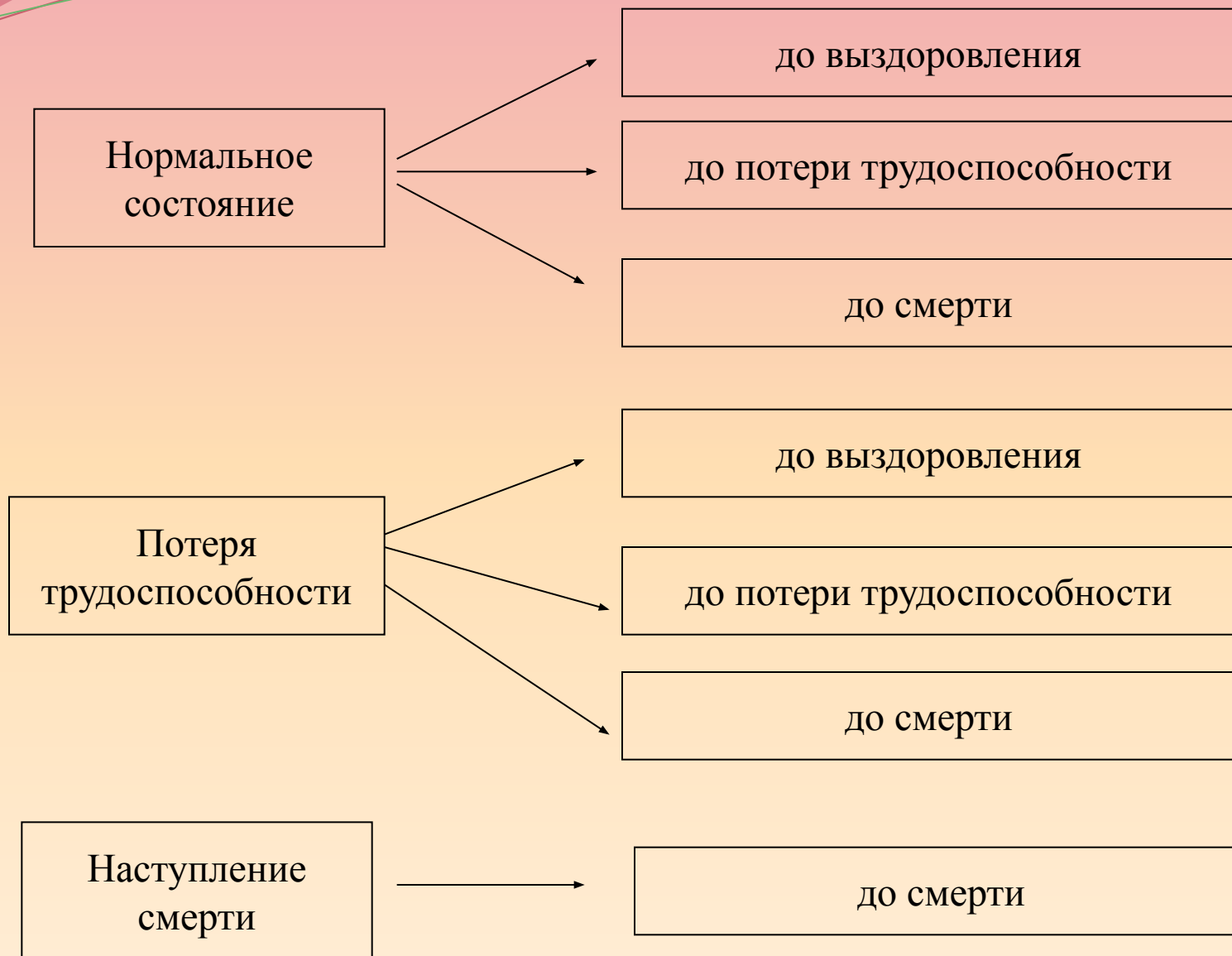
-процесс перехода между состояниями здоровья в модели Маркова представлены в следующем виде:



Все события в модели Маркова представляет собой переход из одного состояния в другое в течении определённого времени, которое называется циклом Маркова ( Марковским циклом)

За один цикл Маркова принимается один год, так как в большинстве многоцентровых исследований эффективность лекарственных средств оценивается именно за счёт промежутков времени.

# «Дерево марковских циклов»





Марковское допущение ( специфическое правило построения модели Маркова) – это ограничение, при котором не делается каких либо различий между разными пациентами, находящимися в каждом из состояний.

Подразумевается, что в течение каждого цикла пациента может сделать только один переход из одного состояния в другое.

Марковские допущение показывает состояние развития процесса после каждого цикла, независимо от того, что имело место в течении предыдущего цикла

Прекращение Марковского процесса возможно тогда, когда исследуемый контингент больных переходит в замкнутое состояние ( т.е адсорбируется этим состоянием)

Из состояния адсорбции не возможен переход в другое состояние.

Для медицины адсорбирующее состояние — это **смерть.**

Наиболее простой вариант модели Маркова – «когортная симуляция» При этом моделируется прохождение когорты из  $n$ -числа пациентов через ряд Марковских циклов и рассчитываются суммарные показатели затрат и эффективности для каждого цикла.



**Спасибо  
за  
внимание!!!**