



# Модели влияния

Николай Скворцов  
nsv@mail.ru

# План

---

- ▶ Влияние
  - ▶ Модели проникновения идей
  - ▶ Модели с порогами
  - ▶ Модели общественного блага
  - ▶ Модели влияния, управления и противоборства
- 



## Прошлая лекция

---

- ▶ Модели эпидемий – это разновидность моделей ненаправленного влияния
- ▶ Их же можно использовать при исследовании распространения слухов или новостей
- ▶ Люди не принимают решения

# Модели влияния

- ▶ Влияние – процесс и результат изменения индивидом (субъектом влияния) поведения другого субъекта (индивидуального или коллективного объекта влияния), его установок, намерений, представлений и оценок (а также основывающихся на них действий) в ходе взаимодействия с ним.
- ▶ Направленное (целенаправленное) влияние – влияние, использующее в качестве механизмов воздействия на другого субъекта убеждение и внушение. При этом субъект влияния ставит перед собой задачу добиться определенных результатов (например, выбора определенных действий) от объекта влияния.
- ▶ Ненаправленное (нецеленаправленное) влияние – влияние, при котором индивид не ставит перед собой задачу добиться определенных результатов от объекта влияния.
- ▶ Требующие принятия решения (политические движения, новые лекарства)
- ▶ Не требующие принятия решений (заражение)

# Модель проникновения нововведений (innovation diffusion)

- ▶ Принятие нововведений относительно текущей практики
- ▶ В модели могут учитываться характеристики этапов принятия нововведения
  - ▶ Наблюдаемость – насколько результаты нововведения видны потенциальным преемникам
  - ▶ Преимущество – убеждение, что нововведение воспринимается лучше текущей практики
  - ▶ Совместимость – соответствие условиям: ценностям, убеждениям, потребностям
  - ▶ Возможность испытаний – для экспериментов в процессе адаптации
  - ▶ Сложность – возможность перенятия практики при принятии окончательного решения
- ▶ Инфекционные эпидемии, процессы научения, проникновение инноваций
- ▶ Распространение принятия инновации описывается S-образной кривой: зоны начального роста, быстрого роста и насыщения.

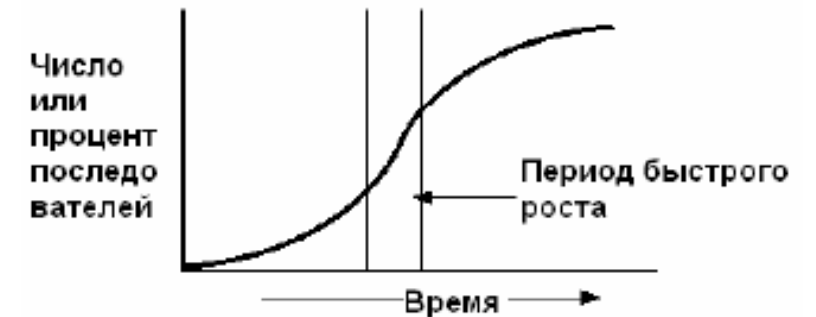


Рис. 1. S-образная кривая (логистическая функция)



Рис. 2. Кривая стадий

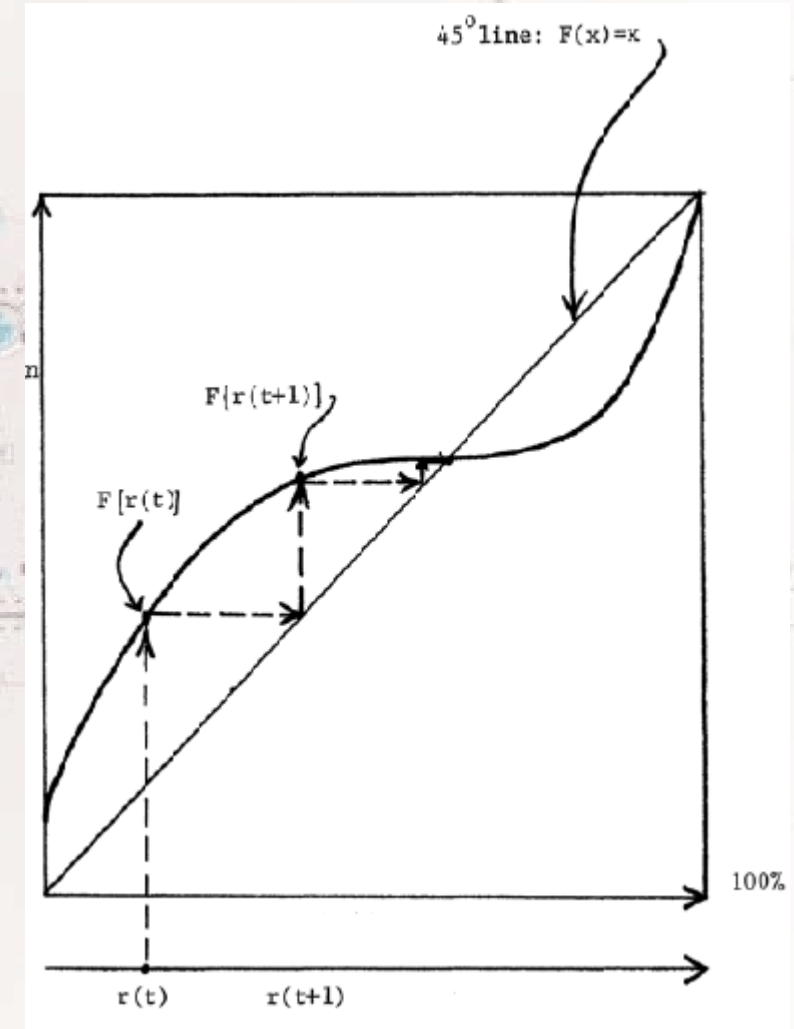
# Модель проникновения нововведений

- ▶ Френк Басс
- ▶ Два вида агентов
  - ▶ Инноваторы:  $p$  – коэффициент самостоятельного принятия нововведения
  - ▶ Имитаторы:  $q$  – коэффициент перенятия нововведения
- ▶ Доля агентов, принявших нововведение  $F(t)$
- ▶ 
$$F(t + 1) = F(t) + p(1 - F(t)) + q(1 - F(t))F(t)$$
- ▶ 
$$\frac{\partial F(t)}{\partial t} = (p + qF(t))(1 - F(t))$$
- ▶ Если есть только инноваторы, функция экспоненциальная
- ▶ Если есть только имитаторы, они не включаются



# Модели с порогоми (threshold model)

- ▶ Вершины – агенты, которые могут находиться в активном и неактивном состоянии (бинарное принятие решения)
- ▶ Возможен только переход из неактивного состояния в активное
- ▶ Примеры:
  - ▶ Аплодисменты, революционные ситуации
- ▶ Агент  $i$  становится активным в зависимости от порога влияния  $r_i \in [0; 1]$
- ▶ Начальное состояние  $r_0$  присоединившихся
- ▶ Количество агентов, готовых присоединиться, когда уже присоединилось  $x$  агентов
  - ▶  $r(t + 1) = F(r(t))$
- ▶ Значение  $t_i$  может фиксироваться одинаковым для всех агентов или выбирается случайно по некоторому распределению
  - ▶ Эффект домино: В зависимости от распределения порогов (существования агентов в малом порогом) зависит поведение системы
- ▶ Если порог по Гаусу, то при начальном малом  $r_0$  ничего не случится



# Линейная сетевая модель с порогами

- ▶ Агент  $i$  испытывает влияние  $w_{ij}$  каждого своего  $j$ -го соседа
  - ▶ Есть начальное состояние – множество активированных
  - ▶ Условие активации зависит от суммарного влияния уже активных соседей  $\sum w \geq \theta$
- ▶ Координация: стратегии А и В, при одинаковых стратегиях получается выгода а или б
  - ▶ звонки внутри одного оператора
  - ▶ затруднение использования старого, если связанные агенты используют новое
  - ▶  $a \cdot p > b(1 - p)$
  - ▶ Порог доли агентов для выгоды изменения состояния:  $p > \frac{b}{a+b}$
  - ▶ Решение зависит от доли соседей со стратегией б
- ▶ Пример задачи: как задать начальное состояние, чтобы распространить технологию на всех
  - ▶ NP-полная задача
  - ▶ Жадный алгоритм: выбирать узел, который бы наибольшим образом влиял на соседей
  - ▶ Субмодулярные функции: применение элемента больше влияет на небольшое множество, чем на большое.
- ▶ Эта модель эквивалентна модели независимых каскадов
  - ▶ Агент  $i$  ставший активным в некоторый момент времени, получает шанс активировать соседей  $j$  на следующем шаге с вероятностью  $p_{ji}$
  - ▶  $j$  могут пытаться независимо активировать и другие агенты



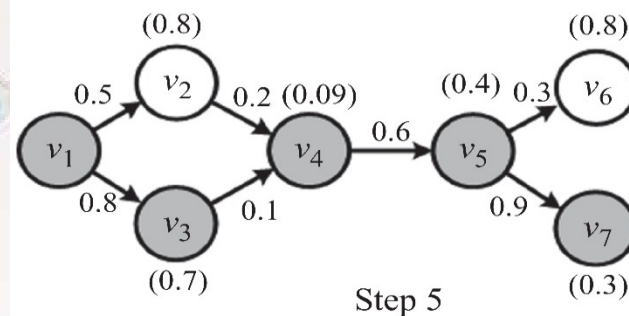
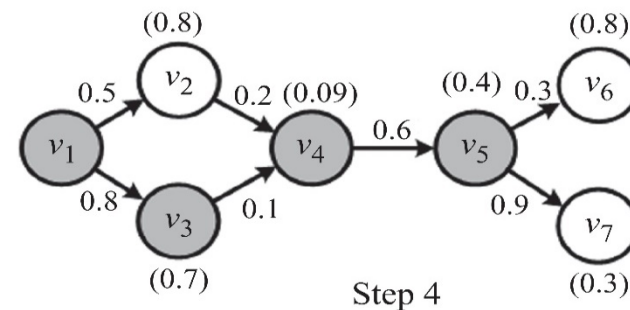
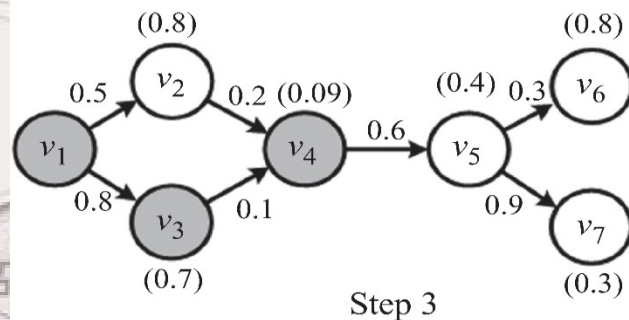
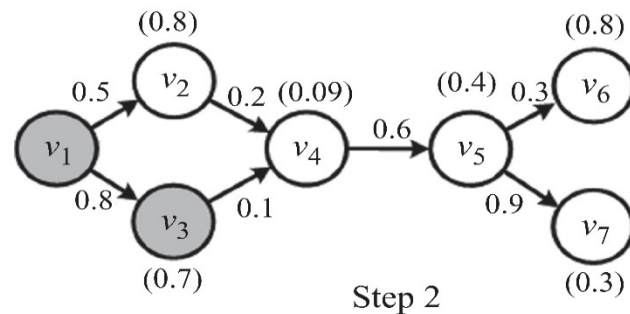
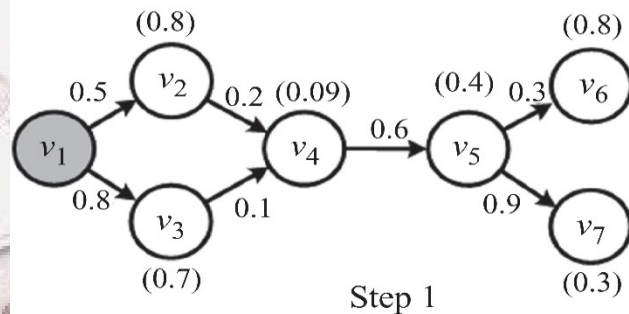
# Влияние на сообщества и хабы

- ▶ Людей в сообществе переубедить сложнее (клановость)
- ▶ Блокировка распространения каскада между сообществами
  - ▶ Максимальное значение доли связей агента вне сообщества
  - ▶ Если оно меньше порога, каскад не пройдёт
- ▶ Хабы
  - ▶ Вершины с большой степенью
  - ▶ Переключаются только если большое количество их связей уже переключено
  - ▶ Однако при их переключении их влияние идёт на большое количество агентов (сумма влияния на каждого высока)
- ▶ Сложно переключать сообщества и хабы, но их переключение влияет на скорость распространения
- ▶ Порог распространения каскада по всей сети  $p > \max \frac{b}{a+b}$

# Модель независимых информационных каскадов

- ▶ Информационный каскад – распространение информации через знакомых
  - ▶ В социальных медиа – перепечатывают контент, размещенный соседями
- ▶ Информационный каскад определяется как порция информации или решение, взаимораспространяемое среди множества лиц
  - ▶ индивиды связаны посредством сети
  - ▶ индивиды видят только решения своих непосредственных соседей
  - ▶ Есть только один шанс активировать соседа (дерево)
- ▶ Ориентированная сеть
  - ▶ Вершины – агенты, рёбра – каналы связи между ними
  - ▶ Агент может влиять только на связанную вершину
  - ▶ Решения – бинарные, узлы могут быть активными или неактивными
  - ▶ Узел, после активации, может активировать соседние узлы
  - ▶ Активация прогрессирует из неактивного состояния в активное
  - ▶  $P_{vw}$  - вероятность активации

# Информационные каскады



# Общая модель информационных каскадов

- ▶ Причина определённых действий других агентов может быть неизвестна, но агент принимает рациональное решение следовать или не следовать другим агентам
  - ▶ Обучение через наблюдение – имитация действий других агентов
  - ▶ Примеры: мода, паника
- ▶ Агенты последовательно принимают решения: принять или отвергнуть действие
- ▶ Вероятность того, что принятие выгодно –  $p$
- ▶ Ожидание выгоды  $ap + b(1-p)$ ,  $a$  – выгода правильного решения,  $b$  – потеря от неправильного решения
- ▶ Подсказка к действию:  $c$  – «Принять – это хорошее решение» с вероятностью (достоверностью)  $q$ ,  $d$  – подсказка «Принять – это плохое решение»
  - ▶  $p(c|a) = q, p(d|b) = q, p(c|b) = 1 - q, p(d|a) = 1 - q$
- ▶ Модель байесовского обучения
  - ▶ Есть изначальные а priori вероятности гипотез  $p(h_1), p(h_2)$
  - ▶ Проводится эксперимент с получением подтверждения  $p(e)$
  - ▶ Переоценка вероятностей
    - ▶  $p(h_1|e) = \frac{p(e|h_1)p(h_1)}{p(e)}, p(h_2|e) = \frac{p(e|h_2)p(h_2)}{p(e)}, p(e) = p(e|h_1)p(h_1) + p(e|h_2)p(h_2)$
- ▶ При получении подсказки предыдущего агента, что принятие является хорошим решением вероятность того, что принятие выгодно, повышается
  - ▶  $p(a|c) = \frac{p(c|a)p(a)}{p(c)} = \frac{pq}{pq + (1-p)(1-q)}$
- ▶ При множестве подтверждений:  $m$  подтверждений  $c$  и  $n$  подтверждений  $d$ 
  - ▶  $p(a|c^m, d^n) = \frac{pq^m(1-q)^n}{pq^m(1-q)^n + (1-p)(1-q)^m q^n}$



# Общественное благо

- ▶ **Общественное благо**
  - ▶ Потребителем может быть и тот, кто не платил за него
  - ▶ Отсутствие конкуренции – потребление другими не ограничивает потребление агентом
- ▶ **Коллективное действие**
  - ▶ Участие или неучастие агента
- ▶ **Социальные связи**
  - ▶ Поощрение к действию
  - ▶ Информирование
  - ▶ Доступность блага
- ▶ **Модель общественного блага**
  - ▶  $n$  агентов,  $r_i$  – связи агентов,  $e_i$  – выбранный размер усилий в общественное благо, которым могут пользоваться все его соседи
- ▶ **Выигрыш зависит от**
  - ▶ Собственных усилий и усилий соседей ( $f(e)$ )
  - ▶  $U_i(e, r_i) = f(\sum e) - ce_i$ ,  $c$  – затраты на единицу усилия
- ▶ **Влияние новых связей**
  - ▶ Увеличивает доступ к благу
  - ▶ Уменьшает стимул



# Модель социального контроля

- ▶ Поведенческое подтверждение – следование социальным ожиданиям
- ▶ Коллективное решение – некооперативная игра общественного блага, обусловленная структурно
  - ▶  $n$  агентов,  $r_i$  – связи агентов,  $r_{ic}$  – присоединившиеся к действию,  $r_{id}$  - пассивные
  - ▶ Участие или неучастие в коллективном действии  $\sigma_i$
- ▶ Влияние
  - ▶ Социальные стимулы  $a$
  - ▶ Социальные стимулы от каждого соседа  $s$
  - ▶ Аддитивные поведенческие стимулы от соседей  $b_1$
  - ▶ Пропорциональные поведенческие стимулы от соседей  $b_2$
  - ▶ Общие затраты  $c$
- ▶ Критерий выгоды участия и неучастия
  - ▶ 
$$p_i(\sigma_i = 1) = r_i s + r_{ic} b_1 + \frac{r_{ic}}{r_i} b_2 + a(\sum_{j \neq i} \sigma_j + 1)$$
  - ▶ 
$$p_i(\sigma_i = 0) = c + r_{id} b_1 + \frac{r_{id}}{r_i} b_2 + a \sum_{j \neq i} \sigma_j$$
  - ▶ 
$$r_i s + (r_{ic} - r_{id}) \left( b_1 + \frac{b_2}{r_i} \right) + a \geq c$$
- ▶ Участие всех агентов равномерно при
  - ▶ 
$$\min_i \{r_i\} \geq \frac{c - a - b_2}{b_1 + b_2}$$
- ▶ Взаимное участие выгодно. Равновесие, если не существует агента, для которого изменение связей было бы выгодно.

# Модель информационного влияния

- ▶ Влияние  $\supset$  управление  $\supset$  противоборство
  - ▶ Информационное влияние – зависимость поведения от информированности
  - ▶ Информационное управление – исследование необходимого влияния для формирования требуемого поведения
  - ▶ Информационное противодействие – взаимодействие субъектов, воздействующих на управляемый субъект с собственными целями
- ▶ Структуры в модели влияния
  - ▶ Сообщество – множество агентов, не подвергающихся влиянию вне него
  - ▶ Группа – множество, в котором каждый влияет на каждого
- ▶ Система стремится к тому, что в группах мнения сходятся, а на агентов, не влияющих ни на кого (спутников), влияет мнение одной из групп
  - ▶ Матрица влияния ( $n \times n$ ):  $t_{ij}$  – степень доверия,  $\sum t_{ij} = 1$
  - ▶ Репутация агентов – от неё зависит доверие
  - ▶ Мнения агентов  $b_i$
  - ▶ В момент времени  $k$  мнение  $b_i^{(k)} = \sum t_{ij} b_j^{(k-1)}$
  - ▶  $b^{(k)} = t^k b$  относительно начального состояния  $b$
  - ▶  $B = T b, T = \lim_{n \rightarrow \infty} t^n$

# Модель информационного управления

- ▶  $V = Tb$  – связь начальных и итоговых мнений
- ▶ Вектор управлений  $u$ :  $V_u = T(b + u)$
- ▶ Эффективность управления
  - ▶  $F(Bu, u) = H(Bu) - c(u)$ ,  $H$  – доход от итогового мнения,  $c$  – затраты на управление
  - ▶  $F$  необходимо максимизировать для формирования  $u$
- ▶ Влиять на вершины (спутники) с 0 в строке матрицы влияния  $t$  нет смысла

# Модель информационного противоборства

- ▶ Рассматривается множество агентов  $M$  или групп агентов
- ▶ Аддитивное воздействие на мнение
  - ▶ Воздействия по изменению мнения  $U$
  - ▶ Итоговые мнения  $\mathbf{B}(\mathbf{u}) = T(\mathbf{b} + \mathbf{u})$
  - ▶ Целевая функция игрока  $g: G_j(\mathbf{u}) = g_j(B_1(\mathbf{u}), B_2(\mathbf{u}), \dots, B_n(\mathbf{u}))$
  - ▶ Исследуется равновесие игровой системы, возможные кооперации

# Социальный капитал

---

- ▶ Н. Лин
- ▶ Источники
  - ▶ Коллективные блага (общий социальный контекст)
    - ▶ Доверие и разделяемые нормы взаимодействия
  - ▶ Структурные способности сетей (плотность, топология и др)
    - ▶ Различия в позициях участников (образование, должность, место)
- ▶ Следствия
  - ▶ Инструментальные действия, направленные на сохранение индивидуальных ресурсов (власти, богатства, статуса)
  - ▶ Экспрессивные действия, направленные на сохранение индивидуальных ресурсов и поддержание общности
- ▶ Проявления
  - ▶ Доступ к ресурсам (зависит от положения в сети)
  - ▶ Мобилизация ресурсов (зависит от наличия ресурсов у соседей, их готовности делиться ресурсами, готовность агента обращаться за помощью)
- ▶ Агенты
  - ▶ Одни агенты полагаются на себя, другие используют ресурсы сети
  - ▶ Заведомо неравный доступ к ресурсам
  - ▶ Установление ассортативных связей

