

# Причинно-следственный анализ в социальных науках

А.Р.Бессуднов  
(bessudnov@gmail.com)

НИУ ВШЭ, факультет социологии

8 июня 2012

# Корреляция и причинно-следственная связь

- До сих пор мы изучали методы идентификации статистической связи между двумя или несколькими переменными, измеренными по разным шкалам
- Статистическая связь не обязательно предполагает, что одна переменная влияет на другую. Это влияние может наличествовать, а может и нет
- Корреляция не означает каузацию (correlation is not causation)

# Почему корреляция не обязательно предполагает причинно-следственную связь?

- Обратное влияние (эндогенность, reverse causation): в регрессии наличие статистически значимой связи может объясняться влиянием зависимой переменной на независимую, а не наоборот. Пример: здоровье населения и социальный капитал
- Пропущенные переменные (ненаблюдаемая гетерогенность, omitted variable bias, unobserved heterogeneity, confounding factors). Если есть ненаблюдаемая переменная, которая одновременно влияет на зависимую и независимую переменные в регрессии, оценка эффекта будет смещенной. Пример: рост учеников и оценки по стандартизированным тестам по математике
- В большинстве регрессионных моделей нельзя исключать наличие ненаблюдаемых переменных, влияющих одновременно и на зависимую, и на независимую переменные. Поэтому в простых моделях мы почти никогда не можем быть до конца уверены в наличии причинно-следственной связи

# Контрфактуальная модель причинно-следственной связи

## Рубина

- Допустим, что нас интересует эффект одного явления на другое. Влияет ли получение высшего образование на доход? Вызывает ли курение рак? etc.
- Назовем независимую переменную воздействием (treatment) и обозначим как  $D$ . Например,  $D = 1$ , если человек курит,  $D = 0$ , если не курит
- Пусть  $Y$  – зависимая переменная (например, вероятность рака)
- Тогда  $Y_{D=1}$  – вероятность рака, если человек курит,  $Y_{D=0}$  – вероятность рака, если человек не курит
- Тогда эффект воздействия для индивида  $i$ :  $\Delta_i = Y_{D=1} - Y_{D=0}$

# Фундаментальная проблема причинно-следственной связи

- Мы не можем наблюдать одного и того же индивида (или другой объект наблюдения) в двух состояниях одновременно, при  $D = 1$  и  $D = 0$
- Статистическое решение: мы можем сравнивать группы, а не индивидов. Одна группа, на которую оказано воздействие ( $D = 1$ ), другая группа – контрольная ( $D = 0$ )
- Однако это сравнение даст нам несмещенную оценку эффекта воздействия только в том случае, если две группы идентичны во всех других отношениях, кроме  $D$

# Рандомизация и эксперимент

- Мы можем добиться этого с помощью рандомизации, т.е. если отбор в экспериментальную и контрольную группы осуществляется случайным образом
- Тогда эффект воздействия идентифицируется просто как разница в зависимой переменной в двух группах
- Эксперимент является “золотым стандартом” идентификации причинно-следственных связей
- В социальных науках эксперименты редки, но возможны
- Разница между лабораторными и полевыми экспериментами
- Пример 1: исследование этнической дискриминации на рынке труда (Bertrand, Mullainathan 2004)

# Естественный эксперимент (1)

- Иногда эксперименты ставит природа, а мы можем ими воспользоваться
- Пример 2: исследование эффекта пожаров в центральной России на поддержку правительства (Лазарев, Соболев, Соболева, Соколов 2012)
- Пример 3: исследование этнической дискриминации в Швейцарии на основе данных референдумов о натурализации мигрантов (Hainmuller, Hangartner 2012)
- Пример 4: влияние НТВ на партийные предпочтения избирателей (Журавская, Петрова, Ениколопов 2010)
- Во многих исследованиях причинно-следственная связь идентифицируется с помощью простой регрессии: важны не техники, а исследовательский дизайн

## Естественный эксперимент (2)

- Иногда естественный эксперимент требует применения более сложных статистических методов
- Одним из наиболее часто применимых методов является регрессия с инструментальными переменными
- Она применяется в тех случаях, когда изучается не непосредственно эффект случайного “природного” воздействия, а эффект переменной, на которую было оказано случайное “природное” воздействие
- Иными словами,  $Z \rightarrow X \rightarrow Y$  вместо  $X \rightarrow Y$
- IV эффект =  $\frac{Z \rightarrow Y}{Z \rightarrow X}$
- Пример 5: влияние службы во Вьетнаме на последующую заработную плату (Angrist 1990). Лотерея, которая проводилась для определения мужчин, пригодных для службы во Вьетнаме, используется как инструмент для действительной службы; с помощью этого инструмента идентифицируется эффект службы во Вьетнаме на заработную плату

## Контроль наблюдаемых факторов: регрессия

- В большинстве случаев у нас нет ситуации естественного эксперимента, в которой имелись бы либо случайная вариация эффекта воздействия, либо инструмент, влияющий на воздействие
- Однако в некоторых случаях мы можем проконтролировать факторы, влияющие на отбор в группу воздействия
- Эта стратегия применима только в тех случаях, когда мы можем быть уверены в том, что нет ненаблюдаемых факторов, которые могут влиять на интересующую нас переменную (воздействие, treatment)
- Технически это может делаться с помощью регрессии, однако даже в случае отсутствия ненаблюдаемых факторов регрессия как метод идентификации причинно-следственных связей обладает рядом недостатков: 1) делает допущения о функциональной форме зависимости, 2) не полностью учитывает взаимодействие между переменными

## Контроль наблюдаемых факторов: propensity score matching

- Более статистически корректным методом является мэтчинг (matching), наиболее распространенной формой которого является propensity score matching
- Две стадии мэтчинга: 1) на первой стадии с помощью обычной логистической или пробит-регрессии оценивается вероятность попадания в экспериментальную группу (группу воздействия) в зависимости от наблюдаемых факторов, 2) на второй стадии сравниваются значения зависимой переменной в “экспериментальной” и “контрольной” группах с примерно одинаковым значением вероятности попадания в экспериментальную группу. Эти оценки затем усредняются
- Пример 6: наше совместное с Игорем Гварданчиком исследование эффективности постдокторской программы Европейского университета во Флоренции

## Лонгитюдный дизайн: differences-in-differences и регрессии с фиксированными эффектами

- В идентификации причинно-следственных связей может помочь лонгитюдный дизайн исследований, в котором одна и та же информация об одних и тех же объектах исследования собирается два или более раз в разные периоды времени
- Например, в регионах России существует положительная корреляция между коэффициентом абортот и долей пар, живущих в гражданском браке. Возможно, однако, что причинно-следственной связи здесь нет и обе переменные зависят от каких-то ненаблюдаемых характеристик региона
- Мы можем посмотреть на эти данные в динамике. Если увеличение доли пар, живущих в гражданском браке, сопровождается ростом числа абортов, то на эту связь не могут влиять характеристики регионов, не меняющиеся во времени (“фиксированные эффекты”)

## Фиксированные эффекты (2)

- Однако это не решает проблему потенциальных ненаблюдаемых факторов, меняющихся во времени
- Кроме того, в рамках регрессии с фиксированными эффектами мы не можем оценить эффект в случае, если интересующая нас переменная не меняется со временем
- Differences-in-differences оценка (“разница в разнице”): если замеров в разные периоды времени два
- “Фиксированные эффекты”: если замеров в разные периоды времени больше двух
- Пример 7: изучение влияния гендерной сегрегации на рынке труда на заработную плату (England et al. 1988)
- Пример 8: изучение эффекта изменения минимальной зарплаты на уровень занятости на примере Нью-Джерси и Пенсильвании (Card, Krueger 1994)

# Причинно-следственный анализ в социологии

- Полевые эксперименты редки (в основном применяются в исследованиях дискриминации), лабораторные ограничены определенными темами
- Многие социологически интересные понятия (такие как социальный класс, этничность и пр.) тяжело изучать с помощью естественных экспериментов и регрессии с инструментальными переменными
- Мэтчинг и фиксированные эффекты в последние годы применяются чаще
- Внимание к каузальным механизмам, а не просто к оценке причинно-следственных эффектов

# Заключение

- Важность исследовательского вопроса и исследовательского дизайна
- Оценка причинно-следственных эффектов в большинстве случаев требует специальных более сложных техник
- В настоящее время это одна из передовых и наиболее интересных областей в социальных науках в целом и в социологии в частности