

Программа Учебной Дисциплины “Каузальный Анализ”

Утверждена Академическим Советом ООП
Протокол № от «....».....2019

Автор: Седашов Евгений Александрович PhD, esedashov@hse.ru

Число кредитов: 4

Контактная работа (час.): 48

Самостоятельная работа (час.): 104

Курс: 1

Формат изучения дисциплины: Без использования онлайн курса.

1 ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целью данного курса является обучение студентов методам каузального анализа и особенностям их применения в современных политических исследованиях.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать:
 - Теорию рандомизированных экспериментов и Каузальную модель Рубина (Rubin Causal Model).
 - Методы анализа рандомизированных экспериментов, в частности подход Фишера и подход Неймана.
 - Методы каузального анализа неэкспериментальных данных, в частности метод инструментальных переменных, метод регрессионного разрыва (regression discontinuity design), метод difference-in-difference и matching.
- Уметь:

- Разрабатывать программу рандомизированного эксперимента.
- Анализировать результаты эксперимента с помощью языков программирования Python или R (на выбор студента).
- Различать структуры данных, для которых применимы квазиэкспериментальные подходы.
- Программировать модели, изучаемые в рамках курса, и оценивать их качество с помощью средств языка Python (или R).

В качестве пререквизитов студент должны обладать следующими знаниями:

- Методология политических исследований.
- Английский язык на уровне, достаточном для чтения профессиональной академической литературы.
- Основы теории вероятностей и математической статистики.
- Основы линейной алгебры.
- Основы программирования в языке Python или R.

2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение.

Введение в предмет. Обзор тем курса. Обзор базовых концептов теории вероятностей. Вероятностные пространства, закон полной вероятности, случайные величины, математическое ожидание, дисперсия, ковариация. Закон повторяющегося математического ожидания и закон полной дисперсии. Свойства статистических оценок. Язык Python и научные библиотеки `numpy` и `pandas`.

Тема 2. Основы каузального анализа.

Постановка проблемы каузального анализа. Предпосылки каузального анализа. Потенциальные исходы (potential outcomes). Механизмы выбора экспериментальных групп (assignment mechanisms). Предпосылка устойчивости (SUTVA). Введение в рандомизацию.

Тема 3. Рандомизированные эксперименты и их типология.

Рандомизированные эксперименты в деталях. Классификации рандомизированных экспериментов. Примеры рандомизированных экспериментов из политической науки и экономики. Этика рандомизированных экспериментов.

Тема 4. Подход Фишера к оценке результатов эксперимента.

Метод точных р-оценок Фишера. Строгая нулевая гипотеза Фишера. Рандомизационное распределение (randomization distribution). Тестовые статистики. Устойчивость альтернативных статистик.

Тема 5. Подход Неймана к оценке результатов эксперимента.

Средний эффект вмешательства (treatment) Неймана. Оценка Неймана в конечной популяции. Свойства оценки Неймана. Оценка Неймана в перспективе случайной выборки из генеральной совокупности.

Тема 6. Регрессионные модели оценки экспериментов.

Регрессия в разрезе экспериментальных данных. Роль контрольных переменных в оценке эксперимента. Линейная регрессия с контрольными переменными и взаимодействиями (interactions) как метод анализа экспериментов.

Тема 7. Стохастические потенциальные исходы.

Стохастические vs. фиксированные потенциальные исходы. Анализ экспериментов со стохастическими потенциальными исходами.

Тема 8. Стратифицированные рандомизированные эксперименты.

Разработка стратифицированных рандомизированных экспериментов. Эксперименты с минимально возможным размером страты ($=2$) (pairwise randomized experiments). Оценка и анализ с применением методов, изученных в рамках предыдущих тем курса.

Тема 9. Матчинг-оценки и оценки близости (propensity score).

Каузальный анализ неэкспериментальных данных. Матчинг-оценки (matching estimators) и их свойства. Оценки близости (propensity scores).

Тема 10. Метод difference-in-difference.

Метод difference-in-difference и его особенности. Требования к данным. Применение difference-in-difference в политических и экономических исследованиях.

Тема 11. Метод инструментальных переменных.

Метод инструментальных переменных и его применение в современных исследованиях. Критерии хороших инструментов. Двухступенчатый МНК (two-stage least squares).

Тема 12. Метод регрессионного разрыва.

Метод регрессионного разрыва и его свойства. Требования к данным. Строгий и нестрогий подходы. Выбор критерия отсечения (bandwidth selection). Непараметрический vs. полупараметрический подходы.

Тема 13. Методы каузального анализа в опросах.

Метод для опросов, затрагивающих чувствительные темы. Рандомизация ответов. List experiments. Endorsement experiments.

3 ОЦЕНИВАНИЕ

Оценка за курс выставляется по следующей формуле:

$$O_{course} = 0.5 * O_h + 0.2 * O_{me} + 0.2 * O_p + 0.1 * O_{fp}$$

где O_h – оценка за домашние задания, O_{me} – оценка за экзамен в осенней сессии, O_p – оценка за финальный проект, O_{fp} – оценка за презентацию финального проекта. Все оценки выставляются по 10-балльной системе. Округление финальной оценки – в пользу студента, то есть в случае оценки $x.5$ она будет округлена до $x+1$.

4 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Оценка домашних работ.

Домашние работы состоят из аналитических заданий, заданий по программированию и заданий в форме коротких ответов-эссе. Каждое задание в рамках одной домашней работы имеет определённый вес, сумма весов равна 10.

4.2 Оценка экзамена в осенней сессии.

Экзамен в осенней сессии состоит из аналитических заданий и заданий в форме коротких ответов-эссе. Экзамен предполагает формат open-book, т.е. студенты могут свободно пользоваться источниками в процессе экзамена. Каждое задание имеет свой вес, сумма всех весов равна 10. Примеры возможных вопросов из экзамена приводятся ниже.

Пример 1. Дана случайная величина X с математическим ожиданием μ . У вас есть случайная выборка из N значений этой величины. Докажите, что среднее значение случайной величины в вашей выборке – это несмещённая оценка (unbiased estimator) математического ожидания μ . Является ли среднее значение также состоятельной оценкой? Объясните ваш ответ.

Пример 2. Дана популяция из 4 человек, у всех замечены схожие симптомы простуды. Исследователь случайным образом назначает новый противовирусный препарат двум испытуемым. В результате первый и третий испытуемый получили препарат, а второй и четвертый – плацебо. Через несколько часов исследователь замерил температуру тела испытуемых и получил следующие результаты: 1 – 36.8, 2 – 37.5, 3 – 37.6, 4 – 38.1. Ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы:

- Постройте таблицу рандомизационного распределения и вычислите точную p -оценку Фишера для статистики разницы в средних.
- Вычислите оценку Неймана и её доверительный интервал.
- Какие выводы вы можете сделать об эффективности препарата на основе этих вычислений?

4.3 Оценка за финальный проект

Финальный проект будет оцениваться по следующим критериям:

- Знание методов и исследовательских практик, изученных в рамках курса – 3
- Навыки применения полученных методологических знаний на практике, в том числе с использованием средств языка Python или R – 3
- Творческий подход к заданию – 3
- Грамотность и стиль текста – 1

4.4 Оценка за презентацию финального проекта

Презентация финального проекта будет оцениваться по следующим критериям:

- Качество слайдов, их наполнение и устное сопровождение – 7.
- Участие в дискуссии и ответы на вопросы – 3

5 Ресурсы

5.1 Книги

Imbens, Guido W., and Donald B. Rubin. 2015. *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences. An Introduction*. Cambridge University Press. [henceforth IR]

Morgan, Stephen L., and Christopher Winship. 2007. *Counterfactuals and Causal Inference: Methods and Principles for Social Research*. Cambridge University Press. [henceforth MW]

Casella, George, and Roger L. Berger. 2002. *Statistical Inference*. Duxbury. [henceforth CB]

Rosenbaum, Paul R. 2010. *Design of Observational Studies*. Springer. [henceforth Rosenbaum]

Rubin, Donald B. 2006. *Matching Sampling for Causal Effects*. Cambridge University Press. [henceforth Rubin]

Greene, William H. 2012. *Econometric Analysis*. Pearson. [henceforth Greene]

5.2 Разбивка литературы по темам и датам

September, 11 – Week 1

Introduction. Course overview. Review of probability theory and statistics. Probability spaces, the law of total probability, random variables, expectation, variance, and covariance. The law of iterated expectations and the law of total variance. Estimators and their properties. Python, numpy and pandas libraries.

Recommended Readings:

- CB, Chapters 1 - 5.
- Any tutorials for numpy and pandas.

September, 18 – Week 2

Statement of the problem that causal analysis seeks to solve. Assumptions of causal analysis. Potential outcomes. Assignment mechanisms. Stability assumption (SUTVA). Introduction to randomization.

Required Readings:

- IR, Chapters 1, 3.
- Holland, Paul W. 1986. “Statistics and Causal Inference”. *Journal of the American Statistical Association* 81 (396): 945-960.
- King, Gary, Robert O. Keohane, and Sidney Verba. 1994. *Designing Social Inquiry: Scientific Inference in Qualitative Research*. Princeton University Press. Chapter 3.

Recommended Readings:

- IR, Chapter 2.
- MW, Chapters 1, 2.

September, 25 – Week 3

Randomized experiments in detail. Classification of randomized experiments. Examples of randomized experiments from political science and economics. Ethics of randomized experiments.

Required Readings:

- IR, Chapter 4.
- Bertrand, Marianne, and Sendhil Mullainathan. 2004. "Are Emily and Greg More Employable than Lakisha and Jamal? A Field Experiment on Labor Market Discrimination". *The American Economic Review* 94 (4): 991 - 1013.
- Chattopadhyay, Raghavendra, and Esther Duflo. 2004. "Women as Policy Makers: Evidence from a Randomized Policy Experiment in India". *Econometrica* 72 (5): 1409 - 1443.
- Enikolopov, Ruben, Vasily Korovkin, Maria Petrova, Konstantin Sonin, and Alexei Zakharov. 2013. "Field Experiment Estimate of Electoral Fraud in Russian Parliamentary Elections". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (2): 448-452.
- Frye, Timothy. 2019. "Economic Sanctions and Public Opinion: Survey Experiments From Russia". *Comparative Political Studies* 52 (7): 967-994.

Recommended Readings:

- Beath, Andrew, Fotini Christia, Georgy Egorov, and Ruben Enikolopov. 2016. "Electoral Rules and Political Selection: Theory and Evidence from a Field Experiment in Afghanistan". *The Review of Economic Studies* 83 (3): 932-968.
- Broockman, David E., and Donald P. Green. 2014. "Do Online Advertisements Increase Political Candidates' Name Recognition or Favorability? Evidence from Randomized Field Experiments". *Political Behavior* 36 (2): 263-289.
- Duflo, Esther, Abhijit Banerjee, Rachel Glennerster, and Michael Kremer. 2006. "Using Randomization in Development Economics: A Toolkit". *Handbook of Development Economics*.
- Gerber, Alan S., Donald P. Green, and Christopher W. Larimer. 2008. "Social Pressure and Voter Turnout: Evidence from a Large-Scale Field Experiment". *American Political Science Review* 102 (1): 33-48.
- Nickerson, David W. 2008. "Is Voting Contagious? Evidence from Two Field Experiments". *American Political Science Review* 102 (1): 49 - 57.
- Collier, Paul, and Pedro C. Vicente. 2013. "Votes and Violence: Evidence from a Field Experiment in Nigeria". *Economic Journal* 124 (574): F327 - F355.

- Wantchekon, Leonard. 2003. “Clientelism and Voting Behavior: Evidence from a Field Experiment in Benin”. *World Politics* 55 (3): 399-422.
- Frye, Timothy, Ora John Reuter, and David Szakonyi. “Vote Brokers, Clientelist Appeals, and Voter Turnout: Evidence from Russia and Venezuela”. Forthcoming in *World Politics*.

October, 2 – Week 4

Fisher’s exact p-values approach. Fisher’s sharp null hypothesis. Randomization distribution. Test statistic. Robustness of alternative test statistics.

Required Readings:

- IR, Chapter 5.

Recommended Readings:

- Rosenbaum, Chapter 2.

October, 9 – Week 5

Neyman’s average treatment effect. Finite population perspective. Properties of Neyman’s estimator. Random sampling from a super-population perspective.

Required Readings:

- IR, Chapter 6.
- Duflo, Esther, Rema Hanna, and Stephen P. Ryan. 2012. “Incentives Work: Getting Teachers to Come to School”. *American Economic Review* 102 (4): 1241-1278.

October, 16 – Week 6

Why use regression in experimental studies? The role of covariates in the evaluation of experiment. Linear regression with covariates and interactions in experimental setting.

Required Readings:

- IR, Chapter 7.
- Olken, Benjamin. 2007. “Monitoring Corruption: Evidence of a Field Experiment in Indonesia”. *Journal of Political Economy* 115 (2): 200-249.

October, 30 – Week 8

Stochastic potential outcomes. Inference in the presence of stochastic potential outcomes.

Required Readings:

- IR, Chapter 8.
- Dehejia, Rajeev H., and Sadek Wahba. 1999. “Causal Effects in Nonexperimental Studies: Reevaluating the Evaluation of Training Programs”. *Journal of the American Statistical Association* Vol 94 (448): 1053-1062.

November, 6 – Week 9

Design of stratified randomized experiments. Pairwise randomized experiments. Evaluation through Fisher’s, Neyman’s, Regression, and Model-based frameworks.

Required Readings:

- IR, Chapters 9, 10.
- King, Gary et. al. 2007. “A “Political Robust” Experimental Design for Public Policy Evaluation, with Application to the Mexican Universal Health Insurance Program”. *Journal of Policy Analysis and Management* 26 (3): 479-506.
- Mosteller, F. 1995. “The Tennessee Study of Class Size in the Early School Grades”. *The Future of Children: Critical Issues for Children and Youths* V: 113-127.

November, 13 – Week 10

Causal inference in observational studies. Matching estimators and their properties. Propensity scores.

Required Readings:

- Stuart, Elizabeth A. 2010. “Matching Methods for Causal Inference: A Review and a Look Forward”. *Statistical Science* 25 (1): 1 - 21.
- MW, Chapters 4, 5.
- Lyall, Jason. 2010. “Are Co-Ethnics More Effective Counter-Insurgents? Evidence from the Second Chechen War”. *American Political Science Review* 104 (1): 1-20.

- Blattman, Christopher, and Jeannie Annan. 2010. “The Consequences of Child Soldiering”. *The Review of Economics and Statistics* 92 (4): 882 - 898.

Recommended Readings:

- Rubin, Donald. 2001. “Using Propensity Scores to Help Design Observational Studies: Application to the Tobacco Litigation”. *Health Services and Outcomes Research Methodology* 2 (3-4): 169-188.
- Rubin, Chapters 3-5, 10, 11, 14.
- Sekhon, Jasjeet S. 2009. “Opiates for the Matches: Matching Methods for Causal Inference”. *Annual Review of Political Science* 12: 487-508.
- King, Gary, and Richard Nielsen. 2019. “Why Propensity Scores Should Not Be Used for Matching”. *Political Analysis*. Online First.
- Abadie, Alberto, and Guido W. Imbens. 2006. “Large Sample Properties of Matching Estimators for Average Treatment Effects”. *Econometrica* 74 (1): 235-267.
- Stuart, Elizabeth A., and Donald Rubin. 2007. “Best Practices in Quasi-Experimental Designs: Matching Methods for Causal Inference.” In *Best Practices in Quantitative Methods*, edited by Jason Osborne: 155–176. New York: Sage.
- Kam, Cindy D., and Carl L. Palmer. 2008. “Reconsidering the Effects of Education on Political Participation”. *Journal of Politics* 70 (3): 612-631.
- Imbens, Guido W. 2004. “Nonparametric Estimation of Average Treatment Effects under Exogeneity: A Review”. *Review of Economics and Statistics* 86 (1): 4-29.
- Gilligan, Michael J., and Ernest J. Sergenti. 2008. “Do UN Interventions Cause Peace? Using Matching to Improve Causal Inference”. *Quarterly Journal of Political Science* 3 (2): 89-122.

November, 20 – Week 11

Difference-in-differences estimator. Requirements for the data. Applications of difference-in-difference design.

Required Readings:

- Angrist, Joshua D., and Jorn-Steffen Pischke. 2008. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press. Section 5.2.
- Card, David, and Alan B. Krueger. 1994. "Minimum Wages and Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania". *American Economic Review* 84 (4): 772-793.
- Weintraub, Michael. 2016. "Do All Good Things Go Together? Development Assistance and Insurgent Violence in Civil War". *Journal of Politics* 78 (4): 989-1002.

Recommended Readings:

- Abadie, Alberto. 2005. "Semiparametric Difference-in-Difference Estimators". *Review of Economic Studies* 72 (1): 1-19.
- Athey, Susan, and Guido W. Imbens. 2006. "Identification and Inference in Nonlinear Difference-in-Difference Models". *Econometrica* 74 (2): 431-491.
- Blundell, Richard, Amanda Gosling, Hidehiko Ichimura, and Costas Meghir. 2007. "Changes in the Distribution of Male and Female Wages Accounting for Employment Composition Using Bounds". *Econometrica* 75 (2): 323-363.
- Bertrand, Marianne, Esther Duflo, and Sendhil Mullainathan. 2004. "How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates?" *Quarterly Journal of Economics* 119(1): 249-75.

November, 27 – Week 12

Instrumental variables estimation. Criteria for a good instrument. Two-stage least squares.

Required Readings:

- MW, Chapter 9.
- Angrist, Joshua D., Guido W. Imbens, and Donald B. Rubin. 1996. *Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables*. *Journal of the American Statistical Association* 91(434): 444-455.
- Acemoglu, Daron, Simon Johnson, and James A. Robinson. 2001. "The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation". *American Economic Review* 91(5): 1369-1401.

- Miguel, Edward, Shanker Satyanath, and Ernest Sergenti. 2004. “Economic Shocks and Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach”. *Journal of Political Economy* 112 (4): 725 - 753.

Recommended Readings:

- Angrist, Joshua D., and Alan B. Krueger. 2001. “Instrumental Variables and the Search for Identification: From Supply and Demand to Natural Experiments”. *Journal of Economic Perspectives* 15 (4): 69-85.
- Wright, Austin L., Luke N. Condra, Jacob N. Shapiro, and Andrew C. Shaver. 2017. “Civilian Abuse and Wartime Informing”. Working paper.
- Iyer, Lakshmi. 2010. “Direct versus Indirect Colonial Rule in India: Long-Term Consequences”. *Review of Economics and Statistics* 92 (4): 693-713.

December, 4 – Week 13

Regression discontinuity estimator. Finding appropriate data. Sharp and fuzzy designs. Bandwidth selection. Nonparametric vs. semiparametric approaches.

Required Readings:

- Imbens, Guido W., and Thomas Lemieux. 2008. “Regression Discontinuity Designs: A Guide to Practice”. *Journal of Econometrics* 142 (2): 615-35.
- MW, Section 11.2
- Angrist, Joshua D., and Jorn-Steffen Pischke. 2008. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist’s Companion*. Princeton University Press. Chapter 6.
- Dell, Melissa. 2010. “The Persistent Effects of Peru’s Mining Mita”. *Econometrica* 78 (6): 1863 - 1903.
- Ferwerda, Jeremy, and Nicholas L. Miller. 2014. “Political Devolution and Resistance to Foreign Rule: A Natural Experiment”. *American Political Science Review* 108 (3): 642-660.

Recommended Readings:

- Eggers, Andrew, Olle Folke, Anthony Fowler, Jens Hainmueller, Andrew Hall, and James Snyder. 2015. “On the Validity of the Regression Discontinuity Design for Estimating Electoral Effects: New Evidence from Over 40,000 Close Races”. *American Journal of Political Science* 59 (1): 259–274.
- Dell, Melissa. 2015. “Trafficking Networks and the Mexican Drug War”. *American Economic Review* 105 (6): 1738-1779.
- Van Der Klaauw, Wilbert. 2002. “Estimating the Effect of Financial Aid Offers on College Enrollment: A Regression–Discontinuity Approach”. *International Economic Review* 43(4): 1249–1287.
- Thistlewaite, Donald, and Donald Campbell. 1960. “Regression-Discontinuity Analysis: An Alternative to the Ex-Post Facto Experiment”. *Journal of Educational Psychology* 51: 309–317.

December, 11 – Week 14

Survey methods for sensitive topics. Response randomization techniques. List experiments. Endorsement experiments.

Required Readings:

- Blair, Graeme, Kosuke Imai, and Yang-Yang Zhou. 2015. “Design and Analysis of the Randomized Response Technique”. *Journal of the American Statistical Association* 110 (511): 1304-1319.
- Blair, Graeme, and Kosuke Imai. 2012. “Statistical Analysis of List Experiments”. *Political Analysis* 20(1): 47-77.
- Lyall, Jason, Graeme Blair, and Kosuke Imai. 2013. “Explaining Support for Combatants during Wartime: A Survey Experiment in Afghanistan”. *American Political Science Review* 107 (4): 679-705.
- Frye, Timothy, Scott Gehlbach, Kyle L. Marquardt, and Ora John Reuter. 2016. “Is Putin’s Popularity Real?” *Post-Soviet Affairs* 33 (1): 1-15.

5.3 Программное обеспечение

- Anaconda и Python 3.7 – открытая лицензия, находится в свободном доступе в сети Интернет.

- R и RStudio – открытая лицензия, находится в свободном доступе в сети Интернет.
- LaTeX – открытая лицензия, находится в свободном доступе в сети Интернет.

5.4 Интернет-ресурсы

JSTOR – из внутренней сети университета (договор)

5.5 Материально-Техническое обеспечение дисциплины

В ходе лекций и семинаров планируется использование презентаций. Для их демонстрации необходимы проектор, кабель HDMI или VGA-HDMI адаптер.

6 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями предусмотрены следующие варианты восприятия учебной информации:

- Для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.
- Для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.