

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОНОМЕТРИКИ В ПРИКЛАДНЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ¹

О.Т. Гаспарян

*Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»*

Аннотация: *Актуальность распространения и использования методов пространственной эконометрики в политической науке связана со спецификой сравнительных кросстрановых и межрегиональных исследований. В данной статье на примере субъектов РФ показано, что игнорирование взаимозависимостей между анализируемыми объектами (странами ли регионами) может приводить к ошибочным выводам относительно исходных гипотез.*

Ключевые слова: *пространственная эконометрика, пространственное моделирование, причинность, пространственные взаимозависимости, матрица пространственных весов.*

Введение

Современная политическая наука уделяет особое внимание межстрановым сравнительным исследованиям. Особенностью сравнительных исследований на больших выборках оказывается использование количественных статистических методов анализа данных. Одним из таких широко распространённых методов изучения взаимосвязи между различными политическими явлениями, объектами и, в частности институтами, является метод линейного регрессионного анализа. Как известно, в основе регрессионного анализа лежит ряд предположений и допущений, одним из которых выступает идея независимости изучаемых объектов [Rubin 1978]. Фактически данное предположение означает, что независимые переменные в одном из анализируемых объектов могут воздействовать на зависимую переменную исключительно в том же самом объекте, никаким образом не влияя на зависимую переменную в других объектах. Например, если мы проверяем гипотезу о возможном влиянии политического режима на уровень экономического развития [Lipset, 1959; Przeworski, Limongi 1993;

¹ Статья подготовлена в рамках проекта ТЗ-45 «Общественные ожидания, публично-политические приоритеты и бюджетное перераспределение ресурсов: модели взаимосвязи в демократических и гибридных режимах» Центра фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Автор выражает благодарность Ахременко А.С., Ильину М.В., Камаловой Р.У., Стукалу Д.К.

Przeworski 2004], то допускаем, что политический режим в стране i будет воздействовать исключительно на экономическое развитие в той же самой стране i и не будет иметь никакого эффекта на экономическое развитие в странах j ($j \neq i$). Фактически это означает, что исследуемые объекты (то есть отдельные государства в нашей выборке) являются независимыми по всем изучаемым переменным.

В подобных условиях неизбежно возникает вопрос, как в таком случае можно интерпретировать «оранжевые революции» в Грузии, Туркмении и Украине или «африканские волнения» в странах Северной Африки. Анализируя некоторые довольно похожие случаи, объединённые в единую группу по территориальной, культурной или религиозной принадлежности, мы допускаем взаимозависимость между изучаемыми объектами. Можно предположить, что анализируемые процессы обусловлены не только набором факторов внутри отдельно взятого объекта, но и своеобразными внешними факторами, то есть процессами, протекающими в смежных объектах (соседних странах, например). Иными словами, мы говорим о тех случаях, когда допущение о независимости изучаемых объектов будет нарушаться. Описанием и дальнейшим изучением подобной взаимосвязи и занимается пространственная эконометрика — относительно новое направление в эконометрике и сфере анализа данных.

В основе данной группы методов лежит идея расчёта матрицы пространственных весов, описывающей на основе парных сравнений, в какой мере исследуемые случаи связаны друг с другом. Пространство в данном случае не ограничивается только географическим соседством отдельных стран [Beck, Gleditsch, Beardsley 2006]. Использование методов пространственной эконометрики оказывается весьма актуальным в рамках исследования политических процессов, которые могут быть обусловлены географической, политической или культурной близостью объектов, формирующих исследуемую группу случаев. При этом пространственная эконометрика не исчерпывается исключительно кроссстрановым срезом. Данные модели и методы позволяют анализировать взаимозависимости между наблюдаемыми объектами в динамике.

Предложенная статья состоит из четырёх разделов: введения, описания использования методов пространственной эконометрики в современных эмпирических исследованиях, разбора особенностей пространственного моделирования на примере регионов Российской Федерации и заключения.

Методы пространственной эконометрики в современных исследованиях

Впервые понятие «пространственная эконометрика» было использовано бельгийским экономистом Джоном Паэлинком в начале 1970-х годов. Тогда он использовал данный термин для описания методологии изучения взаимозависимостей при исследовании межрегиональных экономических процессов. Методы пространственной эконометрики восходят к одной из ключевых проблем сравнительных исследований — проблеме сэра Ф. Гальтона [Galton 1889], подразумевающей наличие внешних воздействий на анализируемые взаимосвязи в сравнительных кроссстрановых и кроссрегиональных исследованиях². Формальное определение и

²Проблема сэра Ф. Гальтона получила распространение, как проблема внешнего влияния на оцениваемые статистические показатели, в случае когда элементы внутри анализируемой выборки не являются независимыми. Проблема Ф. Гальтона была сформулирована как критика на работу сэра Э. Тейлора, утверждавшего влияние эволюции на генетические особенности человека и, как следствие, на культурные изменения в обществе. Ф. Гальтон отмечал, что сходства между различными культурами не может быть оценено без учёта взаимных заимствований (эффект заражения), общности прошлого и особенностей эволюционного развития. В противном случае будет просто невозможно сделать справедливые выводы относительно эволюционного развития.

основные принципы пространственной эконометрики были впервые описаны Дж. Паэлинком и Л. Классеном [Paelinck, Klassen 1979]. Авторы отмечают, что область пространственной эконометрики включает в себя обоснование роли пространственной взаимозависимости между изучаемыми объектами, асимметрию в пространственных взаимосвязях, возможность расположения объясняющих переменных в смежных объектах и пространствах, различия между ожидаемыми и фактическими взаимосвязями и подробное описание возможностей комплексного моделирования взаимосвязей и взаимозависимостей в пространстве [Anselin 2006]. Рост числа различных баз данных, таких, как GIS (Geographic information system), описывающих сложные географические процессы и фиксирующих взаимодействия объектов в пространстве, открыл запрос на развитие новых статистических методов анализа пространственных данных. Безусловно, ряд задач, связанных непосредственно с физическими характеристиками географических объектов, можно было решать с помощью методов географического анализа, однако для исследования политико-экономических процессов эти методы оказывались нерелевантными [Anselin 1995]. Детальный анализ больших межстрановых и кроссрегиональных баз данных выявил предположение об отсутствии стационарности и структурной стабильности в пространстве. Подобная структурная пространственная нестабильность дала основу для развития различных подходов к анализу пространственных изменений и взаимосвязей. Эти подходы делились на два блока: фиксирующие дискретные пространственные колебания (так, в частности, получили распространение регрессионные модели с поправками на структурные изменения в пространстве), а также подходы, фиксирующие непрерывные колебания и взаимосвязи в пространстве (адаптивный пространственный фильтр). Все эти методы основывались на исследованиях глобальных пространственных колебаний и взаимосвязей. Однако в середине 1990-х гг. получили распространения локальные индикаторы пространственных взаимосвязей — *local indicators of spatial association (LISA)*, которые позволили анализировать не общие закономерности, происходящие в пространстве, но изучать вклад каждого отдельного индивидуального наблюдения в глобальном пространстве [Anselin 1995].

Предположение об отсутствии взаимосвязи между наблюдениями может приводить к неверным выводам о взаимозависимостях и причинно-следственных связях между исследуемыми факторами. Так вариация отклика в простой регрессионной модели может быть обусловлена не только функциональной зависимостью этого отклика от объясняющих переменных, но и от общих тенденций, происходящих внутри всей группы наблюдений в целом. Игнорирование фактора пространственной взаимосвязи между объектами может выступать аналогом пропущенной переменной в модели. Несмотря на подобные недостатки, большинство моделей, используемых в экономических и политологических исследованиях, продолжают отталкиваться от предположения о независимости. Для тестирования этого предположения, а также для выявления характера взаимосвязи между наблюдениями, были предложены пространственные статистические модели (*spatial statistical models*). Неудивительно, что пространственные модели зачастую базируются на географическом понимании пространства, однако в современных политологических исследованиях данные модели используются не только в контексте взаимовлияния географических соседей (что подразумевает использование геометрического понятия расстояния), но также и в моделях, описывающих торговое, миграционное или кросскультурное взаимодействие между объектами (общность языка или колониального прошлого) [Beck, Gleditsch, Beardsley 2006]. Так, например, в исследованиях экономического роста в качестве пространственного фактора использовались измерения транспортных расходов на перевозку физического капитала между отдельными странами [Conley 1999], а в исследованиях энвайронменталистов при анализе влияния состояния окружающей среды на глобализацию и экономическую открытость государств мира в качестве пространственной переменной использовался показатель наличия торговых взаимоотношений

между странами [Lofdahl 2002]. В исследованиях диффузии экономической либерализации в качестве объектов либерализации рассматривались отдельные соседства, при этом соседства определялись не географическими факторами, а общими торговыми отношениями [Beck, Gleditsch, Beardsley 2006].

С помощью современных методов пространственной эконометрики были изучены динамические процессы региональных доходов в США, когда гипотезы о внешних факторах, влияющих на рост региональных доходов, были отвергнуты в пользу идеи о влиянии социально-экономических шоков, происходящих в одних регионах, на окружающие регионы [Rey, Montouri 1999]. Также модели пространственной эконометрики использовались при исследовании региональной динамики и конвергенции в странах Европейского союза, когда неравенство между региональными экономическими системами определялось взаимосвязями регионов друг с другом [López-Bazo, Vayá, Mora, Suriñach 1999]. Пространственные взаимосвязи стали весьма актуальными и при исследовании прямых иностранных инвестиций, которые напрямую зависят от взаимодействия между отдельными странами [Blonigen, Tomlin, Wilson 2007].

В политической науке пространственная взаимозависимость получила распространение в области международных отношений, а также в сравнительных политологических исследованиях [Franzese, Hays 2008]. Так в межстрановых сравнительных исследованиях процессы, происходящие в одних странах, могут оказывать влияние на исследуемую зависимую переменную в других государствах. Например, режимные трансформации могут оказывать влияние на экономические позиции не только отдельно взятого государства, но также и на позиции государств, связанных с данным государством тесными политико-экономическими отношениями. Современный интерес к пространственному моделированию в рамках политической науки в принципе связан с популяризацией новой институциональной теории, когда наибольшее распространение получили исследования различных политических институтов и их взаимодействия между собой. В то же время электоральные образцы и протестная активность, а также внешнеполитические задачи государства в условиях глобализационных процессов так или иначе зависят от положения государства в мировом пространстве [Franzese, Hays 2008]. Именно поэтому методы пространственной эконометрики оказываются весьма актуальными в современной политической науке.

Особенности пространственного моделирования на примере взаимозависимости регионов Российской Федерации

Пространственные взаимосвязи между изучаемыми объектами могут различаться по природе своего происхождения. Так выделяют три причины пространственных взаимосвязей: *сходные экзогенные воздействия* на исследуемые объекты, обуславливающие сходство полученных результатов (*common exposure*), как таковая *взаимозависимость* (*interdependence*), когда процессы, протекающие в одних объектах, оказываются причиной возникновения каких-то смежных процессов в соседних объектах и *эндогенный отбор* (*selection*), когда предполагаемый отклик влияет на процесс кластеризации объектов [Franzese, Hays, Kachi 2012]. При анализе наблюдаемых эмпирических данных эти три типа эффектов практически неразличимы, однако все они являются составляющими пространственных взаимосвязей. Именно поэтому они должны быть учтены в моделях.

В основе пространственно-эконометрического моделирования лежит понятие матрицы пространственных весов — W , описывающей степень взаимозависимости между изучаемыми объектами и учитывающей возможное взаимодействие между исследуемыми объектами в пространстве. Матрица весов (W) призвана определить, какие из наблюдений в какой степени пространственно зависят друг от друга. При этом важно понимать, что спецификация

подобной матрицы должна подчиняться строгому теоретическому обоснованию. Также важно отметить, что матрица весов может отражать каузальные связи между изучаемыми объектами [Neumayer, Plumper 2013], именно поэтому спецификация пространственной матрицы должна отвечать следующим условиям. В первую очередь матрица весов должна описывать каузальные механизмы, через которые осуществляются взаимосвязи и взаимозависимости в пространстве, также она должна отражать, какие из воздействий на пространственные взаимосвязи носят гомогенный, а какие — гетерогенный характер, какие из воздействий могут быть значимыми стимулами, влияющими на дальнейшее изучение объектов, а какие относятся к случайным шумовым эффектам. Матрица также задаёт размерность пространственной взаимосвязи, определяя тем самым, являются ли каузальные связи между объектами однонаправленными или речь идёт о взаимной влиянии объектов друг на друга. В конечном счёте именно матрица весов задаёт направленность взаимосвязи между объектами, показывая наличие положительного или отрицательного эффекта взаимодействия [Neumayer, Plumper 2013].

Для построения матрицы пространственных весов наиболее часто используются данные GIS и проект CShapes [Weidmann, Gleditsch 2010], в основе которого лежит идея картографии. Проект CShapes содержит данные за период с 1946 по 2008 год и представляет их в формате статистического пакета R. CShapes также включает в себя информацию о расстоянии между государствами, а также данные о наличии прямых границ между объектами. Авторы базы данных CShapes полагают, что она обладает двумя существенными преимуществами: во-первых, она описывает сравнимые случаи, задавая объективный географический принцип как один из наиболее значимых, а во-вторых, подобные данные легко редактируются и поддаются довольно быстрому обновлению [Weidmann, Gleditsch 2010].

В качестве примера использования методов пространственной эконометрики в данной статье мы предлагаем рассмотреть проблему эффективности государственной власти в субъектах Российской Федерации. Гипотеза исследования заключается в том, что субъекты Российской Федерации взаимосвязаны друг с другом, а потому при оценке эффективности государственной власти в субъектах РФ необходимо учитывать взаимовлияние изучаемых объектов. В рассматриваемом примере мы будем использовать данные по эффективности субъектов Российской Федерации, полученные в рамках исследовательского проекта под руководством А.С. Ахременко [Ахременко 2012].

Для проверки наличия взаимовлияния регионов Российской Федерации необходимо построить матрицу пространственных весов для регионального среза. Для этого мы используем данные проекта Global Administrative Areas (GADM) [Global Administrative Areas б/г]. Однако стоит отметить, что данные в проекте GADM для России не учитывают административные реформы 2000-х, направленные на уменьшение количества субъектов федерации. Поэтому полученная матрица весов была отредактирована в соответствии с территориальными изменениями в РФ. Также в анализируемых данных присутствуют 83 субъекта Российской Федерации, без учёта изменений, связанных с присоединением полуострова Крым. Далее матрица пространственных весов W была стандартизирована таким образом, чтобы суммарный весовой коэффициент влияния для каждого из наблюдаемых объектов равнялся единице. В предложенном случае в основе построения матрицы использовался фактор географической близости регионов РФ друг с другом. Дальнейший анализ может быть проведён с использованием более сложных негеографических факторов для построения матрицы весов W .

Используя данные по эффективности государственной власти, проверим гипотезу о наличии пространственной взаимосвязи на глобальном уровне (global spatial autocorrelation).

Из таблицы 1 видно, что статистика *Moran's I*, показывающая наличие пространственной взаимозависимости между объектами оказывается статистически значимой на 1 %-ном

Для подтверждения данного вывода, рассмотрим рис. 1, где на графике показана диаграмма рассеяния со стандартизированными значениями эффективности государственной власти для субъектов РФ по оси абсцисс и пространственно лагированными стандартизированными значениями эффективности государственной власти по оси ординат. Черным цветом отмечена наибольшая концентрация отдельных субъектов РФ вокруг прямой предсказанных значений. Мы видим, что темно-серое облако наблюдений размещается в квадрате примерно от $(-1;1)$ по оси абсцисс и $(-1;1)$ по оси ординат. Светло-серым цветом отмечены наблюдения-выбросы — нетипичные наблюдения, которые не были кластеризованы в единое облако. Все это означает, что основная масса наблюдений располагается в квадрате отклонения одной сигмы, что подтверждает гипотезу о статистической значимости статистики *Moran's I* и, следовательно, о наличии пространственной автокорреляции (взаимозависимости) между нашими наблюдениями. Прямая предсказанных значений, расположенная в первой и третьей четвертях координатной плоскости, свидетельствует о наличии положительной взаимосвязи между субъектами РФ по показателю эффективности государственной власти.

Таким образом, мы видим, что при дальнейшем изучении эффективности государственной власти в субъектах Российской Федерации пренебрежение фактом наличия пространственной взаимозависимости между изучаемыми наблюдениями будет приводить к искажённым результатам. Иными словами, при исследовании факторов эффективности государственной власти, учет пространственной взаимосвязи будет являться аналогом пропущенной переменной. Именно поэтому в рамках дальнейшего анализа эффективности государственной власти в субъектах Российской Федерации необходимо включать в регрессионную модель матрицу пространственных весов, отражающую взаимную пространственную зависимость субъектов РФ.

Заключение

Новая институциональная теория вызвала необходимость оценки взаимодействия между различными политическими институтами. Это породило распространение количественных методов исследования взаимосвязей в прикладных эмпирических политических исследованиях. Однако оценка взаимосвязи не может быть полной без учёта фактора пространственной взаимозависимости между изучаемыми объектами. Все это приводит к актуальности использования методов пространственной эконометрики в современной политической науке.

Безусловно, спецификация моделей в рамках пространственной эконометрики является нетривиальной задачей, однако необходимость изучения и использования данного блока методов при анализе взаимосвязей между различными показателями очевидна.

Ахременко А.С. 2012. Оценка эффективности государства в производстве публичных услуг: теоретическая модель и методика измерения. — *Полис. Политические исследования*. — № 1.

Anselin L. 1995. Local indicators of spatial association. — *Geographical analysis*. — Vol. 27. — № 2.

Anselin L. 2007. Spatial econometrics. — *Palgrave handbook of econometrics*. — Basingstoke: Palgrave MacMillan.

Beck N., Gleditsch K., Beardsley K. 2006. Space is more than geography: Using spatial econometrics in the study of political economy. — *International studies quarterly*. — Vol. 50.

- Blonigen B., Tomlin K., Wilson W.W. 2004. Tariff-jumping FDI and domestic firms' profit. — *Canadian journal of economics*. — Vol. 37. — № 3.
- Conley T. 1999. GMM Estimation with cross-section dependence. — *Journal of econometrics*. — Vol. 92. — № 1.
- Franzese R.J., Hays J.C. 2007. Spatial econometric models of cross-sectional interdependence in political science panel and time-series-cross-section data. — *Political analysis*. — Vol. 15.
- Franzese R.J., Hays J.C. 2008. Empirical models of spatial interdependence. — *Oxford handbook of political methodology*. — Oxford: Oxford univ. press.
- Franzese R.J., Hays J.C., Kachi A. 2012. Modeling history dependence in network-behaviour coevolution. — *Political analysis*. — Vol. 20.
- Galton F. 1889. *Natural inheritance*. — L.: MacMillan.
- Global Administrative Areas: Official Page*. — Mode of access: <http://www.gadm.org/country>. — Дата обращения: 12.09.2014.
- Lofdahl C.L. 2002. *Environmental impacts of globalization and trade: A systems study*. — Cambridge, MA: MIT Press.
- Lipset S.M. 1959. Some social requisites of democracy: Economic development and political legitimacy. — *The American political science review*. — Vol. 53. — № 1.
- Neumayer E., Plumper T. W 2013. — *EPSA 2013 Annual general conference: Paper 165*. — Mode of access: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2224687. — Дата обращения: 12.09.2014.
- Paelinck J.H.P., Klassen L.H. 1979. *Spatial econometrics*. — Westmead, England: Saxon House.
- Przeworski A., Limongi F. 1993. Political regimes and economic growth. — *The journal of economic perspectives*. — Vol. 7. — № 3.
- Przeworski A. 2004. Democracy and economic development. — *The evolution of political knowledge*. — Columbus: Ohio State univ. press.
- López-Bazo E., Vayá E., Mora A.J., Suriñach J. 1999. Regional economic dynamics and convergence in the European Union. — *Annals of regional science*. — Vol. 33. — № 3.
- Rey S.J., Montouri B.D. 1999. US regional income convergence: A spatial econometric perspective. — *Regional studies*. — Vol. 33. — № 2.
- Rubin D. 1978. Bayesian inference for causal effects: The role of randomization. — *The annals of statistics*. — Vol. 6.
- Weidmann N.B., Gleditsch K.S. 2010. Mapping and measuring country shapes. — *The R journal*. — Vol. 2. — № 1.