

Эффект от включения вспомогательных репродуктивных технологий в программу государственного медицинского страхования в России

Александра А. Москалева¹

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 119991, Россия

Получено 17 November 2020 ♦ Принято в печать 8 December 2020 ♦ Опубликовано 31 December 2020

Цитирование: Moskaleva AA (2020) Effect of inclusion of assisted reproductive technologies in the state health insurance programme in Russia. Population and Economics 4(4): 19–42. <https://doi.org/10.3897/poperecon.4.e59062>

Аннотация

Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) представляют собой инструмент борьбы с бесплодием. В России открыто более 250 центров в 67 регионах, которые реализуют лечение бесплодия при помощи ВРТ. В 2014 г. экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) было включено в программу государственных гарантий, а с 2016 г. услугу можно получить по полису ОМС. Автор этого исследования анализирует, как изменилось влияние экономических факторов на рождаемость с использованием ВРТ в связи с включением ЭКО в программу ОМС, а также какие социальные факторы влияют на применение технологии. Для анализа взяты панельные данные по регионам России за период с 2011 по 2017 гг. Для оценки влияния факторов использовался метод фиксированных эффектов. Расчеты показали, что уровень доходов оказывает значимое положительное влияние на долю рождений с применением ВРТ даже после включения ЭКО в программу ОМС. В то же время включение ЭКО в программу ОМС привело к увеличению доли рождений с использованием ВРТ. Положительный эффект от этого включения выше в более богатых регионах. Из социальных факторов значимое влияние оказывает доступность информации о процедуре, которая измеряется показателем доступа к интернету у населения региона.

Ключевые слова

рынки лечения бесплодия; вспомогательные репродуктивные технологии; экстракорпоральное оплодотворение; обязательное медицинское страхование; социально-экономические детерминанты; регионы Российской Федерации

Коды JEL: I11, I18, J13

Введение

В работе использованы два ключевых понятия — бесплодие и вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ). Бесплодие в работе рассматривается с точки зрения врачебной практики в соответствии с определением ВОЗ как заболевание репродуктивной системы, которое выражается в невозможности забеременеть в течение 12 месяцев и более при регулярных попытках зачать ребенка. Бесплодие бывает двух типов: первичное, когда женщина не может забеременеть первым ребенком, и вторичное, когда у женщины уже есть дети или она была беременна, но не может забеременеть снова. ВРТ — это группа медицинских технологий, методов лечения и процедур, направленных на достижение беременности, при которых часть манипуляций осуществляется вне организма *in vitro*.

По опросным оценкам, уровень первичного бесплодия в Российской Федерации в 1990 г. составил 2,2%, в 2010 г. — 2,9%, вторичного — 18,2 и 19,2% соответственно [Mascarenhas et al., 2012]. Показатель вторичного бесплодия в России высок по сравнению с другими странами мира [там же]. За период с 1990 по 2010 гг. показатели оставались на том же уровне, хотя должны были бы снизиться с развитием системы здравоохранения. Для решения проблемы бесплодия Робертом Эдвардсом, лауреатом Нобелевской премии по медицине 2010 г., была разработана процедура экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) — самая известная ВРТ. В СССР первое успешное ЭКО было проведено в 1985 г. в Центре охраны здоровья матери и ребенка в Москве.

Значимость ЭКО как инструмента государственной политики в сфере демографии отмечена включением процедуры в паспорт национального проекта «Демография» в виде целевого показателя — проведения не менее 70 тыс. циклов ЭКО в год с увеличением на 2 тыс. циклов в каждом следующем году, начиная с 2019 г. Для увеличения доступности процедура ЭКО в 2013–2014 гг. была включена в программу государственных гарантий, сначала с оплатой за счет федерального бюджета и бюджетов субъектов РФ. С 2016 г. порядок оказания ЭКО в программе государственных гарантий изменен: процедура включена в базовую программу обязательного медицинского страхования (ОМС) и финансируется за счет Фонда ОМС (ФОМС).

Включение ЭКО в программу государственных гарантий должно повысить доступность технологии для всех слоев населения и изменить набор факторов, влияющих на использование процедуры, снизив роль экономических индикаторов. Расширение доступа к ВРТ может помочь восполнить снижение рождаемости, связанное с высоким уровнем бесплодия среди семейных пар. Оценка эффектов от включения ЭКО в программу государственных гарантий и является целью данного исследования.

Обзор литературы

По теме исследования существует не так много публикаций в отечественной и зарубежной литературе. Исследования ВРТ разделяются на: исследования факторов использования ВРТ [Adamson, 2009; Bennett, 2016; Wu, 2019; Дадаева, Баранова, 2019]; исследования влияния различных типов страхования на результаты использования технологий [Baker et al., 2007; Hamilton, McManus, 2011; Bitler, Schmidt, 2012; Buckles, 2013; Crawford et al., 2016]; оценки влияния ВРТ на показатели рождаемости [Schmidt, 2005, 2007; Burcin et al., 2014; Machado, Sanz-de-Galdeano, 2015; Васильева, Перегонцева, 2016]; оценки влияния развития ВРТ на репродуктивное поведение [Abramowitz, 2014, 2017, 2019; Kroeger, La Mattina, 2017; Lundborg et al., 2017]; оценки затрат и выгод от использования технологий [Baird et al., 2015; Knies et al., 2015; Куликов et al., 2017; Settumba et al., 2019]. Российские публикации носят в основном описательный ха-

ракти и знакомят читателей с динамикой развития технологий в России и мире [Нифантова, Кривенко, 2014; Русанова, Гордеева, 2016; Исупова, 2017], но в последние годы появились исследования с оценкой выгод от ВРТ для государства [Куликов и др., 2017].

Факторы использования ВРТ

Первая группа факторов использования ВРТ — это факторы, влияющие на предрасположенность к бесплодию. На основе анализа опросных данных в некоторых работах выявлено, что ожирение, низкий уровень образования, возраст женщины и возраст вступления в брак связаны с риском возникновения бесплодия [Righarts et al., 2015; Sarac, Кос, 2017]. Экологические факторы бесплодия выявлены в медицинских исследованиях: например, загрязнение воздуха влияет на женское бесплодие [Carre et al., 2017; Conforti et al., 2018], а загрязнения воды и почвы — на мужское репродуктивное здоровье [Di Nisio, Foresta, 2019].

Вторая группа факторов использования ВРТ — это факторы информированности о технологии: влияние информации об эффективности процедуры показано в отчетах о работе клиник ВРТ в США [Wu, 2019], а в России влияние информированности молодежи о существовании и принципах работы технологии было изучено в рамках пилотного исследования в Саранске [Дадаева, Баранова, 2019].

Третья группа факторов использования ВРТ — это факторы доступности, или социально-экономические факторы: уровень развития системы здравоохранения, работа общественных фондов [Adamson, 2009].

Четвертая группа факторов использования ВРТ — это культурные факторы: религиозный состав, традиции в разделении гендерных ролей, дискриминация по полу [Bennett, 2016].

Государственное регулирование использования ВРТ

В ряде публикаций освещаются вопросы влияния политики в сфере репродуктивных технологий, ее эффективности и пользы для государства. Для анализа авторы многих статей используют данные по США, так как там меры регулирования применения технологии вводились в разное время и с помощью разных инструментов. В штатах США по-разному устроены медицинские страховые мандаты — законодательно закрепленные требования к работодателю или индивиду на приобретение медицинской страховки. Это создает возможность использовать метод «разность разностей» и сравнивать эффективность различных норм. В работе М.П. Битлера и Л. Шмидта [Bitler, Schmidt, 2012] на базе опросных данных оценивается сравнительная эффективность разных форматов медицинского страхования для использования ЭКО. На основе логит-модели авторы обнаруживают, что введение страховых мандатов не повлияло на неравенство в доступе по расовой принадлежности и социально-экономическому статусу.

Важным вопросом в исследованиях по США является вопрос: «Влияет ли политика на выбор программы лечения?». Сравнивается выбор между более «агрессивным», но более результативным вариантом лечения, когда матери пересаживают во время процедуры ЭКО более двух эмбрионов, и более безопасным, когда пересаживают только один эмбрион. Влияние выбора предлагаемых вариантов медицинского страхования анализируется на основе метода наименьших квадратов (МНК) с двунаправленными фиксированными эффектами на уровне клиник и рынков [Hamilton, McManus, 2011]. Страховые мандаты расширяют доступность технологии, могут снижать количество многоплодных родов, но их действенность сильно различается в зависимости от типа страхования. В статье К.С. Баклеса [Buckles, 2013] получен аналогичный результат при помощи метода «разность разностей». Анализ результативности

страховых программ использования ВРТ проводился также на основе индивидуальных данных пациенток при помощи пул-регрессии [Baker et al., 2007]. К рассматриваемому объекту также применялся когортный анализ данных регистра ВРТ в США [Crawford et al., 2016]. Изменений в результативности использования ВРТ не было найдено, но было обнаружено влияние страховых мандатов на применение ВРТ в принципе.

Влияние использования ВРТ на демографические показатели

В ряде исследований ВРТ рассматриваются как фактор, влияющий на показатели рождаемости: число рождений, итоговую рождаемость когорт, суммарный коэффициент рождаемости.

На основе симуляционной модели воспроизводства населения, построенной методом Монте-Карло на исторических данных по Франции, Х. Леридон [Leridon, 2004] показывает, что развитие технологии, существовавшей на момент проведения исследования, позволяло восполнить только 50% потерь, связанных с откладыванием рождений в возрастной группе от 30 до 35 лет. В своих работах Л. Шмидт [Schmidt, 2005, 2007] на базе микро- и макроданных при помощи методов «разность разностей» и «разность разностей разностей» показывает, что страховые мандаты увеличили количество рождений первых детей у женщин старше 35 лет. В России проводились локальные исследования, например, исследование на муниципальном уровне [Васильева, Перегонцева, 2016], в котором авторы рассматривают влияние развития ВРТ на рождаемость в Брянской области на основе анализа карточек больных. В результате сделан вывод, что открытие отделения ВРТ положительно сказалось на показателях рождаемости в регионе.

Исследования показывают наличие значимой положительной связи между количеством процедур ВРТ и суммарным коэффициентом рождаемости (*total fertility rate*, *TFR*) в Европе [Burcin et al., 2014]. Другой результат был получен при анализе влияния роста поддержки государством лечения бесплодия на показатель *TFR* и возраст матери при рождении первого ребенка в США [Machado et al., 2015]. При помощи пробит-модели авторы этого исследования показали, что страховые мандаты на лечение бесплодия 1980–1990-х гг. не повлияли на итоговую рождаемость когорт, скорее, они привели к смещению календаря рождений и откладыванию материнства.

Схема влияния факторов на принятие решения об использовании ВРТ

В процессе обзора литературы были отобраны факторы, влияющие на использование ВРТ, и на их основе был произведен подбор контрольных переменных. На рис. 1 приведена схема влияния факторов. Автор статьи разделяет факторы на три уровня в соответствии с этапами принятия решения об использовании ВРТ: 1) биологическая потребность; 2) социальная потребность; 3) доступность технологий.

На первом уровне определяется медицинский диагноз пациента: под влиянием факторов среды и предыдущего репродуктивного поведения формируется уровень репродуктивного здоровья пациента, который определяет возникновение диагноза «бесплодие».

Осознание потребности использования ВРТ происходит на втором уровне — уровне формирования социальной потребности. Здесь на принятие решения влияет возраст женщины (с возрастом потребность в использовании ВРТ растет, если женщина не имеет детей) и брачный статус женщины (на решение женщины может влиять мнение партнера и потребность реализовать себя в роли матери). Через отношение к технологии на формирование социальной потребности влияют образование (насколько женщина доверяет технологии) и религия (приемлемость медицинского вмешательства в процесс зачатия).



Рис. 1. Трехуровневая схема влияния факторов на принятие решения об использовании ВРТ. *Источник:* составлено автором на основе обзора литературы.

Третий уровень — это уровень доступности. Факторы третьего уровня оказывают влияние на возможность воспользоваться технологиями, если женщина уже приняла решение, что она хотела бы прибегнуть к ВРТ. На данные факторы государство может воздействовать при помощи мер государственной политики. К ним относятся: факторы развития системы охраны здоровья матери и ребенка, которые показывают, насколько безопасной и эффективной может быть процедура для женщины; экономические факторы, включающие уровень доходов и неравенства по доходам, показывающие наличие у населения материальной возможности удовлетворить возникшую потребность; социальные факторы, включающие информационную и территориальную доступность услуг ВРТ.

Для нас интересно в первую очередь влияние экономических и социальных факторов на использование ВРТ в регионах России и сочетание влияния этих факторов с влиянием политики в сфере рождаемости, увеличивающей доступность ВРТ.

ВРТ в России

Оценка уровня бесплодия — это сложный вопрос. Помимо различий в определении самого понятия, существует проблема с качеством данных. Оценки выборочных обследований занижены, поскольку тема бесплодия является сложной для респондентов [Thonneau, Spira, 1990; Kuhnt et al., 2018]. Статистические данные тоже занижают оценки, потому что, во-первых, к врачу обращаются не все граждане с соответствующей проблемой, а во-вторых, для постановки соответствующего диагноза требуется длительное время наблюдаться у врача.

С 1995 г. Российская ассоциация репродукции человека (РАРЧ) выпускает отчеты об использовании и развитии ВРТ в России. В регистре РАРЧ есть данные по динамике количества процедур ВРТ в стране и динамике количества детей, рожденных живыми с использованием ВРТ. С 1995 г. количество детей, рожденных с использованием ВРТ, росло стремительно, и в 2017 г. достигло почти 35 тысяч. На рис. 2 приведена динамика количества детей, рожденных с использованием ВРТ, по данным регистра.



Рис. 2. Количество детей, рожденных с использованием ВРТ (слева), и темп прироста количества детей, в % (справа). *Источник:* построено автором по данным регистра РАЧ.

Отметим, что после 2013 г. наблюдался небольшой всплеск в числе рождений с использованием ВРТ и темпы роста ускоряются. Аналогичные всплески наблюдались в 1997 и 2002 гг., но тогда ускорение роста наблюдалось при относительно небольшом числе рождений (< 5000 тыс. детей).

На рис. 3 приведена карта расположения центров репродуктивных технологий в России, построенная на основе данных о клиниках, собранных автором в целях проведения исследования; база списка – перечень клиник РАЧ за 2017 г. К 2020 г. в России открыт 271 центр в 67 регионах. Больше всего клиник в Москве — 55, Санкт-Петербурге — 22, Краснодарском крае и Челябинской области — по 10.

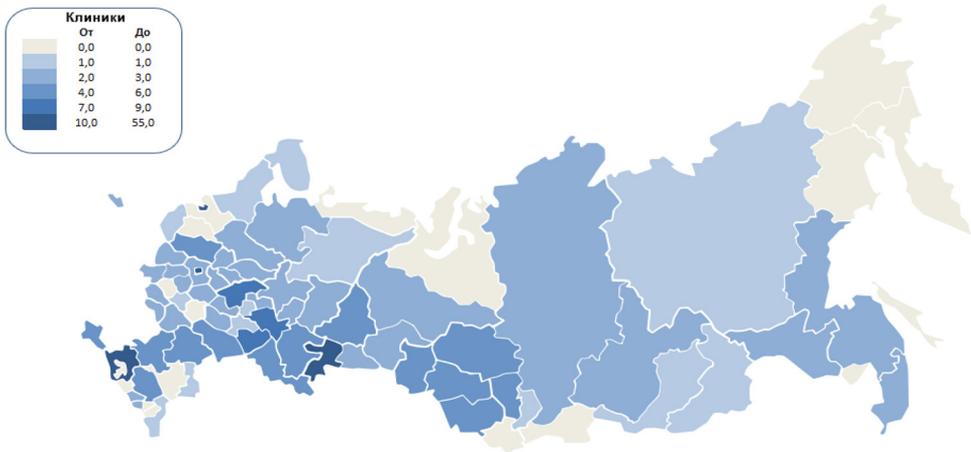


Рис. 3. Распределение клиник ВРТ, Россия, по данным на март–апрель 2020 г. *Источник:* составлено автором на основе сбора данных о клиниках в интернете.

Анализ структуры циклов ВРТ по данным регистра показывает, что увеличивается возраст пациенток клиник ЭКО, а доля многоплодных родов снижается, хотя исследования связывают фактор многоплодия в том числе с возрастом [Егорова, Пьянкова, 2010]. На смену стандартному протоколу проведения ЭКО приходят его модификации, что важно учитывать при определении перечня услуг, доступных гражданам по ОМС.

Включение ЭКО в ОМС

Государственная поддержка ЭКО началась с включения в 2013 г. услуги в программу государственных гарантий с финансированием за счет средств федерального бюджета и бюджетов регионов, которое реально произошло в 2014 г., что показывает частое упоминание именно этого года в новостной сводке. Включение ЭКО в программу государственных гарантий обусловлено тем, что, во-первых, с 2014 г. в программу ОМС начали включать наиболее часто применяемые методы высокотехнологичной помощи для повышения их доступности, а во-вторых, в национальном проекте «Демография» было определено количество процедур ЭКО на перспективу. В процессе изучения сайтов клиник и ведомств мы обратили внимание, что в регионах указывают разное время начала действия программы ЭКО по ОМС: 2013 г. или 2014 г. Это может стать дополнительным аспектом изучения влияния включения ЭКО в ОМС, но требует детального анализа территориальных программ государственных гарантий во всех регионах.

С 2016 г. ЭКО включено в базовую программу ОМС с финансированием из ФОМС, то есть процедуру можно оформить по направлению лечащего врача-гинеколога по полису ОМС. Регламентировано отсутствие ограничений на количество попыток проведения ЭКО по ОМС, единственное исключение связано с частотой попыток в течение одного года: допускается не более двух попыток в год, что обусловлено медицинскими соображениями.

В данном исследовании рассмотрено изменение доступности ЭКО после включения его в программу государственных гарантий в 2014 г. Проанализировать изменение доступности ЭКО после включения его в базовую программу ОМС в 2016 г. в настоящее время не представляется возможным, так как на момент проведения исследования доступны данные регистра ВРТ только за 2017 г., то есть один год после включения ЭКО в ОМС. Годом включения ЭКО в ОМС решено считать 2014 г. по причине того, что в 2013–2014 гг. программа претерпевала изменения вместе с другими изменениями в ОМС в связи с расширением спектра высокотехнологичной медицинской помощи, поэтому в 2013 г. программа еще не могла начать работать в полную силу.

Методы анализа и основные результаты

Для анализа используются панельные данные либо по регионам, либо по клиникам, либо индивидуальные данные историй болезни. В качестве методов анализа применяются метод «разность разностей», панельная модель с фиксированными эффектами или модель бинарного выбора — в зависимости от доступных данных. По России индивидуальные данные недоступны, во-первых, по причине высокой конфиденциальности персональной медицинской информации, во-вторых, в российских лонгитюдных опросах населения, таких как Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (РМЭЗ) и «Родители и дети, мужчины и женщины в семье и обществе» (РиДМиЖ), либо не задаются вопросы о бесплодии и использовании ВРТ, либо очень мало респондентов отмечают использование подобных технологий. Естественного эксперимента в процессе включения ЭКО в программу ОМС не было, так как включение в программу государственных гарантий происходило на федеральном уровне. Поэтому автор использует для анализа панельные данные.

Исследование сочетает данные из регистра РАРЧ, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава РФ, Федеральной службы государственной статистики. Данные по региональному распределению

количества рожденных с использованием ВРТ недоступны в открытых источниках, поэтому автор сконструировал показатель на основе данных о многоплодных родах в регионах. Для анализа взяты панельные данные по 85 регионам России (до 2015 г. — по 83) за 2010–2017 гг. Период для сбора данных ограничен сверху доступностью данных регистра ВРТ РАРЧ. В качестве нижней границы использован 2011 г. по двум причинам: во-первых, в 2011 г. развитие ВРТ достигло нового уровня (398 детей из 1 млн были рождены при помощи ВРТ по данным РАРЧ), во-вторых, при выборе 2011 г. в качестве нижней границы в рассмотрении попадают три года до и три года после включения ЭКО в программу государственных гарантий. Данные 2010 г. необходимы для построения моделей с лагом объясняющих переменных в один год. Такой порядок лага применен потому, что беременность длится около девяти месяцев, и аналогичный лаг приводится в литературе [Hamilton, McManus, 2012]. В целом проанализированы 585 наблюдений.

Контрольные переменные разделены на четыре группы: 1) заболеваемость; 2) демографические показатели; 3) характеристики системы здравоохранения; 4) характеристики рынка ВРТ.

Заболеваемость — это показатели уровня бесплодия за конкретный год на 10 млн населения соответствующего пола в репродуктивном возрасте. Демографические показатели включают общий коэффициент брачности и долю женщин в старших репродуктивных возрастах (35–49 лет [Hamilton, McManus, 2012]) как показатель доли населения, которая теоретически может испытывать потребность в применении ВРТ. Однако ранее мы уже говорили о том, что существует проблема с качеством данных о бесплодии, поэтому в виде прокси-переменной для бесплодия в альтернативных моделях будут использованы уровни загрязнения окружающей среды, загрязнения воздуха, сточных вод и промышленно-экологический индекс, который отражает экспертную оценку негативного влияния развития промышленности на экологическую обстановку в регионе. При построении моделей в качестве контрольной переменной не используется показатель мужского бесплодия, потому что в этих данных много пропусков и они доступны только с 2011 г.

Характеристиками системы здравоохранения являются два классических показателя обеспеченности системы ресурсами: гинекологическими койками и врачами-гинекологами на 10 тыс. женского населения. Отметим, что показатель обеспеченности врачами-гинекологами включает в себя обеспеченность врачами-репродуктологами, которые, согласно номенклатуре медицинских специальностей, входят в группу врачей акушеров-гинекологов. Показатель отношения женщин к своему здоровью — это доля женщин, вставших на учет у врача на ранних сроках беременности. Также в качестве альтернативной переменной развития системы здравоохранения в анализ включен индекс развития системы охраны здоровья матери и ребенка (НИУ ВШЭ).

Характеристики рынка ВРТ сконструированы на основе собранного массива данных по клиникам и содержат показатели долей государственных и специализированных клиник в конкретный год.

Связи между группами, отражаемыми характеристиками и переменными приведены в табл. 1.

Помимо этих факторов, в анализ в качестве контроля будет включена переменная спада в экономике для учета влияния экономического кризиса 2014–2015 гг. Кризис влияет в принципе на принятие решения о рождении ребенка, а тем более на решение, требующее дополнительных затрат, как при процедуре ЭКО. Индикатор фазы цикла рассчитан на основе прироста ВРП: при значении меньше ноля индикатор равен единице, больше ноля — нулю.

Таблица 1. Описание контрольных переменных

Группа	Характеризует	Переменная (источник)	В литературе
Репродуктивное здоровье	Заболеваемость	Мужское бесплодие, женское бесплодие (Минздрав)	-
Демография	Потребность в использовании ВРТ	Доля женщин старше 35 лет в общем числе женщин репродуктивного возраста (расчет)	[Bitler, Schmidt, 2012; Hamilton, McManus, 2012; Buckles, 2013]
		Общий коэффициент брачности (Росстат)	[Buckles, 2013]
Характеристики системы здравоохранения	Развитие системы оказания услуг	Обеспечение врачами-гинекологами (Минздрав)	[Adamson, 2009]
		Обеспечение гинекологическими койками (Минздрав)	
	Отношение к здоровью	Доля женщин, вставших на учет до 12-й недели беременности (Минздрав)	
	Качество функционирования	Индекс развития системы охраны здоровья матери и ребенка (НИУ ВШЭ)	
Характеристики рынка ВРТ	Доступные варианты лечения	Доля государственных клиник, доля специализированных клиник (расчет)	—

Источник: составлено автором.

Переменные интереса разделены на три группы: индикатор включения в ОМС, экономические и социальные факторы. Взаимосвязи между группами, отражаемыми ими характеристиками и выбранными показателями приведены в табл. 2.

Включение ЭКО в программу государственного страхования моделируется при помощи создания фиктивной переменной, равной 1 после включения ЭКО в ОМС. Также в анализе используются ковариаты фактора включения ЭКО в ОМС и экономических факторов: уровня доходов и уровня неравенства.

Экономические факторы включают уровень реальных доходов населения (доходы приведены к реальным в ценах 2010 г. при помощи индекса потребительских цен) и неравенство в доходах на основе индекса Джини. В группе социальных факторов автор оценивает информированность населения через показатель доступа к интернету, территориальную доступность — через степень урбанизации, точнее, через долю населения в городах, где находятся центры оказания услуг ВРТ. Также автор рассматривает показатели, влияющие на отношение к использованию ВРТ: уровень людей с высшим образованием в занятом населении как характеристику уровня образования.

В анализ не включены характеристики религиозного состава населения, так как при использовании моделей с фиксированными эффектами на основе панельных данных не удастся выявить влияние переменных, которые несильно изменяются во времени. Влияние религии будет учтено в фиксированных эффектах регионов.

Таблица 2. Описание переменных интереса

Группа	Что характеризует	Переменная (источник)	В литературе
Политика	Влияние политики	Фиктивная переменная, равная 1 для 2014–2017 гг.	—
		Ковариаты фиктивной переменной с экономическими факторами	—
Экономические	Доступ к платным услугам	Реальный среднедушевой доход (расчет)	[Bundorf et al., 2007; Adamson, 2009; Hamilton, McManus, 2012]
	Неравенство в доступе	Индекс Джини по доходам (Росстат)	[Hamilton, McManus, 2012]
Социальные	Информированность	Доступ к интернету (Росстат)	[Wu, 2019; Дадаева, Баранова, 2019]
	Доступ к услугам	Степень урбанизации (Росстат) / Доля населения в городах, где есть ВРТ (расчет)	[Hamilton, McManus, 2012]
	Отношение к использованию технологии	Доля занятых с высшим образованием в общем числе занятых, % (Росстат)	[Bitler, Schmidt, 2012; Hamilton, McManus, 2012; Buckles, 2013]

Источник: составлено автором.

Конструирование зависимой переменной

Процедура ЭКО устроена так, что для повышения вероятности беременности пациентке часто пересаживают более одного эмбриона. Поэтому предположим, что распределение использования технологии в регионах сильно коррелирует с распределением многоплодных родов, которое нам известно по данным Федеральной службы государственной статистики.

Перед проверкой предположения посмотрим на динамику многоплодия в России (рис. 4). С 2004 г. наблюдается рост доли многоплодных родов, причем для городского населения она увеличивается быстрее, чем для сельского населения. 2004 г. стал годом, начиная с которого количество детей, рожденных с использованием ВРТ, превысило 100 на 1 млн населения. В 2012 г. рост доли многоплодных родов замедлился, что может быть связано с рекомендацией Минздрава пересаживать не более двух эмбрионов.

Перейдем к проверке релевантности предположения о связи многоплодия и ЭКО на основе данных по США, по которым они доступны в полном объеме. Для анализа использованы данные о количестве детей, рожденных живыми с использованием ВРТ, и о числе многоплодных родов по штатам США. Данные использованы в агрегированном виде за период с 2015 по 2017 гг., во-первых, чтобы нивелировать случайные выбросы в данных, во-вторых, с учетом специфики доступных данных. График разброса и линия тренда приведены на рис. 5. Коэффициент корреляции Пирсона равен 0,93 и значим на 1%-м уровне, что свидетельствует в пользу предложенной гипотезы.

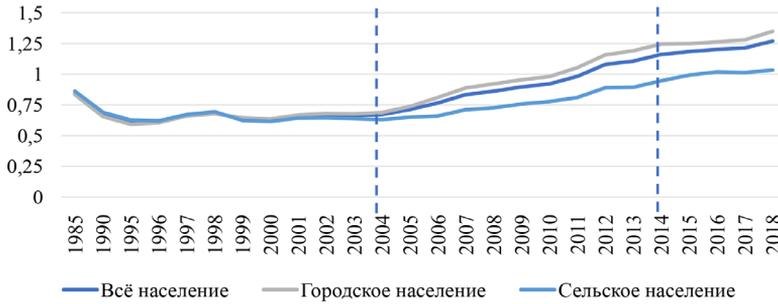


Рис. 4. Динамика доли многоплодных родов в общем числе родов в России в 1985–2018 гг., %. *Источник:* построено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики.

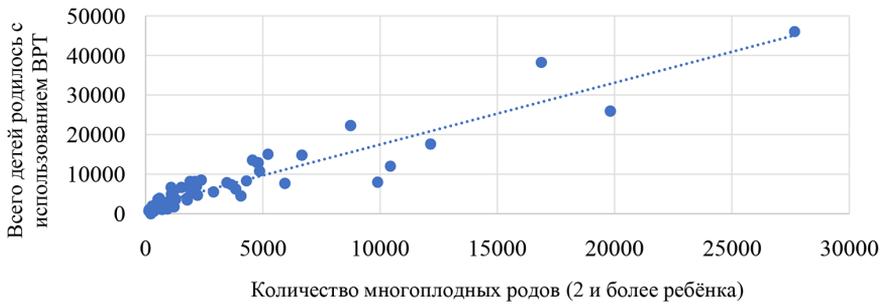


Рис. 5. Корреляция между количеством детей, рожденных с использованием ВРТ, и количеством многоплодных родов в США за 2015–2017 гг. *Источник:* построено автором по данным *National Vital Statistics Reports, Centers of disease control and prevention*.

Получив подтверждение нашего предположения, можем сконструировать зависимую переменную — долю детей, рожденных с использованием ВРТ, в общем числе рожденных живыми в регионе следующим образом:

$$total_IVF_children_i = pct_mult_birth_i \cdot total_IVF_children, \tag{1}$$

где $total_IVF_children_i$ — количество детей, рожденных с использованием ВРТ, в i -м регионе; $pct_mult_birth_i$ — доля многоплодных родов в i -м регионе в общем числе многоплодных родов; $total_IVF_children$ — общее число детей, рожденных с использованием ВРТ в России.

Базовая спецификация модели

Для оценки моделей предложено следующее уравнение регрессии:

$$Pct_IVF_children_{it} = Ins_{t-1} + Ins_{t-1} \cdot E_{it-1} + E_{it-1} + S_{it-1} + K_{it-1} + \epsilon_{it}, \tag{2}$$

где t — период времени; i — регион; $Pct_IVF_children_{it}$ — доля рожденных с использованием ВРТ; Ins_{t-1} — фиктивная переменная включения ЭКО в программу ОМС; E_{it-1} — матрица

экономических факторов; S_{it-1} — матрица социальных факторов; K_{it-1} — матрица контрольных переменных; ϵ_{it} — случайные ошибки¹.

Для анализа были использованы три метода оценки моделей на основе панельных данных: модель с фиксированными эффектами времени и региона, модель со случайными эффектами и регрессия пула. Автор оценивает четыре спецификации модели: модель 1 — регрессия пула; модель 2 — модель с фиксированными эффектами времени; модель 3 — модель с фиксированными эффектами региона; модель 4 — модель со случайными эффектами.

По критерию скорректированного R-квадрата (R_{adj}^2) лучшей среди моделей с фиксированными эффектами оказалась модель с включением фиксированных эффектов регионов: значение 0,8 против 0,34. Модель с одновременным включением эффектов времени и эффектов регионов не была построена по причине недостаточности данных для учета такого количества фиктивных переменных. Результаты теста на линейное ограничение, теста Бреуша–Пагана и теста Хаусмана, указывают на выбор модели с фиксированными эффектами. Эту модель автор будет использовать при дальнейшем анализе.

Результаты оценки базовой спецификации

В таблице 3 приведены оценки коэффициентов при переменных интереса. Значимыми факторами среди переменных интереса оказались: включение ЭКО в ОМС, включение ЭКО в ОМС в сочетании с уровнем доходов, уровень доходов в регионе, уровень образования и доступность информации. В двух спецификациях значимым оказывается уровень неравенства по доходам.

Знаки при большинстве переменных соответствуют ожиданиям автора. Уровень образования оказывает значимое положительное влияние на долю рождений с использованием ВРТ: более образованные граждане позитивнее относятся к применению высокотехнологичной медицинской помощи. Также положительное влияние образования может объясняться тенденцией к откладыванию рождений на более поздний возраст в связи с ростом числа лет обучения, а с повышением возраста увеличивается потребность в применении ВРТ. Использование интернета тоже оказывает значимое положительное влияние на зависимую переменную: большая информированность как о самой услуге, так и о возможности получения государственной поддержки увеличивает частоту применения ВРТ. Уровень дохода значимо положительно влияет на долю рождений: появление в семье ребенка в любом случае затратное дело, а рождение с использованием ЭКО требует дополнительных затрат, даже если процедура проходит по программе ОМС. Полученные знаки объясняющих переменных согласуются с значимыми оценками на уровне рынков/регионов в работах по США.

Ключевым результатом анализа являются оценки влияния включения ЭКО в программу ОМС. Два из трех коэффициентов, иллюстрирующих это влияние, оказались значимыми. На основе модели с фиксированными эффектами региона, которая была выбрана при сравнении моделей, получаем, что при включении ЭКО в ОМС ($\Delta Ins = 1$) при прочих равных условиях:

$$\Delta pct_IVF_children_i = -2,05 + 0,22 \cdot \ln(Aver_real_income_i), \quad (3)$$

где $\Delta pct_IVF_children_i$ — изменение доли детей, рожденных с использованием ВРТ, в регионе; $\ln(Aver_real_income_i)$ — логарифм реального среднедушевого дохода в регионе.

¹ Оценка моделей осуществлена в RStudio, код доступен по ссылке: https://github.com/SaschMosk/master_research/blob/master/dissertation_modeli_itog.R

Таблица 3. Результаты оценки моделей на основе панельных данных, зависимая переменная: доля детей, рожденных с использованием ВРТ, в общем числе рожденных живыми

	Регрессия	Фиксированные	Фиксированные	Случайные
	пула	эффекты времени	эффекты региона	эффекты
	(1)	(2)	(3)	(4)
Включение в ОМС	-2,92*** (1,12)		-2,05** (1)	-2,33** (1,09)
Включение в ОМС * доход	0,44*** (0,12)	0,39*** (0,13)	0,22** (0,11)	0,29*** (0,11)
Включение в ОМС * неравенство	-2,49 (1,9)	-1,74 (2,22)	0,38 (2,03)	-0,53 (1,96)
ln (реальный средне-душевой доход)	0,37*** (0,11)	0,30*** (0,11)	0,66** (0,29)	0,55*** (0,13)
Неравенство по доходам	-1,44 (1,15)	-1,04 (1,05)	-6,97*** (2,06)	-4,12*** (1,18)
Доля населения в городах, где есть ВРТ	-0,02 (0,14)	-0,04 (0,14)	-0,02 (0,15)	0,09 (0,12)
Доля занятых с высшим образованием	1,16*** (0,45)	0,59 (0,42)	1,46* (0,79)	1,28** (0,52)
Доля, имеющих доступ к сети интернет	0,86*** (0,16)	0,28 (0,19)	0,70*** (0,17)	0,76*** (0,11)
Контрольные переменные	+	+	+	+
Количество наблюдений	577	577	577	577
Исправленный R_{adj}^2	0,73	0,34	0,8	0,8
F-статистика	81,3***	18,2***	131,0***	2267***

Примечание. В скобках указаны стандартные ошибки; уровни значимости: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Источник: построено автором в RStudio.

Тогда $\Delta pct_IVF_children_i > 0$ будет выполняться для регионов, где $\ln(Aver_real_income_i) > 9,32$, или в переводе в рубли — больше 11 159 руб.

Полученные результаты показывают, что включение в программу оказало значимое положительное влияние на долю рождений с использованием ВРТ только в более богатых регионах. В бедных регионах наблюдается отрицательный эффект от программы (в выборке за 2017 г. таких регионов было 14). С ростом богатства региона положительный эффект усиливается. Следовательно, включение ЭКО в программу ОМС помогло увеличить частоту использования технологии, но усугубило неравенство в доступе к ней.

Проверка устойчивости: альтернативные факторы

Использование альтернативных переменных, характеризующих одно и то же явление, может оказывать влияние на результаты оценки модели. Для проверки были построены дополнительно шесть моделей следующей конфигурации: 1) данные по клиникам РАРЧ вместо данных по клиникам, собранных автором; 2) общий уровень заболеваемости бесплодием вместо показателя новых диагнозов за год; 3) включение рейтинга здоровья матери и ребенка как характеристики качества функционирования системы; 4–5) включение экологических факторов вместо показателей бесплодия, что обусловлено выявленным в медицинских исследованиях влиянием типов загрязнений окружающей среды на мужской и женский факторы бесплодия; 6) уровень урбанизации как прокси-переменная для территориальной доступности услуги вместо показателя доли населения городов, где есть клиники ВРТ, в общей численности населения региона. В качестве спецификации для включения альтернативных факторов использована модель с фиксированными эффектами регионов.

Увеличение показателя объясняющей силы модели R_{adj}^2 наблюдается только в моделях с включением экологических факторов: рост на 0,01. Таким образом, можно сделать вывод, что экологические переменные немного лучше описывают реальный уровень заболеваемости бесплодием в регионах, чем данные официальной статистики. В остальных моделях альтернативные факторы оказываются незначимыми. Во всех спецификациях сохранялась значимость следующих переменных интереса: логарифма реального среднедушевого дохода (+), неравенства доходов (-), доли занятых с высшим образованием (+), доли домохозяйств, имеющих доступ к интернету (+), в четырех спецификациях из шести значимо включение ЭКО в ОМС и его влияние, сопряженное с уровнем дохода. Результаты оценки базовой спецификации в целом устойчивы относительно использования альтернативных факторов.

Учет пространственных взаимосвязей

Анализ информации, приведенной на сайтах региональных министерств и департаментов здравоохранения, показал, что между близлежащими регионами наблюдается мобильность для получения услуги ВРТ: некоторых пациентов направляют для лечения в другие регионы. Также на сайтах некоторых клиник встречается программа ЭКО по транспортной схеме. При использовании этой программы часть лечения проходит в городе, где проживает пациент, а непосредственно процедура ЭКО осуществляется в клинике в другом городе. Кроме того, в выборке есть регионы, в которых центров проведения ЭКО нет, но показатель доли детей, рожденных с использованием ВРТ, по методике формирования зависимой переменной, автор, тем не менее, рассчитывает. Из этого следует, что показатель рождений с использованием ВРТ в том числе зависит от того, где территориально находится регион и с какими регионами он граничит. Неучет пространственных эффектов может приводить к смещению оценок коэффициентов.

Для учета этих факторов воспользуемся методами моделирования пространственных взаимосвязей. Для этого автор выполняет следующие шаги:

1. Выбор метода для формирования матрицы пространственных весов.
2. Проведение статистических тестов на наличие пространственной зависимости в данных.
3. При наличии значимой взаимосвязи — выбор метода для оценки пространственной панельной регрессии.

Ключевым элементом в анализе пространственных взаимосвязей является матрица пространственных весов. В литературе приводится несколько классов методов создания подобных матриц.

Основой первой группы методов являются географические расстояния между объектами. В качестве расстояний могут быть использованы: расстояния между центрами пространственных объектов, рассчитанные как расстояние между точками на плоскости с координатами широты и долготы (для объектов в одном регионе/районе), как расстояние между точками на окружности (для стран/регионов), как расстояние по железным дорогам [Вакуленко и др., 2012] или по автодорогам [Демидова, 2013], протяженность общих границ.

Для этой группы методов после получения матрицы расстояний между объектами используется несколько вариаций расчета диагональных элементов матрицы пространственных весов (W). Первый вариант — расчет величин, обратных расстоянию (d_{ij}): $w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$, $i \neq j$, или обрат-

ных квадрату расстояния: $w_{ij} = \frac{1}{(d_{ij})^2}$, $i \neq j$ [Иванова, 2019; Getis, Aldstadt, 2004]. Вторым вариантом — использование следующей метрики: $w_{ij} = 1 - \left(\frac{d_{ij}}{\max(d_{ij})} \right)^\gamma$, где $\gamma > 0$ — степень различия

влияния ближних и дальних объектов [Harris et al., 2011]. Чем ближе значение параметра γ к нулю, тем сильнее влияние близких объектов. В любом случае каждый элемент матрицы пространственных весов при $i \neq j$ отражает близость объектов: чем он больше, тем больше схожесть расположения объектов. В рамках данного исследования предполагается, что диагональные элементы $w_{ij} = 0$, $i = j$, поскольку автора интересуют взаимосвязи с другими объектами.

Вторая группа методов — создание матрицы смежности, например, взвешенной матрицы по количеству соседей. Матрицу смежностей создают разными способами на основе использования методов анализа графов. Распространен вариант матрицы, в которой наличие границы обозначается 1 [Коломак, 2010], после чего рассчитывается взвешенная матрица.

Третья группа методов — создание матрицы близости в пространстве характеристик. Матрицы расстояний в физическом пространстве и пространстве характеристик для анализа объединяют.

Для анализа пространственного влияния были использованы два массива данных по расстояниям. Первый массив — данные по расстояниям между центрами регионов, второй — данные по расстояниям по железным дорогам между центрами регионов (если в регионе есть клиники ВРТ, они точно есть в региональном центре), собранные автором. Если в городе нет железнодорожной станции, используется расстояние до ближайшей станции, к которому прибавляется расстояние в пути на автомобиле. Для пар регионов, между которыми нет железнодорожного сообщения, использовалось расстояние перелета на самолете. Такое расстояние будет меньше железнодорожного или автомобильного, и предполагается, что рациональный человек скорее воспользуется перелетом для этих пар регионов, если вообще поедет так далеко. Наконец, для тех регионов, между которыми нет авиасообщения, использован пересадочный перелет: человек доезжает до ближайшего города, имеющего с регионом, куда сложно попасть, авиасообщение, а оттуда добирается на самолете.

Для построения матрицы пространственных весов использованы пять вариантов расчета эле-

ментов: $w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$ и $w_{ij} = 1 - \left(\frac{d_{ij}}{\max(d_{ij})} \right)^\gamma$ со значениями $\gamma = \{1; 0,5; 0,2; 0,1\}$. Для повышения точ-

ности матрицы в анализ включена матрица корректировки с учетом расположения клиник, где $w_{ij} = 0$, если ни в одном из двух регионов нет клиники ЭКО. Для получения итоговой матрицы пространственных весов матрица весов и матрица корректировки перемножаются поэлементно. После перемножения значения по строкам взвешиваются: сумма значений по строке равна 1.

Обратные матрицы для расстояний по железным дорогам и между центрами по прямой очень похожи. Матрицы с большими значениями параметра гамма (1 и 0,5) получаются очень разреженными, так как не придают большего значения более близким регионам, чем более дальним. Поэтому в дальнейшем анализе эти матрицы не используются.

Для тестирования пространственной зависимости разработано несколько тестов [Millo, 2017]. Автор использует тест Морана, или индекс Морана, так как он является наиболее часто применимым к задачам анализа пространственных взаимосвязей. Для теста Морана нулевая гипотеза — отсутствие пространственной взаимосвязи между значениями показателя. Формула для расчета глобального индекса пространственной автокорреляции такова:

$$I_M = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}, \quad (4)$$

где w_{ij} — элемент матрицы пространственных весов, стоящий на пересечении i -й строки и j -го столбца; $x_{i,j}$ — значение переменной, для которой проверяется наличие пространственных взаимосвязей, в данном случае — доля рожденных с использованием ВРТ в регионе.

В табл. 4 приведены результаты оценки индексов Морана по годам с использованием предложенных в предыдущем разделе весовых матриц.

В 2013 г. не наблюдается значимой пространственной взаимосвязи в значениях показателя доли рождений с применением ВРТ по регионам России. В другие годы значимая положительная взаимосвязь наблюдается для всех лет при использовании обратных расстояний и практически для всех лет при использовании другой метрики оценки элементов весовой матрицы. Значения индексов Морана для матриц на базе данных по железным дорогам больше, чем значения для матрицы по обычным расстояниям между центрами. Это говорит о том, что матрицы, основанные на данных по железным дорогам, показывают более тесную пространственную взаимосвязь в данных. Следовательно, их можно считать более точными для улавливания пространственных эффектов. Для дальнейшего анализа автор будет использовать матрицу 2 с обратными расстояниями по железным дорогам, так как оценки индекса Морана для этой матрицы положительны для всех рассматриваемых годов, что согласуется с интуицией о характере пространственных связей.

Таблица 4. Значения коэффициента Морана для различных типов матриц пространственных весов

Год	Матрица 1	Матрица 2	Матрица 3	Матрица 4
2017	0,019*	0,030**	0,002**	0,006**
2016	0,070***	0,071***	0,014***	0,017***
2015	0,044***	0,051***	-0,004	-0,002*
2014	0,028**	0,037***	-0,002*	0,005*
2013	0,005	0,013	-0,007	-0,006
2012	0,023**	0,036**	0,007***	0,009***
2011	0,008	0,015*	-0,003	-0,006*

Типы матриц: матрица 1 — обратное расстояние к расстоянию между центрами; матрица 2 — обратное расстояние к расстоянию по железным дорогам; матрица 3 — расстояния по железным дорогам при $\gamma = 0,2$; матрица 4 — расстояния по железным дорогам при $\gamma = 0,1$.

Уровни значимости: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Источник: рассчитано автором в RStudio.

Модели на панельных данных с пространственными эффектами оцениваются либо методом максимального правдоподобия, либо обобщенным методом моментов (может быть использован только для оценки моделей с пространственным взаимодействием в ошибках). Автор этой работы применяет метод максимального правдоподобия: он более универсален относительно пространственных оценок моделей, поскольку может использоваться для оценки всех типов моделей.

Учет пространственных эффектов может осуществляться тремя способами: включение в модель пространственного лага объясняющих переменных, пространственного лага зависимой переменной и расчет пространственных ошибок. В соответствии с этими опциями есть четыре основных типа пространственных моделей с фиксированными эффектами [Kosfeld, 2006; Fischer, Getis, 2009]:

1. Пространственная перекрестная модель с фиксированными эффектами (*Spatial cross-regressive (SLX) model with fixed effects*):

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot x_{jit} + \sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot W(x_{jit}) + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

где α_i — здесь и далее константа для региона i ; β_j — здесь и далее вектор-коэффициент при объясняющей переменной j ; x_{jit} — здесь и далее элемент матрицы объясняющих переменных γ_j — коэффициент при пространственном лаге объясняющей переменной $W(x_{jit})$ — пространственный лаг объясняющей переменной j в регионе i в момент времени t ; ε_{it} — здесь и далее случайные ошибки.

2. Модель с пространственным авторегрессионным лагом и фиксированными эффектами (*Spatial lag model (SAM) with fixed effects*):

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda W(y_{it}) + \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot x_{jit} + \varepsilon_{it}, \quad (6)$$

где λ — коэффициент при пространственном лаге; $W(y_{it})$ — пространственный лаг зависимой переменной для региона i в момент времени t .

3. Модель с пространственным взаимодействием в ошибках с фиксированными эффектами (*Spatial error model (SEM) with fixed effects*):

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot x_{jit} + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it} = \rho W(\varepsilon_{it}) + v_{it}, \quad (7)$$

где ρ — пространственный коэффициент; $W(\varepsilon_{it})$ — пространственный лаг стандартной ошибки в регионе i в момент времени t ; v_{it} — случайная ошибка.

4. Пространственная модель Дарбина с фиксированными эффектами (*Spatial Durbin model with fixed effects*):

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda W(y_{it}) + \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot x_{jit} + \sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot W(x_{jit}) + \varepsilon_{it}. \quad (8)$$

Для решения задач данного исследования автор строит три спецификации пространственных моделей. Первая спецификация — модель с пространственным лагом зависимой переменной: высокий уровень рождений с использованием ЭКО в регионе может быть, во-первых, сигналом использования технологии, что приводит к сетевому эффекту (чем больше людей применяют технологию, тем больше новых людей узнают о ней) и росту спроса со стороны тех, кто ранее сомневался как внутри региона, так и в соседних регионах; во-вторых, может быть

сигналом расширения использования технологии в регионе и привлекать «репродуктивную миграцию», в-третьих, отражать скрытые характеристики качества оказания услуги, которые не были учтены в базовой спецификации модели. Вторая спецификация — модель с пространственным лагом количества клиник: чем больше клиник в близлежащих регионах, тем выше доля рождений с применением технологии в регионе. Третья спецификация — модель Дарбина с включением одновременно пространственного лага зависимой и объясняющей переменной.

Обратим внимание на то, что оценка пространственных моделей в *RStudio* требует использования сбалансированной панели, поэтому автору пришлось исключить из анализа данные по пяти регионам: для Ивановской области отсутствуют данные о женском бесплодии за 2016 г., для Республики Крым и Севастополя — данные до 2015 г., для Республики Ингушетия — данные по женскому бесплодию за 2014 г. и для Чеченской Республики — данные по индексу Джини за 2010–2011 гг. и данные о доступе к интернету за 2010–2013 гг. В итоге для анализа получена сбалансированная панель за 2011–2017 гг. по 80 регионам РФ.

Обсуждение результатов

Результаты оценки предложенных спецификаций приведены в табл. 5. Все спецификации оценены на основе матрицы обратных расстояний по железным дорогам. Во всех спецификациях пространственная составляющая значима и положительна: рост рождений с использованием ВРТ в одном регионе приводит к росту в близлежащих регионах. Значимо количество клиник ВРТ в ближайших регионах, что важно для анализа доли рожденных с использованием ВРТ для регионов, где нет клиник.

Большинство переменных, значимых в базовой спецификации, остались значимыми и в пространственных моделях: включение ЭКО в программу ОМС (–), ковариата включения ЭКО в ОМС и дохода (+), доля занятых с высшим образованием в общем числе занятых (+, две модели из трех), доля имеющих доступ к интернету (две модели из трех). Отметим, что коэффициент при переменной дохода после включения ЭКО в программу государственных гарантий в моделях с учетом пространственных взаимосвязей больше по абсолютному значению, то есть эти модели оценивают вклад дохода сильнее.

Выбор модели для интерпретации осложнен использованием одновременно панельных данных и оценкой при помощи метода максимального правдоподобия (кроме модели с пространственным лагом объясняющей переменной, которая оценена как обычная модель с фиксированными эффектами). Для сравнения моделей используют логарифм максимального правдоподобия (чем он больше, тем лучше модель) и информационные критерии Акаике или Шварца (чем они меньше, тем лучше). По этим критериям незначительно лучше пространственное распределение описывает модель Дарбина с включением пространственного лага как зависимой, так и объясняющей переменной количества клиник.

Проинтерпретируем коэффициент при переменной включения ЭКО в программу ОМС для этой модели. На основе оценок получаем, что при включении ЭКО в ОМС ($\Delta Ins = 1$) при прочих равных:

$$\Delta pct_IVF_children_i = -2,13 + 0,24 \cdot \ln(Aver_real_income_i), \quad (9)$$

где $\Delta pct_IVF_children_i$ — изменение доли детей, рожденных с использованием ВРТ, в регионе; $\ln(Aver_real_income_i)$ — логарифм реального среднедушевого дохода в регионе. Тогда $\Delta pct_IVF_children_i > 0$ будет выполняться для регионов, где $\ln(Aver_real_income_i) > 8,88$, или в переводе в рубли — больше 7187 руб. При учете «репродуктивной миграции» между регионами пороговый уровень среднего реального дохода, с которого включение ЭКО в ОМС начинает оказывать положительное влияние, ниже, чем в базовой спецификации.

Таблица 5. Результаты оценки пространственных моделей на панельных данных, зависимая переменная: доля детей, рожденных с использованием ВРТ, в общем числе рожденных живыми

	Модель с пространственным лагом зависимой переменной	Модель с пространственным лагом количества клиник	Модель Дарбина
	(1)	(2)	(3)
Пространственный лаг зависимой переменной	0,69*** (0,06)		0,65*** (0,06)
Пространственный лаг количества клиник		2,61*** (0,63)	1,62*** (0,55)
Включение в ОМС	-1,96*** (0,48)	-2,29*** (0,57)	-2,13*** (0,48)
Включение в ОМС * доход	0,22*** (0,07)	0,25*** (0,08)	0,24*** (0,07)
Включение в ОМС * неравенство	-0,34 (1,08)	0,24 (1,27)	-0,3 (1,07)
Неравенство по доходам	-0,22 (0,22)	0,22 (0,27)	-0,35 (0,23)
Доля населения в городах, где есть ВРТ	-1,47 (1,56)	-5,2*** (1,81)	-1 (1,57)
Доля занятых с высшим образованием	1,12* (0,58)	1,44** (0,69)	0,93 (0,58)
Доля, имеющих доступ к интернету	0,24* (0,14)	0,49*** (0,17)	0,11 (0,15)
Контрольные переменные	+	+	+
Количество наблюдений	560	560	560
LogLik	152,45		156,9
AIC	-104,89		-111,8
Adj. R2		0,806	

Примечание. В скобках указаны стандартные ошибки; уровни значимости: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Источник: построено автором в *RStudio*.

Ограничения

Первым и главным ограничением проведенного исследования является отсутствие данных по реальному распределению количества процедур ВРТ и рожденных при помощи ВРТ детей по регионам России. Следовательно, часть выявленных детерминант могут быть не детерминантами доли рождений с использованием ВРТ, а факторами многоплодных родов. Так, в работе

М.С. Егоровой и С.Д. Пьянковой [2010], где анализируется близнецовая рождаемость, приводятся факторы, влияющие на вероятность возникновения многоплодной беременности: возраст, конституциональные особенности, плодовитость, порядок родов. Возраст в моделях может быть фактором не только рождений с использованием ВРТ, но и многоплодных родов.

Второе ограничение анализа — недостаточно длинный временной период. Включение ЭКО в ОМС произошло относительно недавно и было сопряжено в 2013–2015 гг. с постоянными изменениями в механизме финансирования услуги и экономическим кризисом 2014–2015 гг. Для более точного анализа нужно оценить влияние включения на более длинном отрезке времени.

Третье ограничение анализа — отсутствие исследований факторов использования ВРТ на основе индивидуальных данных выборочных обследований по России, возможно, упущены ключевые переменные, которые являются специфическими факторами для нашей страны. И последнее, четвертое ограничение — выбор в качестве метода оценки моделей фиксированных эффектов: часть переменных обладают волатильностью во времени «условно», и их влияние может быть потеряно в процессе анализа.

Заключение

В ходе проведенного исследования выяснилось, что включение ЭКО в ОМС не снизило влияния неравенства на решение об использовании технологии. Включение ЭКО в ОМС оказало значимое воздействие на долю рождений с применением ВРТ только в более богатых регионах. В бедных регионах наблюдается отрицательный эффект. Учет пространственных эффектов немного снижает порог по доходам, начиная с которого включения ЭКО в ОМС оказало положительное влияние. Приведенные оценки порогового уровня дохода носят приблизительный характер, поэтому точно определить границу невозможно.

Чем выше уровень доходов в регионе, тем больше положительный эффект от включения ЭКО в ОМС. Гипотеза о том, что включение ЭКО в ОМС ведет к снижению неравенства в доступе, не подтвердилась. Доходы и неравенство продолжают оказывать влияние на долю рождений. Значимые социальные детерминанты применения ВРТ: доступность информации о процедуре и возможности воспользоваться ей по программе ОМС, а также уровень образования населения. Также в ходе анализа было выявлено значимое положительное влияние пространственных эффектов на долю рождений с использованием ВРТ.

Результаты устойчивы относительно выбора метода оценки модели и замены некоторых переменных на альтернативные. При включении экологических переменных качество модели незначительно повышается, и в некоторых вариациях экологические факторы оказывают значимое влияние. Автор предполагает, что показатели экологии лучше отражают реальную заболеваемость бесплодием, чем официальная статистика.

Для дальнейшего расширения доступности ЭКО по ОМС предлагается воздействовать на значимые детерминанты третьего уровня влияющих факторов — уровня доступности. Первое направление воздействия — неоднородность влияния включения ЭКО в ОМС в зависимости от уровня доходов. Во-первых, использование ЭКО по ОМС влечет за собой дополнительные расходы на анализы перед получением квоты, приобретение лекарств или дополнительные манипуляции, увеличивающие вероятность беременности. Во-вторых, решение о рождении ребенка с использованием ЭКО связано с ощущением финансовой стабильности и достатка. Для воздействия в этом направлении нужно развивать программы поддержки матерей с детьми в регионах низкодходной группы, и проанализировать в региональном разрезе размер допол-

нительных расходов на ЭКО, которые возникают у проходящих лечение, чтобы скорректировать перечень доступных услуг по ОМС.

Второе направление воздействия — доступность информации о процедуре и возможности получить ее по ОМС. В качестве мер в этом направлении предлагается, во-первых, улучшить и унифицировать качество предоставления информации на сайтах региональных министерств и департаментов здравоохранения, во-вторых, порекомендовать государственным клиникам размещать эту информацию на своих сайтах, поскольку анализ показал, что зачастую государственные клиники не предоставляют информацию на своих сайтах в явном виде.

В качестве дальнейшего направления исследования автору представляется интересным анализ территориальных программ государственных гарантий регионов РФ за 2013–2014 гг. для выявления различий сроков включения и финансирования ЭКО по ОМС, возможно, часть регионов все-таки внесла в программу государственных гарантий процедуру позже, чем другие; по крайней мере, такое впечатление складывается после изучения сайтов клиник. Если предположение подтвердится, эффект от политики можно оценить методом «разность разностей».

Список литературы

1. Вакуленко Е.С., Мкртчян Н.В., Фурманов К.К. (2012). Межрегиональная миграция в России: моделирование связи с социально-экономическими индикаторами и влияние фактора расстояния. НИУ ВШЭ: 334–338.
2. Васильева Т.С., Перегонцева Н.В. (2016). Показатели рождаемости и новые репродуктивные технологии в практике здравоохранения на муниципальном уровне // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 15: 36–39.
3. Дадаева Т.М., Баранова В.В. (2019). Вспомогательные репродуктивные технологии в репродуктивном поведении городской молодежи (опыт пилотажного исследования) // Регионология. 27: 138–155. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.106.027.201901.138-155>.
4. Демидова О.А. (2013). Выявление пространственных эффектов для основных макроэкономических показателей российских регионов. НИУ ВШЭ. https://economics.hse.ru/data/2013/12/03/1335971579/Demidova_Article_HSE_2013.pdf
5. Егорова М.С., Пьянкова С.Д. (2010). Динамика близнецовой рождаемости в России (1959–2008) // Психологические исследования: электронный научный журнал. 5: 11.
6. Иванова В. (2019). ВРП и загрязнение окружающей среды в регионах России: пространственно-эконометрический анализ // Квантиль. 14: 53–62.
7. Исупова О.Г. (2017). Вспомогательные репродуктивные технологии: новые возможности // Демографическое обозрение. 4: 35–64.
8. Коломак Е.А. (2010). Пространственные экстерналии как ресурс экономического роста // Регион: экономика и социология. 4: 73–87.
9. Нифантова Р.В., Кривенко Н.В. (2014) Репродуктивные технологии как социальные инновации в системе здравоохранения // Экономика региона. 3: 191–197. <https://doi.org/10.17059/2014-3-19>.
10. Паспорт Национального проекта «Демография» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 № 16).
11. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 30.08.2012 № 107н «О порядке использования вспомогательных репродуктивных технологий, противопоказаниях и ограничениях их применению».

12. Русанова Н.Е. (2013.) Вспомогательные репродуктивные технологии в России: история, проблемы, демографические перспективы // Журнал исследований социальной политики. 11: 69-86.
13. Русанова Н.Е., Гордеева В.Л. (2016). Вспомогательные репродуктивные технологии: потребности и регулирование при низкой рождаемости // Народонаселение. 3: 34-46.
14. Куликов А.Ю., Тищенко Д.Г., Ягудина Р.И. (2017). Фармакоэкономический анализ отдаленных последствий более широкого использования экстракорпорального оплодотворения в лечении бесплодия на региональном и федеральном уровнях с позиции общества в целом и в Российской Федерации // Фармакоэкономика: теория и практика. 1: 34–39.
15. Abramowitz J. (2017). Assisted Reproductive Technology and Women's Timing of Marriage and Childbearing. *Journal of Family and Economic Issues*. 38: 100–117. <https://doi.org/10.1007/s10834-016-9485-4>.
16. Abramowitz J. (2019). Effects of Infertility Insurance Mandates on Maternal Mortality. Panel paper presented at the 2019 APPAM Fall Research Conference, November 7–9, Denver CO.
17. Abramowitz J. (2014). Turning back the ticking clock: the effect of increased affordability of assisted reproductive technology on women's marriage timing. *Journal of Population Economics*. 27: 603–633. <https://doi.org/10.1007/s00148-013-0487-3>.
18. Adamson G.D. (2009). Global Cultural and Socioeconomic Factors That Influence Access to Assisted Reproductive Technologies. *Women's Health*. 5: 351–358. <https://doi.org/10.2217/WHE.09.28>.
19. Bedrick B.S., Anderson K., Broughton D.E., Hamilton B., Jungheim E.S. (2019). Factors associated with early in vitro fertilization treatment discontinuation. *Fertility and Sterility*. 112: 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2019.03.007>.
20. Bennett L.R. (2017). Infertility and inequity across the globe. *Asian Population Studies*. 13: 1–4. <https://doi.org/10.1080/17441730.2016.1176805>.
21. Bitler M.P., Schmidt L. (2012). Utilization of Infertility Treatments: The Effects of Insurance Mandates. *Demography*. 49: 125–149. <https://doi.org/10.2307/41408222>.
22. Buckles K.S. (2013) Infertility Insurance Mandates and Multiple Births. *Health Economics*. 22: 775–789. <https://doi.org/10.1002/hec.2850>.
23. Bundorf M.K., Henne M., Baker L. (2007). Mandated health insurance benefits and the utilization and outcomes of infertility treatments. Available from: <http://www.nber.org/papers/w12820> (April 18, 2020).
24. Carré J., Gatimel N., Moreau J., Parinaud J., Léandri R. (2017) Does air pollution play a role in infertility?: a systematic review. *Environmental health: a global access science source*. 16: 82. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0291-8>.
25. Conforti A., Mascia M., Cioffi G., De Angelis C., Coppola G., De Rosa P., Pivonello R., Alviggi C., De Placido G. (2018). Air pollution and female fertility: a systematic review of literature. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 16: 117. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0433-z>.
26. Crawford S., Boulet S. L., Jamieson D. J., Stone C., Mullen J., Kissin D. M. (2016). Assisted reproductive technology use, embryo transfer practices, and birth outcomes after infertility insurance mandates: New Jersey and Connecticut. *Fertility and Sterility*. 105: 347–355. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2015.10.009>.
27. Di Nisio A., Foresta C. (2019). Water and soil pollution as determinant of water and food quality/contamination and its impact on male fertility. *Reproductive biology and endocrinology: RB&E*. 17: 4. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0449-4>.
28. Fischer M. M., Getis A. (2009). Handbook of applied spatial analysis: software tools, methods and applications. Springer Science & Business Media.

29. Getis A., Aldstadt J. (2004). Constructing the spatial weights matrix using a local statistic. *Geographical Analysis*. 36: 90–104. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2004.tb01127.x>.
30. Hamilton B.H., McManus B. (2012). The effects of insurance mandates on choices and outcomes in infertility treatment markets. *Health Economics*. 21: 994–1016. <https://doi.org/10.1002/hec.1776>.
31. Harris R., Moffat J., Kravtsova V. (2011). In Search of ‘W’. *Spatial Economic Analysis*. 6: 249–270. <https://doi.org/10.1080/17421772.2011.586721>.
32. Kocourkova J., Burcin B., Kucera T. (2014). Demographic relevancy of increased use of assisted reproduction in European countries. *Reproductive Health*. 11: 37. <https://doi.org/10.1186/1742-4755-11-37>.
33. Kosfeld R. (2006). *Spatial Econometrics*. University of Kassel, Germany.
34. Kroeger S., La Mattina G. (2017). Assisted reproductive technology and women’s choice to pursue professional careers. *Journal of Population Economics*. 30: 723–769. <https://doi.org/10.1007/s00148-016-0630-z>.
35. Kuhnt A.-K., Depenbrock E., Unkelbach S. (2018). Reproduktionsmedizin und Familiengründung – Potentiale sozialwissenschaftlicher Datensätze in Deutschland. *Zeitschrift für Familienforschung*. 30: 194–215. <https://doi.org/10.3224/zff.v30i2.04>.
36. Kushnir V. A., Barad D. H., Albertini D. F., Darmon S. K., Gleicher N. (2017). Systematic review of worldwide trends in assisted reproductive technology 2004–2013. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 15: 6. <https://doi.org/10.1186/s12958-016-0225-2>.
37. Leridon H. (2004) Can assisted reproduction technology compensate for the natural decline in fertility with age? A model assessment. *Human reproduction* (Oxford, England). 19: 1548–53. <https://doi.org/10.1093/humrep/deh304>.
38. Lundborg P., Plug E., Rasmussen A.W. (2017). Can Women Have Children and a Career? IV Evidence from IVF Treatments. *American Economic Review*. 107: 1611–1637. <https://doi.org/10.1257/aer.20141467>.
39. Machado M. P., Sanz-de-Galdeano A. (2015). Coverage of infertility treatment and fertility outcomes. *SERIEs* 6: 407–439. <https://doi.org/10.1007/s13209-015-0135-0>.
40. Mandrik O., Knies S., Severens J. (2015). Economic value of in vitro fertilization in Ukraine, Belarus, and Kazakhstan. *ClinicoEconomics and Outcomes Research*. 7: 347–356. <https://doi.org/10.2147/CEOR.S79513>.
41. Mascarenhas M. N., Flaxman S. R., Boerma T., Vanderpoel S., Stevens G. A. (2012). National, Regional, and Global Trends in Infertility Prevalence Since 1990: A Systematic Analysis of 277 Health Surveys. Low N. (Ed.). *PLoS Medicine*. 9: e1001356. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001356>.
42. Millo G. (2017). A simple randomization test for spatial correlation in the presence of common factors and serial correlation. *Regional Science and Urban Economics*. 66: 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2017.05.004>.
43. Righarts A., Dickson N. P., Parkin L., Gillett W. R. (2015). Infertility and outcomes for infertile women in Otago and Southland. Available from: https://www.researchgate.net/publication/302945767_Infertility_and_outcomes_for_infertile_women_in_Otago_and_Southland (March 10, 2020).
44. Sarac M., Koc I. (2018). Prevalence and risk factors of infertility in Turkey: evidence from demographic and health surveys, 1993–2013. *Journal of Biosocial Science*. 50: 472–490. <https://doi.org/10.1017/S0021932017000244>.
45. Schmidt L. (2007). Effects of infertility insurance mandates on fertility. *Journal of Health Economics*. 26: 431–446. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2006.10.012>.
46. Schmidt L. (2005). Infertility Insurance Mandates and Fertility. *American Economic Review*. 95: 204–208.

47. Settumba S. N., Shanahan M., Botha W., Ramli M. Z., Chambers G. M. (2019). Reliability and Validity of the Contingent Valuation Method for Estimating Willingness to Pay: A Case of In Vitro Fertilisation. *Applied Health Economics and Health Policy*. 17: 103–110. <https://doi.org/10.1007/s40258-018-0433-3>.
48. Thonneau P., Spira A. (1990). Prevalence of infertility: international of measurement. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 38: 43–52.
49. Wu B. (2019). Information presentation and consumer choice: Evidence from Assisted Reproductive Technology (ART) Success Rate Reports. *Health Economics*. 28: 868–883. <https://doi.org/10.1002/hec.3900>.

Источники данных

1. Национальный экологический рейтинг субъектов РФ.
2. Регистр Российской ассоциации репродукции человека.
3. ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава Российской Федерации.
4. Федеральная служба государственной статистики.
5. Centers for Disease Control and Prevention, USA.
6. National Vital Statistics Report (CDC), USA.

Сведения об авторе

- Москалева Александра Андреевна, аспирант программы «Математические и инструментальные методы экономики», инженер отдела приема, экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова. E-mail: saschamosk@gmail.com