

Прикладная эконометрика, 2019, т. 56, с. 99–122.

Applied Econometrics, 2019, v. 56, pp. 99–122.

DOI: 10.24411/1993-7601-2019-10019

В. А. Москвина¹

Моделирование межрегиональной мобильности выпускников вузов в России

Целью данной работы является объяснение направлений межрегиональной мобильности выпускников вузов в России. В работе строится эконометрическая модель на основе гравитационной модели миграции. В качестве источника миграционных данных использовался Мониторинг трудоустройства выпускников (2013–2015 гг.). Показано, что применение моделей счетных данных (пуассоновской регрессии), согласно рассчитанным критериям качества предсказаний (MAE и MSE), приводит к более точному оцениванию по сравнению с МНК. Согласно полученным результатам, одной из основных причин наблюдаемой послевузовской мобильности является нехватка рабочих мест для квалифицированных специалистов в регионе. Кроме того, некоторые другие характеристики — высокий уровень брачности и развитая система высшего образования в регионе — способны удерживать молодых людей в регионах, где был окончен вуз. В то же время широкие рекреационные возможности и эффективная система здравоохранения региона прибытия привлекают выпускников из других частей страны.

Ключевые слова: миграция; гравитационная модель; послевузовская миграция; пуассоновская регрессия.

JEL classification: J61; R23.

1. Введение

Изучение причин и направлений послевузовской миграции представляется важной задачей для многих стран. Являясь достаточно квалифицированной частью рабочей силы, выпускники, перемещаясь, могут оказывать существенное влияние на уровень экономической активности территорий. Довольно часто исследования мобильности выпускников концентрируются на эмиграции в другие страны, однако нельзя недооценивать масштабы и значимость перемещений, происходящих внутри страны, т. к. они способны влиять на сбалансированность развития ее частей. При этом уже имеющиеся территориальные неравенства служат причиной внутренней миграции во многих государствах. Например, в Италии и Германии есть значительные различия между северными и южными регионами с точки зрения уровней их экономического развития и условий на рынках труда, что побуждает выпускников к мобильности (Ciriaci, 2014; Buenstorf et al., 2016). Межрегиональные неравенства велики и в России (Vakulenko, 2016). Люди, замечая такие различия, начинают активно мигрировать в благополучные районы, тем самым еще больше

¹ Москвина Виктория Александровна — Экономическая экспертная группа (ЭЭГ), Москва; mtoria@mail.ru.

увеличивая имеющийся разрыв. Согласно данным Росстата², в России в 2017 г. 30, 17 и 25% внутренних мигрантов из Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов соответственно выбрали в качестве нового места проживания западные регионы, в то время как аналогичные доли для территорий европейской части страны составили всего 5–8%, таким образом, имеет место переток населения с востока на запад.

Для того чтобы «догнать» остальные регионы, отстающим необходимо развивать экономику, однако этого невозможно добиться без квалифицированной рабочей силы, источником которой могли бы служить выпускники вузов как образованные люди с большим потенциалом. По этой причине инвестиции в высшее образование можно рассматривать в качестве одного из механизмов сглаживания межрегиональных неравенств. Kang et al. (2017) показали, что в Южной Корее качество университета увеличивало вероятность миграции выпускника из отстающего региона, т. е. фактически молодые люди из бедных регионов могут использовать местные вузы как еще один канал мобильности в развитые районы. Необходимо установить, что побуждает выпускников университетов к миграции. Ответ на этот вопрос помог бы определить, какие дополнительные меры (помимо развития региональных систем высшего образования) нужно осуществить, чтобы удерживать молодых квалифицированных специалистов в регионах окончания вузов, тем самым увеличивая отдачу от инвестиций в высшее образование и повышая шансы этих территорий на сокращение имеющегося отставания в уровне экономического развития. Кроме того, следует обратить внимание на потенциальную успешность мер миграционной политики, применяемой к выпускникам. Во многих работах было показано, что пик миграционной активности приходится на молодые возраста (Кашницкий и др., 2016; Mkrtchyan, Vakulenko, 2019). При этом выпускников университетов чаще всего относят именно к молодежной возрастной группе, а значит, в силу их высокой мобильности можно ожидать, что меры по воздействию на миграционное поведение этой группы населения будут крайне результативны.

Говоря о новизне данной работы, следует признать, что существует множество исследований, в которых изучалась проблема миграции выпускников вузов в развитых странах, например, в Великобритании (McCann, Faggian, 2009), Германии (Haussen, Uebelmesser, 2018; Buenstorf et al., 2016), Канаде (Delisle, Shearmur, 2010). Однако крайне мало работ посвящено России, и большинство из них носят описательный характер, что не позволяет говорить о статистической значимости выявляемых закономерностей. Данное исследование направлено на восполнение этого пробела путем разработки эконометрической модели миграции выпускников вузов. Здесь будут рассмотрены новые миграционные данные, которые на текущий момент использовались только в двух работах (Tesselkina, Timofeeva, 2016; Антосик, Ивашина, 2019).

2. Обзор литературы

Для того чтобы моделировать миграцию, необходимо понимать мотивы людей, принимающих подобное решение. По этой причине в анализ миграции, как правило, включаются не только экономические характеристики регионов, но и социальные, географические и даже климатические факторы, что позволяет учитывать привлекательность территорий

² http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/migr3.xls.

с различных сторон. Однако передвижения выпускников вузов, в отличие от миграции населения в целом, могут иметь свою специфику, а потому необходимо проанализировать, какие факторы используются в исследованиях при изучении данной группы населения.

Учитывая тот факт, что окончание вуза для индивида зачастую сопровождается началом трудовой деятельности³, условия на региональных рынках труда должны играть заметную роль при выборе места для проживания. Во многих исследованиях было показано, что безработица побуждает молодых людей к переезду в более благополучные районы (Hausssen, Uebelmesser, 2018; Buenstorf et al., 2016; Козлов и др., 2017), и что возможность получения большей заработной платы может служить мотивом для миграции (Delisle, Shearmur, 2010; Tesselkina, Timofeeva, 2016; Варшавская, Чудиновских, 2014). При этом интересно, что в Китае миграционный выбор выпускников вузов в силу востребованности специалистов их уровня на рынке труда определяется заработными платами, но не безработицей (Liu et al., 2017). В качестве доступности рабочих мест можно использовать и другие показатели, к примеру, долю людей с высшим образованием в рабочей силе, использовавшуюся для исследования миграции выпускников в Германии (Krabel, Flöther, 2012), или количество вакансий относительно численности населения (Finney et al., 2018). В последней работе авторы показали, что в Бельгии уже трудоустроенные или самозанятые выпускники имеют меньшую вероятность переезда, что также можно учитывать при выборе факторов для моделирования миграции.

Важен и уровень экономического развития региона в целом. Ciriaci (2014) получила для Италии, что чем выше отношение валовой добавленной стоимости в регионе обучения к общей валовой добавленной стоимости страны, тем меньше вероятность выпускника покинуть этот регион. То есть экономические развитые районы способны удерживать молодых людей после того, как они получили высшее образование. Козлов и др. (2017) показали, что российские выпускники, проживающие в регионах с высоким уровнем ВРП, менее склонны к миграции. В то же время в Германии жители таких регионов ожидают меньшее увеличение заработной платы при переезде (Weisser, 2018), т. е., возможно, они все-таки более мобильны, потому что могут себе это позволить с финансовой точки зрения. Интересны результаты, полученные Marinelli (2013) при моделировании миграции молодых людей, окончивших вузы в Италии. И возвратных, и повторных мигрантов сильно привлекают инновационные регионы (в качестве переменных при этом использовались доля занятых в высокотехнологичных секторах, доли государственных и частных расходов на научные исследования и разработки в ВРП, процент региональных инновационных единиц).

Немалое значение при принятии решения о миграции может иметь и стоимость проживания. Варшавская и Чудиновских (2014) пишут о том, что дорогая аренда и высокая стоимость недвижимости могут вынуждать российских выпускников возвращаться в родной регион, несмотря на меньшие карьерные возможности. Привлекательность регионов с доступной арендой была отмечена и Finney et al. (2018) при изучении миграции бельгийских выпускников. Liu et al. (2017) включали как один из факторов отношение расходов на проживание к доходу домохозяйства при моделировании мобильности выпускников в Китае.

Особого внимания заслуживают факторы, отражающие, насколько хорошо регион приспособлен для жизни людей и отвечает их нуждам. Asami et al. (2016) пишут, что для японских

³ К примеру, в России в течение года после окончания обучения трудоустроились 57% выпускников 2014 г. (Козлов и др., 2017).

выпускников наиболее важными характеристиками региона являются удобство и качество жизни (в первую очередь, услуги). Согласно результатам Cigiaci (2014), вероятность миграции выпускника в регион тем больше, чем выше индекс качества жизни региона проживания. При опросе российских студентов (Варшавская, Чуудиновских, 2014) культурная среда и уровень жизни также были среди причин-лидеров для потенциальных мигрантов. Liu et al. (2017) показали, что китайские выпускники едут в места, где имеются хорошие медицинские условия (измерялось числом квалифицированных врачей на 10000 человек населения). Weisser (2018) среди прочих факторов рассматривал рекреационные возможности и предоставление общественных благ (оценивались относительным числом коммунальных работников) в регионах Германии. В некоторых исследованиях в анализ включались переменные, которые позволяли сравнивать регионы с экологической и климатической точек зрения. К примеру, Buenstorf et al. (2016) рассматривали размер рекреационных площадей на душу населения и среднегодовое количество осадков и солнечных часов в регионах Германии, а Liu et al. (2017) показали, что бывших студентов привлекают области с небольшой разницей между температурами января и июля.

Авторы ряда работ включали в анализ послевузовской миграции образовательные характеристики. К примеру, Cigiaci (2014) использовала при моделировании миграции выпускников в Италии рейтинг вузов, число обучающихся на одного преподавателя и несколько фиктивных переменных, отражающих размер университета (по числу студентов). McCann и Faggian (2009) включали в анализ для Великобритании специальный индекс, отражающий исследовательскую активность вузов, однако переменная оказалась статистически незначимой для всех построенных моделей. С учетом того факта, что студентами, как правило, являются молодые люди⁴, для них должны быть верны и некоторые взаимосвязи, установленные для молодежи в целом. Mulligan et al. (2008) показали, что молодым людям в США особенно важны культурная среда и возможности для отдыха, а для молодежи в Корее Kim (2015) обнаружил привлекательность регионов с высокими уровнями брачности.

3. Методология и данные

3.1. Основная модель

Межрегиональная миграция на макроуровне довольно часто моделируется при помощи гравитационной модели, причем она используется как для миграции населения в целом (Andrienko, Guriev, 2004; Bunea, 2012; Вакуленко, 2015), так и непосредственно для миграции выпускников вузов (Delisle, Shearmur, 2010; Tesselkina, Timofeeva, 2016). Расширенная версия гравитационной модели миграции имеет следующий вид:

$$\ln M_{i,j} = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \ln P_j + \beta_3 \ln D_{i,j} + \sum_{k=1}^K \beta_k^i \ln x_i + \sum_{k=1}^K \beta_k^j \ln x_j + \varepsilon_{i,j}, \quad (1)$$

⁴ Например, средний возраст выпускников, участвовавших в российском мониторинге выпускников (<http://vo.graduate.edu.ru>), равен 27 годам (средний возраст несколько выше, чем можно было бы ожидать, поскольку в мониторинге участвуют не только выпускники бакалавриата, специалитета и магистратуры, но и аспиранты, выпускники интернатуры и ординатуры).

где $M_{i,j}$ — число переехавших из региона i в регион j , P_i и P_j — численности населения соответствующих регионов, $D_{i,j}$ — расстояние между регионами, а X_i и X_j — наборы всех остальных характеристик регионов выбытия и прибытия, включаемых в модель (K — число характеристик в каждом наборе, индекс i обозначает регион выбытия, а j — регион прибытия).

Во многих работах были получены результаты, подтверждающие существование базовых свойств гравитационной модели (Zipf, 1949; Fan, 2005; Etzo, 2011): интенсивность миграционного потока положительно зависит от численностей населения регионов выбытия и прибытия, и отрицательно — от расстояния между ними. В расширенную версию модели могут добавляться многие другие региональные характеристики. К примеру, здесь, как и в работе (Lewer et al., 2013), использовался фактор наличия смежной границы между регионами, который увеличивал поток мигрантов между ними. Хорошо известно, что для России характерно явление «западного дрейфа» — довольно многочисленные потоки направлены из менее развитых районов восточной части России в более успешные западные (Мкртчян, 2005; Кашницкий и др., 2016). Чтобы учесть такое исторически сложившееся деление территории, введена фиктивная переменная западного расположения региона, границей которого служат Уральские горы. Помимо прочего, в России есть специфика концентрации населения в двух наиболее крупных городах — Москве и Санкт-Петербурге. Козлов и др. (2017), основываясь на данных Мониторинга⁵, пишут о том, что треть всех выпускников страны, трудоустроившихся в течение года после получения высшего образования, проходили обучение в вузах этих двух городов с их областями. По этой причине здесь добавлены четыре фиктивные переменные для каждого из этих регионов.

Включение остальных факторов в модель происходило на основе проанализированных исследований. Были рассмотрены региональные показатели рынка труда, уровня экономического развития, инфраструктуры, качества жизни, стоимости проживания, а также «молодежные» и некоторые другие характеристики (подробное описание всех рассмотренных переменных см. в табл. П1 в Приложении). Помимо всех вышеперечисленных факторов, в модели включены фиктивные переменные временных периодов (по годам), чтобы уловить влияние возможных макроэкономических изменений на мобильность выпускников.

3.2. Данные

Статистика по миграционным потокам⁶ и некоторым другим характеристикам выпускников вузов была взята с сайта Мониторинга трудоустройства выпускников (<http://vo.graduate.edu.ru>). Это новая база данных, содержащая на текущий момент информацию о студентах, окончивших российские университеты в 2013–2015 гг. Большая часть данных по независимым переменным в модели (различные региональные характеристики, которые описывались выше) была найдена в сборниках «Регионы России. Социально-экономические показатели» (источники данных по всем факторам см. в табл. П1). Мониторинг трудоустройства

⁵ Мониторинг трудоустройства выпускников (<http://vo.graduate.edu.ru>).

⁶ Данные предоставлены Н. Ивашиной и Л. Антосик (Дальневосточный федеральный университет; Волгоградский государственный университет).

выпускников широк по охвату — каждый год туда попадало чуть меньше 70% всех выпускников страны. По этой причине результаты, полученные в данной работе, с большой вероятностью могут быть обобщены для выводов о миграционном поведении российских выпускников в целом. При этом среди попавших в мониторинг более трети трудоустроились в регионе, отличном от того, где они получили высшее образование (табл. 1), а значит, проблема перетока новых квалифицированных специалистов из регионов вузов действительно актуальна для России.

Таблица 1. Доли выпускников, мигрирующих в другие регионы в 2013–2015 гг.

	2013	2014	2015
Общее число выпускников в мониторинге (тысяч человек)	890	846	838
Из них сменило регион проживания (тысяч человек)	286	288	285
Из них сменило регион проживания (%)	32	34	34

Если же обратить внимание на направления межрегиональной мобильности, то наиболее многочисленные потоки ожидаемо были связаны с Москвой, Санкт-Петербургом и их областями (табл. 2). Такая мобильность носит, скорее, исторически сложившийся характер, и вряд ли определяется факторами, включенными в модель. Это подтверждает, что, во-первых, данные регионы сильно отличаются от остальных, а значит, им необходимо уделять отдельное внимание (в частности, проверять робастность результатов относительно таких наблюдений). Во-вторых, при моделировании миграции большую роль могут играть фиксированные эффекты — постоянные во времени характеристики конкретных пар регионов, определяющие интенсивность миграционных потоков между ними. В-третьих, это есть отражение того, что больше всего люди перемещаются между успешными и развитыми регионами.

Таблица 2. Наиболее многочисленные миграционные потоки

Регион выбытия	Регион прибытия	Число выпускников-мигрантов (по годам)		
		2013	2014	2015
Москва	Московская область	18187	15361	14043
Московская область	Москва	7422	8413	9014
Санкт-Петербург	Москва	5075	4736	4567
Москва	Санкт-Петербург	3514	4353	4470
Санкт-Петербург	Ленинградская область	3894	3268	3489

В противоположность приведенным примерам, есть и крайне малочисленные потоки, причем их доля в анализируемых потоках миграции существенна (по 48% из рассматриваемых направлений переехало не более одного человека). Согласно таблице 3, в среднем по каждому направлению переехало около 45 человек. При этом медиана составила всего 2 человека, а 99%-ный квантиль почти в 20 раз меньше максимального значения, что говорит о наличии выбросов справа и преобладании в выборке маленьких значений.

Таблица 3. Описательная статистика миграционных потоков за 2013–2015 гг.

	N	Среднее	Станд. отклонение	Минимум	Максимум	p_{25}	p_{50}	p_{75}	p_{99}
Число мигрантов	18960	45.33	297.4	0	18187	0	2	9	906

Примечание. N — число наблюдений, p_{50} — медиана, p_{25} — нижняя квартиль, p_{75} — верхняя квартиль, p_{99} — 99-ый процентиль.

Как уже отмечалось, главная проблема послевузовской миграции состоит в том, что регионы могут лишаться значительной части человеческого капитала. Для того чтобы понять, насколько серьезными были потери (или, наоборот, приобретения) территорий в плане числа квалифицированных молодых специалистов за весь анализируемый период, были рассчитаны и изображены на карте России миграционные приросты по регионам (рис. 1, нормированы на среднюю численность занятого населения за 2013–2015 гг.).

Можно заметить некоторые общие тенденции: чаще всего выпускники покидают регионы в центральной части России и южные территории, при этом происходит приток в восточные и северные районы. Подобное явление может отчасти быть обусловлено возвратной миграцией в домашние регионы из мест, где было получено высшее образование. К примеру, отрицательный миграционный прирост наблюдался в таких регионах, как Томская и Новосибирская области, Республика Татарстан, которые традиционно рассматриваются как образовательные центры.

Кроме того, можно заметить, что среди регионов с наибольшими миграционными приростами значительная часть является ресурсными регионами: Астраханская, Сахалинская, Тюменская области, Республики Коми, Саха и др. А значит, может иметь место миграция выпускников с целью занятости в добывающей отрасли. Схожие результаты получены в работе (Mkrtchyan, Vakulenko, 2019), где показано, что молодые люди (20–24 года) мигрируют



Рис. 1. Миграционный прирост выпускников (на тысячу человек занятого населения) за 2013–2015 гг.

в области, богатые природными ресурсами. При этом приток молодых людей в регионы совпадал с оттоком студентов в образовательные центры страны, что объяснялось существованием возвратной миграции.

3.3. Способы оценивания модели

Для используемых данных ввиду их структуры целесообразно воспользоваться панельными методами оценивания. В самом простом случае это линейная регрессия с индивидуальными эффектами пар регионов:

$$\ln M_{i,j,t} = \alpha_{i,j} + \ln X_{i,j,t}^T \beta + \varepsilon_{i,j,t}, \quad (2)$$

где $\alpha_{i,j}$ — индивидуальные фиксированные (FE) или случайные (RE) эффекты. При этом необходимо логарифмировать зависимую переменную, чтобы, во-первых, привести гравитационную модель к линейному виду, и, во-вторых, избежать отрицательных прогнозных значений миграционных потоков по оцененным моделям ($\hat{M}_{i,j,t} < 0$), что противоречит используемым данным⁷. Однако применение линейной регрессии к миграционным потокам имеет несколько серьезных недостатков:

1) оценивается не сама зависимая переменная, а ее логарифм, из-за чего оценки эластичностей интенсивности миграционного потока по переменным, включаемым в модель, получаются смещенными и несостоятельными; как следствие, сильно недооцениваются большие потоки и их суммарное значение (Aitkin, Flowerdew, 1982; Silva, Tenreyro, 2006);

2) при логарифмировании приходится добавлять некоторое положительное число к нулевым потокам и, когда их достаточно много, выбор этого числа может сильно влиять на получаемые результаты (Aitkin, Flowerdew, 1982).

Поэтому для моделирования миграции предлагается использовать методы, разработанные специально для данных счетного типа, а именно, пуассоновскую регрессию. Silva, Tenreyro (2006) рассмотрели несколько моделей и показали, что во всех случаях смещение прогнозных значений миграционных потоков по модели при использовании пуассоновской регрессии было небольшим и, по крайней мере в случае гетероскедастичности, она предпочтительнее линейной регрессии. А Martinez-Zarzoso (2013) пишет о том, что пуассоновская регрессия хорошо подходит для больших выборок. Основная предпосылка пуассоновской регрессии заключается в определении условного математического ожидания:

$$E(y_{i,j,t} | \alpha_{i,j}, X_{i,j,t}) = \alpha_{i,j} \exp(X_{i,j,t}^T \beta) = \text{var}(y_{i,j,t} | \alpha_{i,j}, X_{i,j,t}) = \lambda_{i,j,t}, \quad (3)$$

т. е. распределение случайной величины y задается как пуассоновское с параметром $\lambda_{i,j,t}$: $y \sim \text{Poisson}(\lambda_{i,j,t})$. Можно заметить, что при этом делается довольно сильное предположение о равенстве математического ожидания и дисперсии случайной величины y . В отличие от линейной модели, индивидуальные эффекты мультипликативны. В модели RE $\alpha_{i,j}$ — это случайные величины, имеющие гамма-распределение: $\alpha_{i,j} \sim G(1, \eta)$, в то время как в модели

⁷ Число мигрантов между регионами не может быть отрицательным, потому что обратный поток в гравитационной модели рассматривается как отдельное наблюдение.

с фиксированными эффектами $\alpha_{i,j}$ являются параметрами, которые должны быть элиминированы перед оценкой остальных коэффициентов (аналогично линейному случаю). При этом вероятность того, что зависимая переменная примет определенное значение, равна:

$$P(Y = y_{i,j,t} | \alpha_{i,j}, X_{i,j,t}) = \exp(-\lambda_{i,j,t}) \lambda_{i,j,t}^{y_{i,j,t}} / y_{i,j,t}! \quad (4)$$

Отрицательная биномиальная (NB) регрессия с фиксированными эффектами не оценивалась в данной работе по нескольким причинам. Во-первых, по результатам кросс-секционного анализа отрицательная биномиальная модель гораздо хуже подходит для рассматриваемых данных, чем пуассоновская (по рассчитанным критериям качества предсказаний⁸ — см. табл. ПЗ.). Наиболее часто к отрицательной биномиальной регрессии переходят для того, чтобы учесть сверхдисперсию в данных, но, как будет отмечено ниже, для этого достаточно прибегнуть к правильно рассчитанным стандартным ошибкам при оценивании пуассоновской регрессии. Более того, согласно (Allison, Waterman, 2002), NB регрессия с индивидуальными эффектами не является FE моделью в привычном понимании — здесь индивидуальные эффекты включаются в дисперсию, а не в условное математическое ожидание. Поэтому отрицательная биномиальная модель с фиксированными эффектами не может быть сопоставима с линейной и пуассоновской регрессией FE. Учитывая, что нулевые потоки представляют собой треть всей выборки, в качестве более подходящей модели, чем пуассоновская, также можно было бы предложить ZIM (zero inflated model). Несмотря на то что в отдельных работах предлагались способы включения в подобную модель фиксированных эффектов (Majo, Van Soest, 2011; Gilles, Kim, 2013), до сих пор не разработано какой-либо общепринятой модели этого класса, которая позволяла бы учитывать панельную структуру данных. Таким образом, на текущий момент именно пуассоновская регрессия представляется наиболее подходящей для моделирования рассматриваемых здесь данных.

4. Панельный анализ

4.1. Линейная в логарифмах регрессия с фиксированными эффектами

Для того чтобы понять, действительно ли имеются основания для использования панельных методов оценивания, был проведен F -тест на сливаемость данных по объектам (проверялась гипотеза о равенстве констант для каждой пары регионов), который показал, что следует оценивать модель с индивидуальными эффектами пар регионов. Результаты теста Хаусмана ($\chi^2_{34} = 924.79$, p -значение = 0) говорят о том, что эти эффекты должны быть фиксированными. Так как среди набора потенциальных регрессоров были некоторые взаимозаменяемые характеристики (заработная плата работников организаций и оплата труда выпускников вузов, уровень безработицы трудоспособного населения и процент трудоустройства выпускников и т. д.), были оценены различные варианты моделей. Выбор итоговой спецификации происходил при помощи R^2_{within} и по информационным критериям Акаике

⁸ Здесь и далее под критериями качества предсказаний будут иметься в виду MAE (mean absolute error) и MSE (mean squared error).

и Шварца (выбранные переменные приведены в табл. П1). В качестве функциональной формы для FE модели из полулогарифмической и линейной в логарифмах была выбрана вторая, т. к. в ней наблюдался больший R^2 и наименьшие информационные критерии и критерии качества предсказаний.

Сравнение критериев качества предсказаний показало, что модель нужно оценивать без учета диагональных элементов шахматки миграции (это внутрирегиональные перемещения, которые могли бы создать смещение результатов). Для коррекции выявленной межгрупповой гетероскедастичности ($\chi^2_{6320} = 1.3 \cdot 10^{11}$, p -значение = 0) и серийной корреляции ($F_{(1,6399)} = 9.648$, p -значение = 0.0019) были использованы кластерные стандартные ошибки⁹. Что касается эндогенности, то сразу несколько независимых переменных могут вызывать опасения. К примеру, неочевидны причинно-следственные связи между уровнями занятости или заработными платами и интенсивностью миграции. С одной стороны, людей могут привлекать более благоприятные условия на рынке труда, а с другой, они сами своей мобильностью могут служить причиной улучшения этих условий (Vakulenko, 2016). То же можно сказать и о доле рабочих с высшим образованием, и об уровне инновационной активности в регионах. Возможность обратной взаимосвязи частично была исключена при помощи взятия регрессоров с лагом в один год (для тех факторов, где это позволяют имеющиеся данные).

Так как особый интерес в данной работе представляет определение влияния региональных условий рынка труда, факторы, отражающие эти условия (заработные платы, уровни занятости, доля индивидуальных предпринимателей и доля работников с высшим образованием), были выделены в отдельную группу, после чего была осуществлена декомпозиция R^2 по Shapley-based методу, описанному в работе (Israeli, 2007). Результаты приведены в табл. 4. Оказалось, что на эти переменные приходится более 7% полученного R^2 .

Результаты оценки получившейся модели приведены в табл. 6 (модель 1). Как и предполагалось, линейная модель миграции с FE оценивается довольно плохо: R^2_{within} составил всего 2%. Проблема здесь может состоять в том, что при объяснении значительную роль играют фиксированные эффекты и другие неизменные во времени факторы, которые исчезают после *within*-преобразования. По результатам декомпозиции R^2 видно, что на все региональные характеристики, включенные в модель, приходится только 40% объясненной дисперсии потоков миграции, в то время как все остальное приходится на фиктивные переменные пар регионов, которые и интерпретируются как фиксированные индивидуальные эффекты этих пар (или как долгосрочные миграционные тренды). Чтобы выяснить, какие факторы, в свою очередь, формируют эти тренды, была построена дополнительная модель, в которой фиксированные эффекты выступали зависимой переменной.

Таблица 3. Результаты декомпозиции R^2

Группа объясняющих переменных	Индекс Shapley	Доля R^2 , %
Группа фиктивных переменных (фиксированные эффекты)	0.53713	59.21
Все региональные характеристики (за исключением факторов рынка труда)	0.30372	33.48
Переменные, относящиеся к рынку труда	0.06625	7.30
Всего	0.90710	100

⁹ Кластерам соответствуют пары регионов.

Второй проблемой линейной FE-регрессии, как уже отмечалось выше, является большое число нулевых потоков, для которых приходится делать добавку перед логарифмированием, что может создавать значительное смещение оценок. В анализируемом наборе данных на такие потоки приходится треть всей выборки, поэтому можно ожидать, что проблема действительно возникает. Для проверки устойчивости результатов относительно таких наблюдений была оценена дополнительная регрессия на подвыборке ненулевых потоков (результаты приведены в табл. 6 (модель 2)). Заметно, что коэффициенты двух регрессий сильно разнятся не только по значимости, но и по величине, а R^2 возрос до 5%. Все эти наблюдения говорят о том, что результаты не робастны к исключению нулевых потоков.

4.2. Пуассоновская регрессия с фиксированными эффектами

В предыдущем подразделе было показано, что отмечавшиеся в теории недостатки применения линейной регрессии к миграционным данным на практике приводят к плохому оцениванию модели с точки зрения низкой объясняющей силы и неустойчивости получаемых оценок. Для лучшей подгонки и повышения точности результатов необходимо перейти к использованию методов, приспособленных для данных счетного типа. Для пуассоновской регрессии также сравнивались различные комбинации факторов и функциональные формы (по информационным критериям и критериям качества предсказаний). В итоговую модель были включены те же самые переменные, что и в предыдущих регрессиях (см. табл. П1), наиболее подходящей оказалась функциональная форма с логарифмированными независимыми переменными. Снова было замечено, что диагональ миграционной матрицы лучше не учитывать при моделировании (по MAE и MSE). Для выбора между моделями с фиксированными эффектами и со случайными эффектами, как и в линейном случае, использовался тест Хаусмана, результаты которого привели к выбору в пользу фиксированных индивидуальных эффектов ($\chi^2_{35} = 6321$, p -значение = 0).

Для получения состоятельных оценок пуассоновской регрессии крайне важно правильно специфицировать условное математическое ожидание. Silva, Tenreiro (2006) предлагают для проверки использовать RESET-тест. P -значение данного теста для регрессии Пуассона оказалось равным 0.1, а значит, основная гипотеза не отвергается на любом разумном уровне значимости. Таким образом, можно считать, что условное математическое ожидание было правильно специфицировано моделью. Другая проблема, на которую часто обращают внимание при оценивании пуассоновской регрессии — превышение дисперсией среднего значения при работе с реальными данными (сверхдисперсия). Если посмотреть на табл. 3, то, действительно, можно предположить, что подобная проблема актуальна для анализируемой зависимой переменной. Однако, согласно (Cameron, Trivedi, 2009), использование кластерных стандартных ошибок позволяет учесть как корреляцию во времени для каждой пары регионов, так и возможную сверхдисперсию.

Для того чтобы определить, привело ли использование пуассоновской регрессии к лучшим результатам, чем МНК, можно рассчитать те же критерии качества предсказаний. Результаты сравнения моделей приведены в табл. 5. Видно, что все критерии принимают меньшие значения для пуассоновской FE регрессии, а значит, ее оценки ближе к наблюдаемым потокам, чем оценки линейной регрессии с фиксированными эффектами. Вторым критерием качества модели может служить устойчивость результатов относительно

Таблица 4. Сравнение панельных регрессий с фиксированными эффектами

	Критерий сравнения моделей	
	MSE	MAE
Линейная регрессия	1008.7	6.6
Пуассоновская регрессия	579.1	5.5

Таблица 5. Результаты оценивания FE моделей

Регрессоры (в логарифмах для всех моделей)	Модель 1, линейная FE с нулевыми потоками	Модель 2, линейная FE без нулевых потоков	Модель 3, пуассоновская FE с нулевыми потоками	Модель 4, пуассоновская FE без нулевых потоков
	Логарифм миграционного потока	Миграционный поток		
Выпускники <i>i</i>	0.597*** (0.0800)	0.799*** (0.0703)	1.159*** (0.0727)	1.129*** (0.0727)
Выпускники <i>j</i>	-0.0200 (0.0825)	-0.0843 (0.0623)	-0.109 (0.0948)	-0.156* (0.0858)
Зарплата <i>i</i>	-0.699*** (0.263)	-0.336* (0.186)	-0.0748 (0.183)	-0.0158 (0.172)
Зарплата <i>j</i>	0.548** (0.267)	0.415** (0.183)	0.0466 (0.218)	0.144 (0.202)
Трудоустройство <i>i</i>	0.300* (0.176)	0.173 (0.161)	0.751*** (0.167)	0.663*** (0.157)
Трудоустройство <i>j</i>	0.139 (0.175)	0.196 (0.157)	0.521*** (0.173)	0.513*** (0.174)
Предприниматели <i>i</i>	-0.123** (0.0529)	-0.0623 (0.0422)	0.0151 (0.0383)	0.0246 (0.0377)
Предприниматели <i>j</i>	0.0133 (0.0528)	0.0198 (0.0372)	0.00286 (0.0604)	0.00281 (0.0607)
Доля с высшим образованием <i>i</i>	0.773*** (0.193)	0.510*** (0.131)	0.421*** (0.134)	0.378*** (0.131)
Доля с высшим образованием <i>j</i>	-0.406** (0.194)	-0.422*** (0.138)	-0.822*** (0.195)	-0.807*** (0.194)
Вузы <i>i</i>	-0.0166 (0.0279)	0.0101 (0.0557)	-0.115* (0.0618)	-0.111* (0.0637)
Вузы <i>j</i>	0.0647** (0.0325)	0.0567** (0.0232)	0.134** (0.0606)	0.177*** (0.0481)
Преподаватели <i>i</i>	-0.117* (0.0685)	-0.0840 (0.0707)	-0.162** (0.0798)	-0.172** (0.0773)
Преподаватели <i>j</i>	0.236*** (0.0783)	0.202*** (0.0661)	0.142 (0.176)	0.288*** (0.111)
Расходы на отдых <i>i</i>	0.121* (0.0622)	0.147*** (0.0430)	0.0570 (0.0389)	0.0631 (0.0392)
Расходы на отдых <i>j</i>	-0.0371 (0.0608)	0.0248 (0.0415)	0.184*** (0.0532)	0.161*** (0.0474)
Потребительские расходы <i>i</i>	-0.758* (0.410)	-0.350 (0.291)	0.366 (0.309)	0.479 (0.299)
Потребительские расходы <i>j</i>	0.431 (0.412)	0.414 (0.288)	-0.189 (0.346)	-0.148 (0.334)

Окончание табл. 5

В. А. Москвина

Регрессоры (в логарифмах для всех моделей)	Модель 1, линейная FE с нулевыми потоками	Модель 2, линейная FE без нулевых потоков	Модель 3, пуассоновская FE с нулевыми потоками	Модель 4, пуассоновская FE без нулевых потоков
	Логарифм миграционного потока	Миграционный поток		
Коммунальные услуги $_i$	0.276 (0.192)	0.230 (0.166)	0.0658 (0.178)	0.00676 (0.168)
Коммунальные услуги $_j$	-0.413** (0.198)	-0.257* (0.136)	0.150 (0.159)	0.170 (0.159)
Услуги $_i$	-0.187 (0.235)	-0.135 (0.190)	0.156 (0.242)	0.236 (0.234)
Услуги $_j$	0.0272 (0.240)	-0.210 (0.171)	-0.780*** (0.225)	-0.733*** (0.216)
Стоимость жилья $_i$	-0.231* (0.138)	0.0591 (0.106)	0.0122 (0.0905)	0.00135 (0.0907)
Стоимость жилья $_j$	-0.424*** (0.140)	-0.0142 (0.101)	0.0296 (0.124)	0.0529 (0.122)
Инновационный выпуск $_i$	0.000251 (0.0103)	0.00744 (0.00769)	-0.000597 (0.00952)	0.000146 (0.00958)
Инновационный выпуск $_j$	0.0241** (0.00974)	0.0228*** (0.00641)	0.0357*** (0.00731)	0.0351*** (0.00742)
Расходы на исследования $_i$	0.197** (0.0798)	0.0904* (0.0503)	0.0275 (0.0389)	0.0163 (0.0388)
Расходы на исследования $_j$	0.0275 (0.0794)	0.00280 (0.0542)	0.156* (0.0862)	0.132* (0.0797)
Городское население $_i$	3.430* (1.826)	1.842 (1.335)	2.164* (1.178)	1.672 (1.078)
Городское население $_j$	-1.010 (1.756)	-2.832** (1.224)	-2.913 (2.059)	-3.217 (2.178)
Младенческая смертность $_i$	-0.115 (0.0910)	-0.0630 (0.0600)	0.146** (0.0639)	0.127** (0.0606)
Младенческая смертность $_j$	-0.296*** (0.0908)	-0.293*** (0.0675)	-0.256** (0.101)	-0.212** (0.0945)
Уровень брачности $_i$	-0.421 (0.278)	-0.220 (0.199)	-0.632*** (0.223)	-0.669*** (0.220)
Уровень брачности $_j$	0.382 (0.279)	0.190 (0.200)	0.506** (0.222)	0.491** (0.222)
2014 год	-0.0498* (0.0299)	0.00667 (0.0218)	0.0838*** (0.0267)	0.0819*** (0.0269)
2015 год	-0.121** (0.0516)	0.00393 (0.0387)	0.0445 (0.0389)	0.0442 (0.0394)
Константа	-9.741 (11.02)	-0.984 (8.008)		
Число наблюдений	18960	12453	15249	11513
R^2_{within}	0.019	0.051		
Число пар регионов	6320	5083	5083	4143

Примечание. В скобках указаны робастные стандартные ошибки. Уровни значимости: *** — $p < 0.01$, ** — $p < 0.05$, * — $p < 0.1$. i — характеристики региона выбытия, j — характеристики региона прибытия. Подробное описание переменных см. в табл. III.

исключения нулевых потоков. В таблице 6 представлены два варианта регрессии: с учетом нулей (модель 3) и без них (модель 4). Стоит отметить, что в данном случае коэффициенты и их значимость довольно близки по большинству показателей, а значит, полученные результаты можно считать робастными к исключению нулевых потоков, чего нельзя было сказать о линейном случае. Также была проверена устойчивость к исключению потоков, связанных с двумя самыми крупными городами (Москвой и Санкт-Петербургом), миграционные особенности которых уже отмечались выше. Несмотря на то что некоторые различия в значениях коэффициентов и их статистической значимости все-таки наблюдались, принципиальных различий между двумя оцененными моделями не было.

5. Полученные результаты

5.1. Пуассоновская регрессия с фиксированными эффектами

Результаты оценки построенной модели приведены в табл. 6 (модель 3). Число выпускников вузов региона выбытия ожидаемо имеет значимое положительное влияние на интенсивность миграции в силу того, что эти выпускники и служат источником наблюдаемых потоков. Незначимость аналогичного показателя региона прибытия обусловлена тем, что привлекать выпускников должна уже численность всего населения, т. к., согласно базовой гравитационной модели, именно общее число жителей в регионе увеличивает миграционный приток.

Обращаясь к показателям рынка труда, довольно неожиданным оказалось отсутствие значимой зависимости от уровня заработных плат. Предполагалось, что молодых специалистов привлекают высокие заработки и «отталкивают» низкие, однако в полученной модели эти характеристики обоих регионов, участвующих в потоке, оказались незначимыми. Подобный результат может объясняться отсутствием сильной дифференциации уровней заработных плат для начинающих специалистов по регионам страны. Если посмотреть на межрегиональную дифференциацию данной переменной в динамике, можно заметить, что на протяжении рассматриваемого временного интервала разброс оплаты труда (стандартное отклонение, взвешенное на численность населения¹⁰) становился все меньше, а значит, региональные различия с этой стороны, действительно, сокращались. Что касается доли трудоустройства, то здесь показатели регионов выбытия и прибытия имели значимое положительное влияние. Скорее всего, полученный результат объясняется тем фактом, что наибольшая интенсивность миграции (как было показано в табл. 2) наблюдается между самыми развитыми и относительно схожими по предоставляемым возможностям регионами. Доли индивидуальных предпринимателей не были статистически значимыми, т. е. меньшая склонность к миграции самозанятых, обнаруженная в Бельгии (Finney et al., 2018), не выявлена для России.

Было установлено, что выпускники больше покидают регионы с высокой долей работников, имеющих высшее образование, и меньше туда едут. Используя интерпретацию, предложенную Krael, Flöther (2012), можно заключить, что выпускники переезжают туда, где

¹⁰ Стандартное отклонение заработной платы для года t , взвешенное на численность населения, рассчитывалось как $\sigma_t = \sqrt{\sum_{i=1}^{80} (x_{i,t} - \bar{x}_t)^2 n_{i,t} / N_t}$, где $n_{i,t}$ — численность населения в регионе i в году t , $x_{i,t}$ — соответствующая заработная плата, N_t — численность населения во всех 80 регионах в году t , $\bar{x}_t = \sum_{i=1}^{80} x_{i,t} n_{i,t} / N_t$.

у них будут большие шансы на трудоустройство (меньше конкуренция со стороны работников с аналогичным уровнем образования).

Как и в случае послеузовской миграции в Италии (Marinelli, 2013), для российских выпускников подтвердилась привлекательность инновационных регионов. При прочих равных условиях они предпочитали территории с большей долей инновационных товаров и услуг в выпуске и большими объемами затрат на научные исследования и разработки. Таким образом, действительно, люди с высоким уровнем образования нуждаются в соответствующем их квалификации уровне экономического развития региона, а не просто в свободных рабочих местах. В то же время выявлено предпочтение регионов с развитой системой образования (большим числом вузов и числом преподавателей на студентов), что может свидетельствовать о существовании мотива продолжать образование, совмещая его с развитием карьеры.

Полученное положительное влияние долей расходов на отдых в регионе прибытия говорит о том, что выпускникам, как молодым людям, действительно важны рекреационные и культурные возможности, предоставляемые на территории проживания. Незначимость частных расходов, затрат на коммунальные услуги и стоимости жилплощади может объясняться тем, что у недавних студентов еще нет собственного жилья и многие из них во время обучения проживали с родителями, а потому подобные статьи расходов их мало затрагивали. Единственным значимым фактором (с отрицательным влиянием) здесь оказался объем платных услуг в регионе прибытия. Учитывая, что сектор услуг во многом пересекается с рекреационными возможностями, вполне вероятно, что молодые люди не хотят много платить за досуг, который для них так важен. Помимо прочего, выпускников, как молодых людей, привлекали высокие уровни брачности, что согласуется с результатами, полученными Kim (2015) для Кореи.

Положительный значимый коэффициент при доле городского населения региона выбытия может быть обусловлен как интенсивными исходящими потоками из Москвы, Санкт-Петербурга и их областей, которые сильно урбанизированы, так и большей мобильностью городских жителей в целом. Показатели младенческой смертности, взятые как прокси для развитости системы здравоохранения, влияли на мобильность в ожидаемом направлении: высокие значения в регионе выбытия побуждали к переезду в другие регионы и, напротив, не привлекали как потенциальные места для проживания, а значит, выпускники, помимо прочего, ориентируются и на качество жизни в регионе.

5.2. Модель, объясняющая фиксированные эффекты

Помимо основной модели, в данной работе построена дополнительная, которая объясняет существующие долгосрочные миграционные тренды. В роли зависимой переменной выступают фиксированные эффекты, оцененные линейной FE регрессией, а в качестве независимых переменных рассмотрены постоянные и слабо меняющиеся характеристики регионов (подробное описание всех регрессоров см. в табл. П2).

Результаты оценки получившейся модели представлены в табл. 7. Заметно, что географическое расстояние, как и предполагалось, сокращает число мигрантов между регионами, а факт наличия общей границы, напротив, увеличивает, подтверждая значимость психологических и стоимостных издержек переезда на дальние расстояния. Очевидно, что выпускники в европейской части России менее мобильны, чем в восточных регионах, в то же время запад не «притягивает» новых жителей. При этом, учитывая положительное влияние

средней температуры июля в регионе выбытия, можно сказать, что происходит переток из «теплых» (южных) регионов. Это дополняется положительным коэффициентом перед фиктивной переменной на Кавказ для региона выбытия. В целом, такие тенденции были видны и по карте миграционного прироста (рис. 1): больше всего выпускники-мигранты концентрировались в восточных и более северных регионах, а покидали южные. Данное явление объясняется трудовой миграцией в ресурсные регионы (Mkrtchyan, Vakulenko, 2019).

Значимые положительные коэффициенты практически перед всеми фиктивными переменными на города федерального значения с областями отражают уже отмечавшуюся закономерность: наиболее интенсивные потоки мигрантов происходят между самыми богатыми и развитыми регионами. Похожие результаты были получены и для ресурсных регионов: при прочих равных условиях здесь наблюдаются большие входящие и исходящие потоки. Если рассматривать национальный состав, то в регионы с большой долей иных национальностей (помимо русской) едут меньше. Скорее всего, эти районы исторически несколько обособлены, а потому притока нового населения туда не происходит.

Таблица 7. Результаты оценивания модели, объясняющей фиксированные эффекты из линейной модели FE (табл. 6, модель 1)

Переменные	Модель 1	Переменные (продолжение)	Модель 1
Расстояние	-0.000190*** (8.73e-06)	Кавказ_ <i>i</i>	0.495*** (0.105)
Соседство	3.067*** (0.0927)	Кавказ_ <i>j</i>	0.128 (0.0945)
Запад_ <i>i</i>	-0.816*** (0.0811)	Температура января_ <i>i</i>	0.0251*** (0.00561)
Запад_ <i>j</i>	-0.0858 (0.0873)	Температура января_ <i>j</i>	-0.00241 (0.00622)
Москва_ <i>i</i>	2.524*** (0.110)	Температура июля_ <i>i</i>	0.0866*** (0.0105)
Москва_ <i>j</i>	6.120*** (0.0862)	Температура июля_ <i>j</i>	0.00298 (0.0103)
Питер_ <i>i</i>	0.989*** (0.139)	Другие национальности_ <i>i</i>	0.00168 (0.00106)
Питер_ <i>j</i>	4.642*** (0.0935)	Другие национальности_ <i>j</i>	-0.0184*** (0.000952)
Московская область_ <i>i</i>	0.323** (0.150)	Ресурсные_ <i>i</i>	0.256*** (0.0523)
Московская область_ <i>j</i>	3.531*** (0.127)	Ресурсные_ <i>j</i>	0.215*** (0.0521)
Ленинградская область_ <i>i</i>	-0.779*** (0.124)	Константа	-0.449 (0.392)
Ленинградская область_ <i>j</i>	0.936*** (0.115)	Число наблюдений	6320
		R^2	0.481

Примечание. В скобках указаны робастные стандартные ошибки. Уровни значимости: *** — $p < 0.0$, ** — $p < 0.05$, * — $p < 0.1$. *i* — характеристики региона выбытия, *j* — характеристики региона прибытия. Подробное описание переменных см. в табл. П2.

6. Заключение

В работе построена эконометрическая модель, базирующаяся на гравитационной модели миграции и оцененная при помощи пуассоновской регрессии с фиксированными эффектами. Результаты оценивания позволили установить, что ни заработные платы, ни доли трудоустройства не являются характеристиками, определяющими миграционный выбор выпускника. Что действительно важно молодым специалистам, так это возможность найти работу, соответствующую уровню их квалификации, проявляющаяся в предпочтении регионов, активно занимающихся инновациями и исследованиями. Кроме того, на подобные вакансии существует конкуренция среди работников с высшим образованием, которая заставляет недавних студентов переезжать в регионы с большими шансами на трудоустройство, т. е. туда, где доля работников с высшим образованием ниже. Помимо «трудоустройственной» миграции, подтвердилось наличие мотивов продолжения образования.

Было обнаружено, что выпускники покидают южные и западные регионы, отдавая предпочтение богатым природными ресурсами восточным территориям. В то же время наибольшая интенсивность миграции происходит между самыми успешными регионами, а значит, выпускники из развитых районов не только более склонны к миграции, но и предпочитают сохранять привычный уровень жизни, выбирая регион, близкий по характеристикам к тому, где был окончен вуз. При этом значительное внимание уделяется качеству жизни в регионе и развитости инфраструктуры, а стоимость проживания не оказывает существенного влияния.

Выпускники университетов — это ценный человеческий капитал, необходимый отстающим регионам для развития и преодоления имеющегося разрыва. Поэтому так важно не только привлечь молодых людей на данные территории для обучения, но и суметь создать такие условия, чтобы у них не возникало необходимости покидать регионы после получения высшего образования. Очевидно, что в первую очередь послевузовская миграция обусловлена нехваткой рабочих мест для высококвалифицированных специалистов, а значит, следует увеличивать инвестиции в научные разработки и активно внедрять инновации в различные сферы производства, чтобы вывести региональные экономики на новый уровень.

Помимо способности удерживать собственных выпускников, отстающим регионам необходимо уметь привлекать молодых людей с высшим образованием из других частей страны. Поскольку в основном выпускники не склонны переезжать в менее развитые (за исключением ресурсных) районы, необходимо улучшать условия на этих территориях, и, прежде всего, по тем характеристикам, которые служат для молодых людей «притягивающими» факторами. По этой причине в таких регионах нужно развивать систему здравоохранения и повышать качество жизни в целом, расширять предоставляемые рекреационные и образовательные возможности. Перечисленные меры могут способствовать накоплению необходимого для развития отстающих регионов человеческого капитала и более сбалансированному развитию территорий.

Благодарности. Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2019 году. Автор выражает благодарность Е. С. Вакуленко (НИУ ВШЭ) за ценные рекомендации и предложения, а также Л. В. Антосик (Волгоградский государственный университет) и Н. В. Ивашиной (Дальневосточный федеральный университет) за предоставленные данные.

Список литературы

- Антосик Л. В., Ивашина Н. В. (2019). Моделирование пространственной зависимости миграционных потоков выпускников вузов РФ. *Прикладная эконометрика*, 54, 70–89.
- Вакуленко Е. С. (2015). Эконометрический анализ факторов внутренней миграции в России. *Региональные исследования*, 4 (50), 83–98.
- Вакуленко Е. С., Мкртчян Н. В., Фурманов К. К. (2011). Моделирование регистрируемых миграционных потоков между регионами Российской Федерации. *Прикладная эконометрика*, 1 (21), 35–55.
- Варшавская Е. Я., Чудиновских О. С. (2014). Миграционные планы выпускников региональных вузов России. *Вестник Московского Университета*, 6 (3), 36–58.
- Кашницкий И. С., Лешуков О. В., Мкртчян Н. В. (2016). Межрегиональная миграция молодежи в России: комплексный анализ демографической статистики. *Вопросы образования*, 3, 169–203.
- Козлов Д. В., Лешуков О. В., Платонова Д. П. (2017). Где учиться и где работать: межрегиональная мобильность студентов и выпускников университетов. *Современная аналитика образования*, 4 (12), 1–32.
- Мкртчян Н. В. (2005). Миграция в России: западный дрейф. *Демоскоп Weekly*, 185–186.
- Aitkin M., Flowerdew R. (1982). A method of fitting the gravity model based on the Poisson distribution. *Journal of Regional Science*, 22 (2), 191–202.
- Allison P., Waterman R. (2002). Fixed-effects negative binomial regression models. *Sociological Methodology*, 32, 247–265.
- Andrienko Y., Guriev S. (2004). Determinants of interregional mobility in Russia. *Economics of Transition*, 12 (1), 1–27.
- Asami Y., He Z., Tsuchida S., Zhai G. (2016). Migration intentions and their determinants: Comparison of college students in China and Japan. *Asian and Pacific Migration Journal*, 25 (1), 62–84.
- Buenstorf G., Geissler M., Krabel S. (2016). Locations of labor market entry by German university graduates: Is (regional) beauty in the eye of the beholder? *Review of Regional Research*, 36, 29–49.
- Bunea D. (2012). Modern gravity models of internal migration. The case of Romania. *Theoretical and Applied Economics*, 4 (569), 127–144.
- Cameron C., Trivedi P. (2009). *Microeconometrics using Stata*. Stata Press.
- Ciriaci D. (2014). Does university quality influence the interregional mobility of students and graduates? The case of Italy. *Regional Studies*, 10 (48), 1592–1608.
- Delisle F., Shearmur R. (2010). Where does all the talent flow? Migration of young graduates and non-graduates, Canada 1996–2001. *The Canadian Geographer*, 3, 305–323.
- Etzo I. (2011). The determinants of the recent interregional migration flows in Italy: A panel data analysis. *Journal of Regional Science*, 51 (5), 948–966.
- Fan C. C. (2005). Modeling interprovincial migration in China, 1985–2000. *Eurasian Geography and Economics*, 46 (3), 165–184.
- Finney N., Gadeyne S., Imeraj L., Willaert D. (2018). Cities' attraction and retention of graduates: A more-than-economic approach. *Regional Studies*, 8 (52), 1086–1097.
- Gilles R., Kim S. (2013). Distribution-free estimation of zero-inflated models with unobserved heterogeneity. *Working Papers UWEC-2013-03*. University of Washington.
- Haussen T., Uebelmesser S. (2018). Job changes and interregional migration of graduates. *Regional Studies*, 10 (52), 1346–1359.

Israeli O. (2007). A Shapley-based decomposition of the R-square of a linear regression. *The Journal of Economic Inequality*, 5, 1339–1366.

Kang E. T., Kwon O. K., Ma K. R. (2017). Migration behavior of students and graduates under prevailing regional dualism: The case of South Korea. *The Annals of Regional Science*, 58, 209–233.

Kim K. (2015). Determinants of interregional migration flows in Korea by age groups, 1995–2014. *Development and Society*, 44 (3), 365–388.

Krabel S., Flöther C. (2012). Here today, gone tomorrow? Regional labour mobility of German university graduates. *Regional Studies*, 10 (48), 1–19.

Lewer J., Pacheco G. A., Rossouw S. (2013). Do non-economic quality of life factors drive immigration? *Social Indicators Research*, 110, 1–15.

Liu Y., Shen J., Xu W., Wang G. (2017). From school to university to work: Migration of highly educated youths in China. *The Annals of Regional Science*, 59, 651–676.

Majo M. C., Van Soest A. (2011). The fixed-effects zero-inflated Poisson model with an application to health care utilization. *Discussion Paper*, 2011–083. Tilburg University, Center for Economic Research.

Marinelli E. (2013). Sub-national graduate mobility and knowledge flows: An exploratory analysis of onward- and return-migrants in Italy. *Regional Studies*, 10 (47), 1618–1633.

Martinez-Zarzoso I. (2013). The log of gravity revisited. *Applied Economics*, 45, 311–327.

McCann P., Faggian A. (2009). Universities, agglomerations and graduate human capital mobility. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2 (100), 210–223.

Mkrtchyan N., Vakulenko E. (2019). Interregional migration in Russia at different stages of the life cycle. *GeoJournal*, 84 (6), 1549–1565.

Mulligan G. F., Plane D. A., Whisler R. L., Waldorf B. S. (2008). Quality of life and the migration of the college-educated: A life-course approach. *Growth and Change*, 1 (39), 58–94.

Silva S., Tenreyro S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*, 88 (4), 641–658.

Tesselkina K., Timofeeva A. (2016). Local spatial interaction modelling of graduate flows. *AIP Conference Proceedings*, 1772, 060009. <https://doi.org/10.1063/1.4964589>.

Vakulenko E. (2016). Does migration lead to regional convergence in Russia? *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, 1 (9), 1–25.

Weisser R. A. (2018). The price of mobility. How personality and preferences shape the mobility premium of university graduates. *Review of Regional Research*, 1–40.

Zipf G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort*. Addison-Wesley Press.

Поступила в редакцию 22.08.2019;
принята в печать 15.11.2019.

Приложение

Таблица П1. Переменные, использовавшиеся для построения основной модели

Название переменной	Описание
<i>Переменные базовой гравитационной модели</i>	
Миграция*	Число выпускников вузов, закончивших обучение в i -м регионе в 2013, 2014 и 2015 гг. и проживавших в j -м регионе в 2014, 2015 и 2016 гг. соответственно.
Выпускники $_i, _j$ *	Число выпускников образовательных организаций региона в 2013, 2014, 2015 гг.
Расстояние**	Расстояние между административными центрами регионов i и j по ж/д в км
<i>Географические характеристики (фиктивные переменные)</i>	
Соседство	Фиктивная переменная наличия смежной границы регионов i и j
Запад $_i, _j$	Нахождение региона в западной части России (1 — если Запад, 0 — Восток; граница — Уральские горы)
Москва $_i, _j$	1 — если Москва, 0 — иначе
Питер $_i, _j$	1 — если Санкт-Петербург, 0 — иначе
Московская область $_i, _j$	1 — если Московская область, 0 — иначе
Ленинградская область $_i, _j$	1 — если Ленинградская область, 0 — иначе
<i>Показатели рынка труда</i>	
Зарплата $_i, _j$ *	Средняя сумма выплат выпускникам 2013, 2014, 2015 гг. (нормирована на стоимость фиксированного набора товаров и услуг в регионе)
Трудоустройство $_i, _j$ *	Доля трудоустройства выпускников 2013, 2014, 2015 гг., окончивших вуз в данном регионе
Предприниматели $_i, _j$ *	Доля индивидуальных предпринимателей среди выпускников 2013, 2014, 2015 гг.
Доля с высшим образованием $_i, _j$	Доля имеющих высшее образование среди занятого населения региона в 2012, 2013, 2014 гг.
<i>Образовательные характеристики</i>	
Вузы $_i, _j$	Число образовательных организаций высшего образования региона в 2012–2013, 2013–2014, 2014–2015 учебных годах (на 100 тыс. чел. населения)
Преподаватели $_i, _j$ ***	Число выпускников относительно численности профессорско-преподавательского персонала образовательных организаций высшего образования в 2012–2013, 2013–2014, 2014–2015 учебных годах
<i>Инновационная активность регионов</i>	
Расходы на исследования $_i, _j$	Внутренние (выполненные собственными силами организаций) затраты на научные исследования и разработки на душу населения в 2012, 2013, 2014 гг. (нормированы на стоимость фиксированного набора товаров и услуг в регионе)
Инновационный выпуск $_i, _j$	Объем инновационных товаров, работ, услуг (в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг) в 2012, 2013, 2014 гг.
<i>Показатели дороговизны проживания</i>	
Потребительские расходы $_i, _j$	Потребительские расходы в среднем на душу населения в 2012, 2013, 2014 гг. (нормированы на стоимость фиксированного набора товаров и услуг в регионе)

Окончание табл. П1

Название переменной	Описание
Стоимость жилья $_i, _j$	Средняя цена на первичном рынке жилья (руб. за квадратный метр площади) в 2012, 2013, 2014 гг. (нормирована на стоимость фиксированного набора товаров и услуг в регионе)
<i>Характеристики удобства проживания и качества жизни</i>	
Услуги $_i, _j$	Объем платных услуг на душу населения (в руб.) в 2012, 2013, 2014 гг. (нормированы на стоимость фиксированного набора товаров и услуг в регионе)
Коммунальные услуги $_i, _j$	Объем коммунальных услуг на душу населения (в руб.) в 2012, 2013, 2014 гг. (нормированы на стоимость фиксированного набора товаров и услуг в регионе)
Городское население $_i, _j$	Удельный вес городского населения в общей численности населения в 2012, 2013, 2014 гг.
Младенческая смертность $_i, _j$	Коэффициент младенческой смертности (на 1000 родившихся) в 2012, 2013, 2014 гг.
<i>«Молодежные» факторы</i>	
Расходы на отдых $_i, _j$	Доля расходов домохозяйств на организацию отдыха и культурные мероприятия (в процентах от всех потребительских расходов домашних хозяйств) в 2012, 2013, 2014 гг.
Уровень брачности $_i, _j$	Общий коэффициент брачности (на 1000 чел. населения) в 2012, 2013, 2014 гг.

Примечание. Источники данных в таблице:

* — Мониторинг трудоустройства выпускников (<http://vo.graduate.edu.ru/>);

** — предоставлены авторами статьи (Вакуленко и др., 2011);

*** — расчеты автора на основе данных Росстата и Мониторинга трудоустройства выпускников; остальные — Росстат.

Таблица П2. Независимые переменные модели, объясняющей фиксированные эффекты

Название переменной	Описание
Расстояние**	Расстояние между регионами i и j по ж/д в км
Соседство	Фиктивная переменная наличия смежной границы регионов i и j
Запад $_i, _j$	Нахождение региона в западной части России (1 — если Запад, 0 — Восток; граница — Уральские горы)
Москва $_i, _j$	1 — если Москва, 0 — иначе
Питер $_i, _j$	1 — если Санкт-Петербург, 0 — иначе
Московская область $_i, _j$	1 — если Московская область, 0 — иначе
Ленинградская область $_i, _j$	1 — если Ленинградская область, 0 — иначе
Кавказ $_i, _j$	1 — если принадлежит к Северо-Кавказскому федеральному округу, 0 — иначе
Ресурсные $_i, _j$	Фиктивная переменная ресурсного региона (определялась по доле добывающего сектора в ВРП)
Другие национальности $_i, _j$	Процент населения, указавшего принадлежность к иным национальностям, помимо русской (при переписи населения 2010 г.)
Температура января $_i, _j$	Средняя температура января за 2012–2014 гг.
Температура июля $_i, _j$	Средняя температура июля за 2012–2014 гг.

Примечание. ** — данные предоставлены авторами статьи (Вакуленко и др., 2011). Источник остальных данных в таблице — Росстат.

Таблица ПЗ. Сравнение точности предсказаний трех моделей для регрессий на пространственных выборках (за 2013–2015 гг.)

Модель	Критерий сравнения моделей	
	MSE	MAE
Линейная	1.266×10^{13}	55866.36
Пуассоновская	13495.13	25.57
Отрицательная биномиальная	11082822	102.92

Moskvina V. Modelling interregional mobility of university graduates in Russia. *Applied Econometrics*, 2019, v. 56, pp. 99–122.

DOI: 10.24411/1993-7601-2019-10019

Victoria Moskvina

Economic Expert Group (EEG), Moscow, Russian Federation;
mtoria@mail.ru

Modelling interregional mobility of university graduates in Russia

The purpose of this work is to explain the directions of interregional mobility of university graduates in Russia. An econometric model is being developed, based on the gravity model of migration. The Monitoring of graduates' employability (2013–2015) was used as the source of the migration data. It was shown that the use of count data models (Poisson regression) leads to a more precise estimation compared with OLS (according to calculated metrics of prediction accuracy — MAE and MSE). According to the results one of the main reasons for the observed post-graduate mobility is the lack of jobs for qualified specialists in a region. In addition, some other characteristics — high marriage rate and developed system of higher education in a region — are capable of retaining young people in the regions of graduation. At the same time diverse recreational opportunities and effective healthcare system in destination area attract graduates from other parts of the country. The results obtained clarify in which direction the conditions in lagging territories are needed to be improved in order to accumulate human capital, necessary for the start of development in these areas.

Keywords: migration; gravity model; graduate mobility; Poisson regression.

JEL classification: J61; R23.

References

Antosik L., Ivashina N. (2019). Modeling of spatial dependence in the migration flows of graduates of the higher education institutions of the Russian Federation. *Applied Econometrics*, 54, 70–89 (in Russian).

Kashnitskiy I., Leshukov O., Mkrtychyan N. (2016). Interregional migration of youths in Russia: A comprehensive analysis of demographic statistics. *Educational Studies*, 3, 169–203 (in Russian).

Kozlov D. V., Platonova D. P., Leschukov O. V. (2017). Gde učit'sya i gde rabotat': mezhhregionalnaya mobilnost' studentov i vypusnikov universitetov. *Sovremennaya analitika obrazovaniya*, 4 (12), 1–32 (in Russian).

- Mkrtchyan N. (2005). Migraciya v Rossii: zapadny'j drejf. *Demoskop Weekly*, 185–186 (in Russian).
- Vakulenko E. (2015). Econometric analysis of factors of internal migration in Russia. *Regional'nye Issledovaniya*, 4 (50), 83–98 (in Russian).
- Vakulenko E., Mkrtchyan N., Furmanov K. (2011). Modeling registered migration flows between regions of the Russian Federation. *Applied Econometrics*, 1 (21), 35–55 (in Russian).
- Varshavskaya E. Ya., Chudinovskikh O. S. (2014). Migration intentions of graduates of Russia's regional higher educational institutions. *Moscow University Economics Bulletin*, 6 (3), 36–58 (in Russian).
- Aitkin M., Flowerdew R. (1982). A method of fitting the gravity model based on the Poisson distribution. *Journal of Regional Science*, 22 (2), 191–202.
- Allison P., Waterman R. (2002). Fixed-effects negative binomial regression models. *Sociological Methodology*, 32, 247–265.
- Andrienko Y., Guriev S. (2004). Determinants of interregional mobility in Russia. *Economics of Transition*, 12 (1), 1–27.
- Asami Y., He Z., Tsuchida S., Zhai G. (2016). Migration intentions and their determinants: Comparison of college students in China and Japan. *Asian and Pacific Migration Journal*, 25 (1), 62–84.
- Buenstorf G., Geissler M., Krabel S. (2016). Locations of labor market entry by German university graduates: Is (regional) beauty in the eye of the beholder? *Review of Regional Research*, 36, 29–49.
- Bunea D. (2012). Modern gravity models of internal migration. The case of Romania. *Theoretical and Applied Economics*, 4 (569), 127–144.
- Cameron C., Trivedi P. (2009). *Microeconometrics using Stata*. Stata Press.
- Ciriaci D. (2014). Does university quality influence the interregional mobility of students and graduates? The case of Italy. *Regional Studies*, 10 (48), 1592–1608.
- Delisle F., Shearmur R. (2010). Where does all the talent flow? Migration of young graduates and non-graduates, Canada 1996–2001. *The Canadian Geographer*, 3, 305–323.
- Etzo I. (2011). The determinants of the recent interregional migration flows in Italy: A panel data analysis. *Journal of Regional Science*, 51 (5), 948–966.
- Fan C. C. (2005). Modeling interprovincial migration in China, 1985–2000. *Eurasian Geography and Economics*, 46 (3), 165–184.
- Finney N., Gadeyne S., Imeraj L., Willaert D. (2018). Cities' attraction and retention of graduates: A more-than-economic approach. *Regional Studies*, 8 (52), 1086–1097.
- Gilles R., Kim S. (2013). Distribution-free estimation of zero-inflated models with unobserved heterogeneity. *Working Papers UWEC-2013-03*. University of Washington.
- Haussen T., Uebelmesser S. (2018). Job changes and interregional migration of graduates. *Regional Studies*, 10 (52), 1346–1359.
- Israeli O. (2007). A Shapley-based decomposition of the R-square of a linear regression. *The Journal of Economic Inequality*, 5, 1339–1366.
- Kang E. T., Kwon O. K., Ma K. R. (2017). Migration behavior of students and graduates under prevailing regional dualism: The case of South Korea. *The Annals of Regional Science*, 58, 209–233.
- Kim K. (2015). Determinants of interregional migration flows in Korea by age groups, 1995–2014. *Development and Society*, 44 (3), 365–388.
- Krabel S., Flöther C. (2012). Here today, gone tomorrow? Regional labour mobility of German university graduates. *Regional Studies*, 10 (48), 1–19.

Lewer J., Pacheco G. A., Rossouw S. (2013). Do non-economic quality of life factors drive immigration? *Social Indicators Research*, 110, 1–15.

Liu Y., Shen J., Xu W., Wang G. (2017). From school to university to work: Migration of highly educated youths in China. *The Annals of Regional Science*, 59, 651–676.

Majo M. C., Van Soest A. (2011). The fixed-effects zero-inflated Poisson model with an application to health care utilization. *Discussion Paper*, 2011–083. Tilburg University, Center for Economic Research.

Marinelli E. (2013). Sub-national graduate mobility and knowledge flows: An exploratory analysis of onward- and return-migrants in Italy. *Regional Studies*, 10 (47), 1618–1633.

Martinez-Zarzoso I. (2013). The log of gravity revisited. *Applied Economics*, 45, 311–327.

McCann P., Faggian A. (2009). Universities, agglomerations and graduate human capital mobility. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2 (100), 210–223.

Mkrtchyan N., Vakulenko E. (2019). Interregional migration in Russia at different stages of the life cycle. *GeoJournal*, 84 (6), 1549–1565.

Mulligan G. F., Plane D. A., Whisler R. L., Waldorf B. S. (2008). Quality of life and the migration of the college-educated: A life-course approach. *Growth and Change*, 1 (39), 58–94.

Silva S., Tenreyro S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*, 88 (4), 641–658.

Tesselkina K., Timofeeva A. (2016). Local spatial interaction modelling of graduate flows. *AIP Conference Proceedings*, 1772, 060009. <https://doi.org/10.1063/1.4964589>.

Vakulenko E. (2016). Does migration lead to regional convergence in Russia? *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, 1 (9), 1–25.

Weisser R. A. (2018). The price of mobility. How personality and preferences shape the mobility premium of university graduates. *Review of Regional Research*, 1–40.

Zipf G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort*. Addison-Wesley Press.

Received 22.08.2019; accepted 15.11.2019.