

---

---

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

---

---

**Социально-экономические детерминанты болезни Паркинсона  
для развитых и развивающихся стран**

© 2020 г. М.В. Шаклеина, И.Э. Богатова, С.А. Вартанов, И.А. Денисова,  
Н.А. Турдыева, Т.В. Чубарова, В.М. Полтерович

**М.В. Шаклеина,**  
МШЭ МГУ, Москва; e-mail: shakleina.mv@gmail.com

**И.Э. Богатова,**  
МШЭ МГУ, Москва; e-mail: bogatova.irina@gmail.com

**С.А. Вартанов,**  
МШЭ МГУ, Москва; e-mail: sergyart@gmail.com

**И.А. Денисова,**  
МГУ, Москва; e-mail: denisova.irina@gmail.com

**Н.А. Турдыева,**  
ЦБ РФ, Москва; e-mail: ntourdyeva@gmail.com

**Т.В. Чубарова,**  
ИЭ РАН, Москва; e-mail: t\_chubarova@mail.ru

**В.М. Полтерович**  
ЦЭМИ РАН, МШЭ МГУ, Москва; e-mail: polterov@cemi.rssi.ru

Поступила в редакцию 03.05.2020

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00764 «КОМФИ».*

*Авторы признательны анонимному рецензенту за ценные комментарии.*

**Аннотация.** Впервые поставлена и решена задача выявления социально-экономических детерминант болезни Паркинсона (БП) на основе сопоставления характеристик разных стран. Эконометрический анализ панельных данных о 117 странах за 2010–2013 гг. показал, что характер воздействия ряда факторов зависит от принадлежности страны к числу развитых или развивающихся экономик. Для обеих групп заболеваемость болезнью Паркинсона растет с ростом продолжительности жизни и снижается с увеличением доли курящего населения. Кроме того, для развитых стран доля больных падает с ростом душевого потребления рыбы и морепродуктов и увеличивается при повышении объема вносимых удобрений на гектар возделываемой земли. Для развивающихся стран существенными факторами являются доля сельского населения, душевое потребление алкоголя и овощей, причем с ростом первого из этих факторов заболеваемость БП уменьшается, а с ростом второго и третьего — увеличивается. Есть также основания полагать, что в развивающихся странах заболеваемость БП растет с повышением уровня образования; это связано со снижением физической активности представителей соответствующих профессий. Полученные выводы сопоставляются с известными результатами, основанными на изучении выборок пациентов для отдельных стран, и позволяют их уточнить. Результаты настоящей работы могут быть использованы в процедурах отбора пациентов для ранней диагностики БП и особенно важны для развивающихся стран, где обоснованные рекомендации до сих пор отсутствовали.

**Ключевые слова:** болезнь Паркинсона, развитые и развивающиеся страны, социально-экономические детерминанты, межстрановой анализ, панельная регрессия, индивидуальные эффекты, временные эффекты.

**Классификация JEL:** I10, I12, C53.

**DOI:** 10.31857/S042473880012424-5

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Болезнь Паркинсона (БП) является второй по распространенности среди нейродегенеративных расстройств и встречается в основном у лиц старше 60 лет. Этиология болезни до сих пор остается неизвестной, и современные методы лечения не могут остановить прогрессирования заболевания. Выявление социально-экономических и демографических факторов, влияющих на частоту заболевания БП, важно для отбора пациентов, подлежащих специальному обследованию и, возможно, лечению в продромальном периоде, а также для совершенствования системы охраны здоровья и социальной политики в целом, обеспечивающих снижение уровня заболеваемости БП.

Существует значительное число работ, посвященных изучению социально-экономических детерминант БП на выборках пациентов отдельной страны<sup>1</sup>. Исследуется влияние дохода, рода занятий, места проживания, набора потребляемых продуктов и т.п. Однако во многих случаях выводы разных авторов противоречат друг другу. В отличие от проводимых ранее исследований мы стремимся выявить социально-экономические детерминанты заболеваемости БП в междоународном аспекте, уделяя особое внимание различиям в значимости факторов, действующих в развитых и развивающихся странах.

Наши результаты показывают, что характер влияния некоторых факторов существенно зависит от уровня развития страны. Этим, по крайней мере отчасти, объясняются разногласия между авторами опубликованных работ. Кроме того, подавляющее большинство исследований рассматривают выборки пациентов из развитых стран. Представленные ниже результаты позволяют выдвинуть правдоподобные гипотезы для стран, где изучение представительных выборок пациентов не проводилось, и тем самым облегчить формирование групп риска с целью проведения клинических анализов.

## 2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ БП: ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

На выборках пациентов ряда стран предприняты масштабные исследования социально-экономических детерминант БП. Наиболее важные результаты представлены в нижеследующем обзоре.

**Уровень благосостояния.** В работе (Pressley et al., 2005) показано, что в США более высокий социально-экономический статус индивида повышает вероятность заболевания БП и летального исхода. Для Швеции аналогичный результат содержится в (Yang et al., 2016). Причина, по мнению исследователей, состоит в том, что представители групп с низким социально-экономическим статусом более склонны к активностям, снижающим вероятность развития паркинсонизма, в первую очередь курению, ручному труду и физической активности в целом.

**Качество окружающей среды.** Промышленные выбросы, загрязнение воздуха от транспортных средств и другие факторы, ухудшающие качество окружающей среды, повышают заболеваемость БП (см., в частности, (Chinta et al., 2013)).

**Воздействие удобрений.** Тот факт, что работа с удобрениями, содержащими пестициды, повышает риск развития БП, подтверждают многие работы (Chan et al., 1998; Baldereschi et al., 2003; Li, Sundquist J., Sundquist K., 2009), хотя механизм этого воздействия изучен недостаточно (Ball et al., 2019).

**Уровень физической активности и проживание в сельской местности.** Одним из факторов, влияющим на риск заболевания БП, является характер профессиональной деятельности. Исследование (Frigerio et al., 2005) показало, что представители профессий, предполагающих высокий уровень физической активности, менее подвержены БП.

Среди исследователей нет согласия относительно того, как проживание в сельской местности влияет на риск заболевания БП. В ряде работ утверждается, что среди жителей сельских районов заболеваемость БП выше (Peters et al., 2006; Osaki et al., 2010). Вместе с тем в исследовании (Shih et al., 2016), где изучались жители центральной части Калифорнии (проживавшие преимущественно в сельских районах), отмечается, что если исключить из анализа участников, которые подвергаются сильному

<sup>1</sup> Отметим, что междоународный аспект изучался в работе (Winter et al., 2010), однако в ней рассматривались не детерминанты заболевания, а особенности его протекания, которые влияют на качество жизни больного БП.

воздействию пестицидов, то для лиц, занятых сельским хозяйством, подтверждается установленное ранее защитное влияние физической активности на риск развития БП.

Некоторые другие авторы не обнаружили значимой связи между проживанием в сельской местности и БП, но установили, что проживание в крупных мегаполисах увеличивает вероятность БП из-за действия токсических веществ, выделяемых транспортом (Frigerio et al., 2005; Willis et al., 2010).

Интересно отметить, что для жителей Китая проживание в сельской местности и занятие сельским хозяйством оказалось незначимым с точки зрения влияния на заболеваемость БП (Chan et al., 1998).

**Образование.** Занятие умственным трудом снижает физическую активность и, как следствие, повышает риск развития БП. Этот факт продемонстрирован, например, в статье (Li, Sundquist J., Sundquist K., 2009), где анализировалась выборка шведских больных. Было установлено, что мужчины с более высоким уровнем образования в большей мере подвержены БП. В работе (Pressley et al., 2005) также отмечается, что смертность от БП повышается с уровнем образования.

**Курение.** Согласно ряду исследований курение снижает риск заболевания БП (Checkoway et al., 2002; Morens et al., 1996; Abbas, Xu, Tan, 2018)<sup>2</sup>, причем в последней из указанных работ использованы результаты обследований, проведенных в Китае, Гонконге, Японии, Тайване, Сингапуре, Греции, Нидерландах, США. Для Италии аналогичный вывод получен в (Baldereschi et al., 2003).

Вместе с тем авторы (Hernan et al., 2002) обращают внимание на трудность опровержения гипотезы о том, что индивиды, находящиеся на доклинической стадии БП, не склонны к курению.

**Потребление кофе и чая.** Метаанализ 26 исследований, проведенных в Сингапуре, Японии, Китае, Греции, Финляндии и др., показал, что регулярное потребление кофе связано с более низким риском развития БП (Abbas et al., 2018). Согласно (Seidl et al., 2014; Chan et al., 1998), чем больше кофе потребляет индивид, тем меньше у него вероятность развития БП.

Тем не менее в шведской когорте близнецов не было найдено никакой связи между потреблением кофе (кофеина) и риском болезни Паркинсона (Wirdefeldt, Gatz, Pawitan, 2005). Согласно (Saaksjarvi et al., 2008) в Финляндии статистически значимое снижение риска обнаружено только у тех, кто выпивает более десяти чашек кофе в день.

Проведенное в Китае исследование детерминант болезни Паркинсона показало, что регулярное потребление чая для жителей этой страны является значимым фактором, снижающим вероятность паркинсонизма (Chan et al., 1998). Однако (Tan et al., 2008) на выборке жителей Сингапура авторы устанавливают, что этот эффект имеет место только при потреблении черного, а не зеленого чая. Кроме того, в одном из исследований, проведенных среди жителей китайской провинции, вообще не было замечено связи между потреблением чая и риском развития БП (Yang et al., 2015).

**Потребление алкоголя.** Данные о влиянии алкоголя на заболеваемость БП противоречивы. Положительная связь заболеваемости БП и употребления алкоголя обнаружена в статье (Ritz et al., 2007). Согласно (Liu et al., 2013) важен тип употребляемого алкоголя. У индивидов, выпивающих один-два бокала пива в день, вероятность развития БП ниже на 59% по сравнению с теми, кто вообще не употребляет алкоголя. Напротив, у лиц, употребляющих более крепкие спиртные напитки, риск развития БП в два раза выше, чем у тех, кто алкоголя не употребляет. В ряде других работ утверждается, что потребление алкоголя в целом не влияет на заболеваемость БП (Mischley, Lau, Bennett, 2017; Bettiol et al., 2015). Этой же точки зрения придерживаются и авторы фундаментальной монографии (Левин, Федорова, 2012).

**Потребление овощей и фруктов.** Согласно (Lu et al., 2008) свежие овощи и фрукты снижают вероятность развития БП. Большинство фруктов и овощей являются богатыми источниками антиоксидантов, включая витамины А и В (рибофлавин), С и Е, которых не хватает у некоторых пациентов с БП (Seidl et al., 2014). Потребление таких никотинсодержащих овощей, как помидоры, картофель и перец, снижает риск развития БП у индивидов, которые никогда не курили сигарет или табака (Nielsen et al., 2013). Вместе с тем для жителей Китая потребление овощей и фруктов оказалось незначимым с точки зрения влияния на вероятность развития паркинсонизма (Chan et al., 1998).

<sup>2</sup> Отрицательная зависимость между курением и риском развития БП связана с содержащимся в сигаретах никотином, который снижает число поврежденных дофаминовых нейронов (Checkoway et al., 2002).

**Потребление рыбы и морепродуктов.** В работах (Gao et al., 2007; Okubo et al., 2012) утверждается, что потребление свежей рыбы снижает риски развития БП. Вероятно, это связано с тем, что рыбий жир является нейропротектором для многих нейродегенеративных заболеваний, включая БП (Bousquet, Calon, Cicchetti, 2011). Важное уточнение содержится в статье (Mischley, Lau, Bennett, 2017), согласно которой потребление свежей рыбы и свежих овощей снижает риск заболевания БП, в то время как жареная рыба и консервированные овощи влияют на это заболевание негативно.

Отметим также чрезвычайно важный индивидуальный фактор — возраст пациента. Повышение вероятности заболевания БП с возрастом не вызывает сомнения у исследователей. При рассмотрении проблемы на уровне страны эта зависимость отражается во влиянии социально-экономической характеристики «ожидаемая продолжительность жизни» (см., например, (Wanneveich et al., 2018)).

В заключение нашего обзора остановимся на работе (Abbas et al., 2018). В ней сделана первая и, насколько нам известно, единственная попытка выявить различия во влиянии социально-экономических факторов на заболеваемость БП для двух разных групп стран — западных и восточных. Работа не содержит самостоятельных расчетов, а опирается на уже опубликованные исследования. Оказывается, что такими исследованиями охвачено небольшое число стран: всего семь восточных и, примерно, вдвое больше — западных. При этом авторы фактически вынуждены констатировать отсутствие различий в значимых факторах для обеих групп. Этот результат не противоречит нашему подходу, поскольку в обеих группах доля развивающихся стран незначительна: в восточной группе — Китай и Индия, в западной — Бразилия, Аргентина и Болгария.

Проведенный выше анализ публикаций позволяет составить перечень факторов, которые следует рассматривать как возможные социально-экономические детерминанты болезни Паркинсона. Из обзора следует, однако, что в ряде случаев у исследователей нет согласия относительно значимости влияния того или иного фактора на заболеваемость БП, в некоторых случаях спорным является даже направление влияния.

Согласно приведенному выше анализу литературы все исследования показывают, что уровень благосостояния и массовое внесение удобрений повышает риск развития БП, а курение уменьшает этот риск. Выводы разнятся относительно влияния таких факторов, как проживание в сельской местности, потребление алкоголя, а также овощей и фруктов. Нет полной ясности относительно того, как влияет потребление кофе и чая; кажется правдоподобным, что в обоих случаях влияние значимо только если потребление превышает некоторые пороговые значения.

Наша основная гипотеза, тестируемая ниже, состоит в том, что наборы значимых факторов для развитых и развивающихся стран могут различаться. Например, индивид, проживающий в сельской местности развивающейся страны, скорее всего сталкивается с меньшим уровнем загрязнений<sup>3</sup>, чем горожанин, и его профессия связана с более высокой физической нагрузкой. В развитых странах подобные различия могут не наблюдаться вследствие повышенного внимания к экологической безопасности в городах и высокого уровня механизации сельскохозяйственных работ. Аналогично, в развивающихся странах в отличие от развитых экономик заболеваемость БП может увеличиваться с ростом потребления алкоголя вследствие его низкого качества и низкой культуры потребления.

Подчеркнем, что проверить эту гипотезу на основании проведенных до сих пор исследований не представляется возможным, поскольку они касались главным образом развитых стран, да и здесь их охват не превышал 50%. Выборки пациентов были изучены всего у семи развивающихся экономик, что составляет менее 5% их общего числа<sup>4</sup>. Кроме того, эти исследования различались методологией и относились к разным временным периодам.

Результаты межстранового исследования могут оказаться особенно важными для тех стран, где изучения социально-экономических факторов заболеваемости БП до сих пор не проводилось. Насколько нам известно, Россия принадлежит к их числу.

Ниже будут представлены результаты проверки сформулированных в обзоре гипотез, основанные на анализе панельных данных.

<sup>3</sup> Предполагается, что влияние работы с удобрениями учтено отдельной переменной.

<sup>4</sup> Здесь и в дальнейшем мы используем классификацию МВФ, причем к развивающимся относим также и переходные экономики (см. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2019/10/01/world-economic-outlook-october-2019>).

## 3. ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДАННЫХ

В расчетах использовались данные о 117 странах за период 2010–2013 гг., среди них 33 развитые и 84 развивающиеся страны, по классификации МВФ. Расширить перечень стран и рассматриваемый период не удалось из-за отсутствия важных показателей и многочисленных пропусков в соответствующих базах<sup>5</sup>. Перед моделированием все переменные были прологарифмированы. Исследуемые факторы и их обозначения указаны в табл. 1.

В табл. 2 представлены средние и стандартные отклонения используемых переменных по всей выборке и отдельно по экономически развитым и развивающимся странам. В развитых странах распространенность БП (0,199%) существенно выше, чем в развивающихся (0,094%). Как следует из приводимых ниже расчетов, это, в частности, объясняется различием в ожидаемой продолжительности жизни (в среднем 80,13 против 70,21 лет).

Структура потребления населения напрямую зависит от экономического благополучия страны. Потребление рыбы и алкоголя более чем в 2 раза выше в развитых странах. Так, в развитых странах в среднем потребляется 29,39 кг рыбы в год, а в развивающихся странах — 13,33 кг в год. Потребление чая почти в два раза ниже, а потребление кофе почти в четыре раза выше в развитых странах. При этом следует отметить высокую степень разброса значений этой переменной вокруг среднего уровня.

Матрица корреляций между переменными представлена в табл. 3. Она построена по данным за 2010 г. и существенно не отличается от матриц для 2011, 2012 и 2013 г. Следует обратить внимание на сильную парную корреляцию (0,8 и выше) между душевым ВВП (по ППС), ожидаемой продолжительностью жизни, выбросами углекислого газа и уровнем образования. Чтобы избежать мультиколлинеарности при расчете регрессий, были проанализированы модели с разными наборами объясняющих переменных.

**Таблица 1.** Исследуемые факторы, их обозначения и источники данных

| Код переменной      | Название переменной                                                                                   | Источник                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>PD</i>           | Распространенность болезни Паркинсона среди населения страны, в долях (%) общей численности населения | <a href="http://www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool">www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool</a> |
| <i>gdp_ppp</i>      | ВВП на душу населения, ППС                                                                            | <a href="http://www.databank.worldbank.org">www.databank.worldbank.org</a>                             |
| <i>co2</i>          | Выбросы CO <sub>2</sub> , метрические тонны на душу населения                                         | <a href="http://www.databank.worldbank.org">www.databank.worldbank.org</a>                             |
| <i>rural</i>        | Сельское население, % общей численности населения                                                     | <a href="http://www.databank.worldbank.org">www.databank.worldbank.org</a>                             |
| <i>fert</i>         | Использование удобрений, кг на гектар пахотной земли                                                  | <a href="http://www.databank.worldbank.org">www.databank.worldbank.org</a>                             |
| <i>smoking</i>      | Распространенность курения, в возрасте от 15 лет, % общей численности населения*                      | <a href="http://www.databank.worldbank.org">www.databank.worldbank.org</a>                             |
| <i>vegetables</i>   | Потребление овощей, кг на душу населения/год                                                          | <a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>                                                           |
| <i>fruits</i>       | Потребление фруктов, кг на душу населения/год                                                         | <a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>                                                           |
| <i>alcohol</i>      | Потребление алкоголя, л на душу населения/год                                                         | <a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>                                                           |
| <i>fish_seafood</i> | Потребление рыбы и морепродуктов, кг на душу населения/год                                            | <a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>                                                           |
| <i>coffe</i>        | Потребление кофе, кг на душу населения/год                                                            | <a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>                                                           |
| <i>tea</i>          | Потребление чая, кг на душу населения/год                                                             | <a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>                                                           |
| <i>life_exp</i>     | Ожидаемая продолжительность жизни, лет                                                                | <a href="http://www.databank.worldbank.org">www.databank.worldbank.org</a>                             |
| <i>iq</i>           | Уровень образования**, определяется на основе Intelligence–Capital–Index                              | <a href="http://www.kailchan.ca">www.kailchan.ca</a> (Intelligence Capital Index (Apr 2017))           |

\* Распространенность курения — процент мужчин и женщин в возрасте 15 лет и старше, которые в настоящее время курят любой табачный продукт ежедневно или неежедневно. Это исключает употребление бездымного табака.

\*\* См. (Chan, 2017) ([http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC\\_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology\\_Apr-2017\\_v2.pdf](http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf)).

<sup>5</sup> Были рассмотрены базы данных о 217 странах за период с 1990 по 2017 г.

Таблица 2. Средние и стандартные отклонения, основные переменные

| Переменная                                                                                  | Все страны |                        | Развитые страны |                        | Развивающиеся страны |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                                                                                             | Среднее    | Стандартное отклонение | Среднее         | Стандартное отклонение | Среднее              | Стандартное отклонение |
| Распространенность болезни Паркинсона среди населения страны, % общей численности населения | 0,128      | 0,077                  | 0,199           | 0,051                  | 0,094                | 0,062                  |
| ВВП на душу населения по ППС, долл. США                                                     | 19903,21   | 16483,25               | 39021,39        | 13261,68               | 10759,73             | 7688,75                |
| Выбросы CO <sub>2</sub> , метрические т на душу населения                                   | 5,06       | 4,63                   | 9,02            | 4,33                   | 3,17                 | 3,42                   |
| Сельское население, % общей численности населения                                           | 38,28      | 21,08                  | 22,00           | 11,75                  | 46,06                | 20,10                  |
| Внесение удобрений, кг на га пахотной земли                                                 | 178,54     | 264,97                 | 219,00          | 258,24                 | 159,19               | 265,97                 |
| Распространенность курения в возрасте от 15 лет, % общей численности населения              | 23,19      | 9,48                   | 27,02           | 6,50                   | 21,36                | 10,12                  |
| Потребление овощей, кг на душу населения/год                                                | 104,42     | 84,66                  | 116,39          | 38,34                  | 98,70                | 98,96                  |
| Потребление фруктов, кг на душу населения/год                                               | 90,46      | 50,63                  | 104,04          | 34,32                  | 83,96                | 55,64                  |
| Потребление алкоголя, л на душу населения/год                                               | 54,94      | 40,56                  | 90,03           | 35,46                  | 38,16                | 30,98                  |
| Потребление рыбы и морепродуктов, кг на душу населения/год                                  | 18,52      | 15,84                  | 29,39           | 16,77                  | 13,33                | 12,36                  |
| Потребление кофе, кг на душу населения/год                                                  | 3,07       | 3,76                   | 6,27            | 4,32                   | 1,54                 | 2,19                   |
| Потребление чая, кг на душу населения/год                                                   | 0,84       | 1,56                   | 0,55            | 0,52                   | 0,98                 | 1,85                   |
| Ожидаемая продолжительность жизни, лет                                                      | 73,42      | 7,35                   | 80,13           | 2,54                   | 70,21                | 6,71                   |
| Уровень образования, определяется на основе Intelligence–Capital–Index                      | 35,33      | 15,87                  | 53,67           | 9,03                   | 26,56                | 9,79                   |

\* Распространенность курения — доля (процент) мужчин и женщин в возрасте 15 лет и старше, которые в настоящее время курят любой табачный продукт. Частота потребления и употребление бездымного табака не учитываются.

Источник: расчеты авторов на основе [www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool](http://www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool); [www.databank.worldbank.org](http://www.databank.worldbank.org); [www.fao.org](http://www.fao.org); [www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC\\_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology\\_Apr-2017\\_v2.pdf](http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf)

Таблица 3. Матрица парных корреляций между переменными, 2010 г.

| Переменная          | <i>gdp_ppp</i> | <i>co2</i> | <i>rural</i> | <i>fert</i> | <i>smoking</i> | <i>vegetables</i> | <i>fruits</i> | <i>alcohol</i> | <i>fish_seafood</i> | <i>coffe</i> | <i>tea</i> | <i>PD</i> | <i>life_exp</i> | <i>iq</i> |
|---------------------|----------------|------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|---------------|----------------|---------------------|--------------|------------|-----------|-----------------|-----------|
| <i>gdp_ppp</i>      | 1,0            |            |              |             |                |                   |               |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>co2</i>          | 0,9            | 1,0        |              |             |                |                   |               |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>rural</i>        | −0,7           | −0,6       | 1,0          |             |                |                   |               |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>fert</i>         | 0,6            | 0,5        | −0,4         | 1,0         |                |                   |               |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>smoking</i>      | 0,4            | 0,5        | −0,3         | 0,2         | 1,0            |                   |               |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>vegetables</i>   | 0,5            | 0,6        | −0,3         | 0,2         | 0,5            | 1,0               |               |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>fruits</i>       | 0,5            | 0,4        | −0,3         | 0,2         | 0,1            | 0,4               | 1,0           |                |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>alcohol</i>      | 0,3            | 0,2        | −0,2         | 0,0         | 0,2            | 0,1               | 0,2           | 1,0            |                     |              |            |           |                 |           |
| <i>fish_seafood</i> | 0,5            | 0,4        | −0,4         | 0,4         | 0,2            | 0,3               | 0,4           | 0,2            | 1,0                 |              |            |           |                 |           |
| <i>coffe</i>        | 0,4            | 0,4        | −0,4         | 0,0         | 0,2            | 0,3               | 0,3           | 0,5            | 0,2                 | 1,0          |            |           |                 |           |
| <i>tea</i>          | 0,3            | 0,3        | −0,3         | 0,3         | 0,3            | 0,2               | −0,1          | −0,2           | 0,1                 | −0,1         | 1,0        |           |                 |           |
| <i>PD</i>           | 0,8            | 0,8        | −0,5         | 0,5         | 0,6            | 0,5               | 0,3           | 0,5            | 0,4                 | 0,4          | 0,2        | 1,0       |                 |           |
| <i>life_exp</i>     | 0,8            | 0,7        | −0,6         | 0,6         | 0,4            | 0,6               | 0,5           | 0,2            | 0,5                 | 0,3          | 0,2        | 0,8       | 1,0             |           |
| <i>iq</i>           | 0,9            | 0,9        | −0,7         | 0,5         | 0,5            | 0,5               | 0,4           | 0,4            | 0,5                 | 0,4          | 0,2        | 0,9       | 0,8             | 1,0       |

Источник: расчеты авторов на основе [www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool](http://www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool); [www.databank.worldbank.org](http://www.databank.worldbank.org); [www.fao.org](http://www.fao.org); [www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC\\_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology\\_Apr-2017\\_v2.pdf](http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf)

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Учитывая различие в уровнях заболеваемости БП в экономически развитых и развивающихся странах, регрессионный анализ проведен не только для всей выборки, но и отдельно для каждой подвыборки стран. Для оценки использовались три подхода: панельная регрессия с фиксированными эффектами (*FE*), сквозная регрессия (*POOLED*) и регрессия со случайными эффектами (*RE*).

Чтобы учесть гетероскедастичность остатков, во всех моделях для расчета стандартных ошибок коэффициентов использовалась ковариационная матрица Хьюбера—Уайта. Тестирование межгрупповой гетероскедастичности в предположении, что внутри групп гетероскедастичность отсутствует, осуществлялось с помощью опции *xttest3* в STATA.

Спецификации модели оценивались с помощью стандартных тестов Вальда, Бреуша—Пагана и Хаусмана. Во всех случаях первые два теста указывали на предпочтительность моделей с индивидуальными эффектами по сравнению со сквозной регрессией, а тест Хаусмана демонстрировал целесообразность выбора регрессий с фиксированными, а не случайными эффектами.

На первом этапе мы проводим расчеты по всей выборке, чтобы уточнить план дальнейшего исследования, осуществляемого на втором, заключительном, этапе. Результаты первого этапа представлены в табл. 4. Первые четыре модели включают фиксированные эффекты и являются наиболее информативными.

Модель 1 определяется базовыми факторами, которые были рассмотрены выше в обзоре литературы. Модель 2 получена из модели 1 путем последовательного исключения незначимых переменных. В модели 3 к этим переменным добавлен ВВП на душу населения. В модели 4, кроме факторов, учтенных в модели 1, присутствуют временные эффекты. Здесь в число независимых переменных включены бинарные переменные, соответствующие 2011, 2012 и 2013 г., и их произведения на рассматриваемые факторы. При этом, чтобы избежать чрезмерного числа слагаемых в правой части регрессионного уравнения, включение групп мультипликативных членов осуществлялось последовательно. На каждом шаге проводился F-тест на совместную статистическую значимость включаемой группы; при отсутствии значимости группа исключалась из регрессионного уравнения и процесс продолжался. Столбец «Модель 4» табл. 4 отражает результаты расчета по этому алгоритму.

В соответствии с информационными критериями BIC и AIC наилучшим качеством среди рассмотренных моделей обладает модель 4; об этом свидетельствуют существенно меньшие значения этих критериев. Таким образом, и в дальнейших расчетах представляется целесообразным учитывать временные эффекты в аддитивном и мультипликативном вариантах.

Во всех четырех моделях значимым фактором, снижающим заболеваемость БП, является курение. Кроме того, в первой, второй и четвертой моделях значимым оказывается ожидаемая продолжительность жизни<sup>6</sup>, ее рост приводит к росту заболеваемости БП. Результаты, касающиеся таких факторов, как «доля сельского населения», «использование удобрений» и «потребление алкоголя», не обнаруживают подобной устойчивости, хотя знаки соответствующих коэффициентов во всех четырех моделях одинаковые.

Результаты расчета по модели 5 (сквозной регрессии), которая по информационным критериям существенно уступает даже модели 1, приведены в иллюстративных целях; они существенно отличаются от только что рассмотренных. Результаты, близкие к полученным по моделям 1 и 2, дает модель 6 со случайными эффектами. Целесообразность ее использования не подтверждается тестом Хаусмана. Однако мы вынуждены прибегнуть к ее помощи, чтобы исследовать влияние уровня образования на заболеваемость БП, поскольку значения соответствующего индикатора нам известны лишь за один год<sup>7</sup>. Как известно, модель с фиксированными эффектами не позволяет оценивать коэффициенты при неизменных по времени регрессорах, так как предполагает использование преобразования «within», которое элиминирует их из модели.

Расчеты показали, что фактор «уровень образования» значим и при его увеличении заболеваемость БП повышается, что и следовало ожидать в свете приведенного выше обзора. Кроме того, также оказывается значимой включенная в модель бинарная переменная, отражающая принадлежность страны к множеству развитых стран.

<sup>6</sup> Для модели 4 такой вывод получен на основе оценки совокупной значимости четырех членов регрессии, содержащих этот фактор, с помощью теста Вальда.

<sup>7</sup> Значения Intelligence Capital Index (Chan, 2017) по странам рассчитаны только по данным 2015 г.

Таблица 4. Оценки моделей панельной регрессии

| Зависимая переменная — заболеваемость БП         | Модель 1. Базовые факторы (FE) | Модель 2. Последовательное исключение незначимых переменных (FE) | Модель 3. Включение контрольной переменной ВВП по ППС (FE) | Модель 4. Включение в модель 1 фиктивных переменных времени (FE) | Модель 5. Сквозная регрессия (Pooled) | Модель 6. Включение в модель 1 переменных «индекс образования», «уровень экономического развития» и исключение незначимых переменных (RE) |
|--------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ожидаемая продолжительность жизни                | 0,488***                       | 0,466***                                                         | 0,218                                                      | 0,0895                                                           | 4,024***                              | 0,840***                                                                                                                                  |
| Сельское население                               | −0,351***                      | −0,339***                                                        | −0,352***                                                  | −0,0978                                                          | −0,00187                              | −0,150***                                                                                                                                 |
| Выбросы CO <sub>2</sub>                          | −0,0104                        |                                                                  |                                                            | 0,00192                                                          | 0,0858***                             |                                                                                                                                           |
| Использование удобрений                          | 0,00575**                      | 0,00565**                                                        | 0,00421*                                                   | 0,00122                                                          | −0,014                                | 0,00858***                                                                                                                                |
| Курение                                          | −0,341***                      | −0,357***                                                        | −0,296***                                                  | −0,100*                                                          | 0,270***                              | −0,228***                                                                                                                                 |
| Потребление овощей                               | 0,0198                         |                                                                  |                                                            | 0,0140                                                           | 0,120***                              |                                                                                                                                           |
| Потребление фруктов                              | −0,00188                       |                                                                  |                                                            | −0,00633                                                         | −0,141***                             |                                                                                                                                           |
| Потребление алкоголя                             | 0,0213                         |                                                                  |                                                            | 0,0183**                                                         | 0,0986***                             | 0,0332**                                                                                                                                  |
| Потребление рыбы и морепродуктов                 | −0,00309                       |                                                                  |                                                            | 0,00385                                                          | 0,0235                                |                                                                                                                                           |
| Потребление кофе                                 | 0,000474                       |                                                                  |                                                            | 0,0000391                                                        | −0,00404                              |                                                                                                                                           |
| Потребление чая                                  | −0,00132                       |                                                                  |                                                            | −0,00183                                                         | −0,0337***                            |                                                                                                                                           |
| ВВП по ППС                                       |                                |                                                                  | 0,127***                                                   |                                                                  |                                       |                                                                                                                                           |
| Развитая/развивающаяся                           |                                |                                                                  |                                                            |                                                                  |                                       | 0,221*                                                                                                                                    |
| Уровень образования                              |                                |                                                                  |                                                            |                                                                  |                                       | 1,241***                                                                                                                                  |
| 2011 г.                                          |                                |                                                                  |                                                            | −0,275***                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| 2012 г.                                          |                                |                                                                  |                                                            | −0,543***                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| 2013 г.                                          |                                |                                                                  |                                                            | −0,833***                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| <i>t</i> 2011* сельское население                |                                |                                                                  |                                                            | 0,00638**                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| <i>t</i> 2012* сельское население                |                                |                                                                  |                                                            | 0,0130***                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| <i>t</i> 2013* сельское население                |                                |                                                                  |                                                            | 0,0201***                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| <i>t</i> 2011* ожидаемая продолжительность жизни |                                |                                                                  |                                                            | 0,0621***                                                        |                                       |                                                                                                                                           |
| <i>t</i> 2012* ожидаемая продолжительность жизни |                                |                                                                  |                                                            | 0,122***                                                         |                                       |                                                                                                                                           |
| <i>t</i> 2013* ожидаемая продолжительность жизни |                                |                                                                  |                                                            | 0,187***                                                         |                                       |                                                                                                                                           |
| Constant                                         | −6,940***                      | −6,697***                                                        | −6,954***                                                  | −6,829***                                                        | −25,35***                             | −13,87***                                                                                                                                 |
| Observations                                     | 468                            | 468                                                              | 408                                                        | 468                                                              | 468                                   | 468                                                                                                                                       |
| R-squared (within)                               | 0,572                          | 0,559                                                            | 0,593                                                      | 0,7846                                                           | 0,824                                 |                                                                                                                                           |
| Тест Вальда F-stat / Prob > F = 0,0              | 1438,94 / 0,0                  | 2165,17 / 0,0                                                    | 2247,31 / 0,0                                              | 2771,52 / 0,0                                                    | —                                     | —                                                                                                                                         |
| Тест Бреуша—Пагана / Prob > chibar2 = 0,0        | 677,25 / 0,0                   | 688,57 / 0,0                                                     | 690,27 / 0,0                                               | 687,16 / 0,0                                                     | —                                     | 593,85 / 0,0                                                                                                                              |

Окончание таблицы 4

| Зависимая переменная — заболеваемость БП           | Модель 1. Базовые факторы (FE) | Модель 2. Последовательное исключение незначимых переменных (FE) | Модель 3. Включение контрольной переменной ВВП по ППС (FE) | Модель 4. Включение в модель 1 фиктивных переменных времени (FE) | Модель 5. Сквозная регрессия (Pooled) | Модель 6. Включение в модель 1 переменных «индекс образования», «уровень экономического развития» и исключение незначимых переменных (RE) |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F-stat / P-value                                   | 24,93 / 0,0                    | 50,49 / 0,0                                                      | 44,16 / 0,0                                                | 60,28 / 0,0                                                      | 275,10 / 0,0                          | —                                                                                                                                         |
| AIC (информационный критерий Акайке)               | –2628,814                      | –2628,527                                                        | –2664,342                                                  | –2930,121                                                        | 274,0097                              | —                                                                                                                                         |
| BIC (информационный критерий Шварца)               | –2583,18                       | –2611,933                                                        | –2643,6                                                    | –2843,003                                                        | 323,7913                              | —                                                                                                                                         |
| Тест Хаусмана (sigmamore)/ Prob>chi2               | 178,22 / 0,0                   | 149,91 / 0,0                                                     | 120,18 / 0,0                                               | 170,64 / 0,0                                                     | —                                     | 98,01                                                                                                                                     |
| Тест на гетероскедастичность (xttest3) / Prob>chi2 | 560000 / 0,0                   | 2800000 / 0,0                                                    | 720000 / 0,0                                               | 900000 / 0,0                                                     | —                                     | —                                                                                                                                         |
| Статистика Вальда (Wald chi2(7))                   | —                              | —                                                                | —                                                          | —                                                                | —                                     | 780,83                                                                                                                                    |
| Число наблюдений                                   | 117                            | 117                                                              | 117                                                        | 117                                                              | 468                                   | 102                                                                                                                                       |

**Примечание.** В таблице символами «\*\*\*», «\*\*», «\*» отмечены оценки, значимые на уровне 1, 5 и 10% соответственно.

*Источник:* расчеты авторов на основе [www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool](http://www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool); [www.databank.worldbank.org](http://www.databank.worldbank.org); [www.fao.org](http://www.fao.org); [www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC\\_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology\\_Apr-2017\\_v2.pdf](http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf)

Последний результат свидетельствует в пользу гипотезы о том, что рассматриваемую проблему целесообразно исследовать на подвыборках развитых и развивающихся стран. Дополнительными аргументами являются неустойчивость ряда результатов, а также высокий уровень влияния душевого ВВП в модели 3. В результате его включения в состав независимых переменных оказался незначимым фактор «продолжительность жизни»; это объясняется сильной коррелированностью этих двух показателей: коэффициент корреляции между ними равен 0,8 (см. табл. 3). С целью более строгой проверки указанной гипотезы была построена регрессия, в состав независимых переменных которой были включены все факторы из модели 1 и их произведения на бинарную переменную «развитые / развивающиеся страны». Тест Вальда подтвердил совместную значимость произведений, а тем самым и целесообразность раздельного изучения двух подвыборок.

Результаты расчетов по подвыборкам, проведенных на втором этапе, представлены в табл. 5. В каждом случае рассматривались модели трех типов: модели с фиксированными эффектами и базовыми факторами (модели 7 и 10) и модели с фиксированными и случайными эффектами при учете временных бинарных переменных и их произведений на базовые факторы (модели 8, 11 и 9, 12). При этом использовалась описанная выше процедура последовательного отбора групп интерактивных членов.

Следуя логике построения модели 4, в модели 8 и 11 мы включали только те группы мультипликативных членов, совместная значимость которых была доказана с помощью теста Вальда. Подвергались проверке произведения временных бинарных переменных на следующие параметры: ожидаемая продолжительность жизни, сельское население, выбросы CO<sub>2</sub>, внесение удобрений, курение, потребление овощей, фруктов, алкоголя, рыбы и морепродуктов, а также кофе и чая.

Для развитых стран совместную значимость показала группа произведений, содержащих «курение» в качестве сомножителя, а для развивающихся стран — две группы с показателями «ожидаемая продолжительность жизни» и «курение».

Тест Чоу, проведенный по результатам расчетов на моделях 7, 10 и модели 1, подтвердил вывод о целесообразности отдельного изучения совокупностей развитых и развивающихся стран.

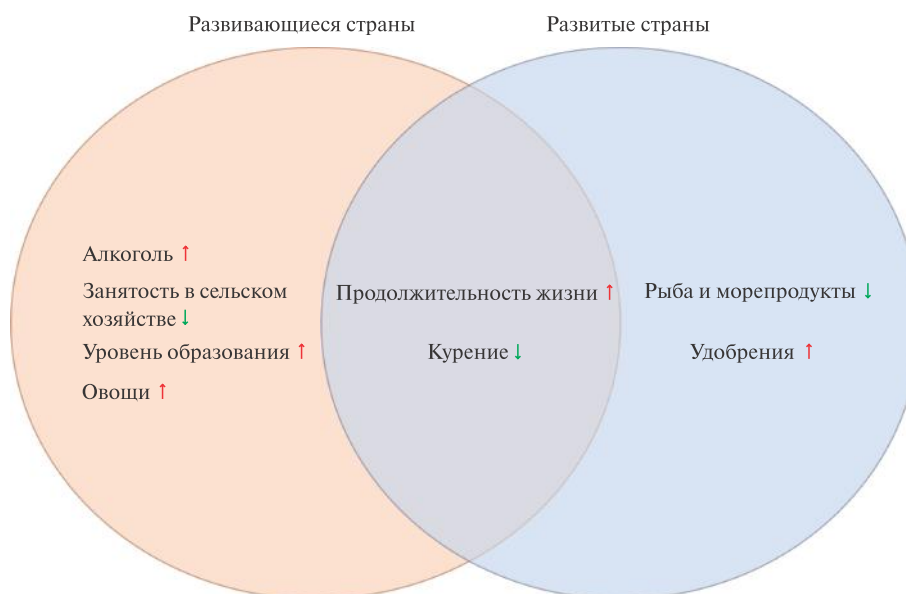
Как следует из данных, представленных в табл. 5, учет временных эффектов теперь уже не приводит к качественно отличным результатам для развитых стран (см. модели 7 и 8). Для развивающихся стран

Таблица 5. Оценки моделей панельной регрессии для развитых и развивающихся стран

| Зависимая переменная –<br>заболеваемость БП          | Развитые страны        |                |                              | Развивающиеся страны   |               |                               |
|------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------------------------|------------------------|---------------|-------------------------------|
|                                                      | Модель 7               | Модель 8       | Модель 9.<br>Включение<br>IQ | Модель 10              | Модель 11     | Модель 12.<br>Включение<br>IQ |
|                                                      | Независимая переменная |                |                              | Независимая переменная |               |                               |
|                                                      | FE                     | FE             | RE                           | FE                     | FE            | RE                            |
| Ожидаемая продолжительность жизни                    | 2,291***               | 0,722*         | 0,867**                      | 0,268*                 | 0,202         | 0,409**                       |
| Сельское население                                   | –0,0591                | 0,120          | 0,0594                       | –0,504***              | –0,260***     | –0,113**                      |
| Выбросы CO <sub>2</sub>                              | 0,00167                | 0,0252         | 0,00461                      | –0,00675               | –0,00579      | –0,00184                      |
| Использование удобрений                              | 0,0215***              | 0,0128**       | 0,00892                      | 0,00404*               | –0,000510     | 0,000335                      |
| Курение                                              | –0,313***              | –0,118*        | –0,0412                      | –0,306***              | –0,153***     | –0,0716**                     |
| Потребление овощей                                   | –0,0167                | –0,00531       | –0,0109                      | 0,0341***              | 0,0153*       | 0,0285**                      |
| Потребление фруктов                                  | –0,0118                | –0,00169       | –0,00329                     | 0,00490                | –0,00619      | –0,00713                      |
| Потребление алкоголя                                 | 0,0121                 | –0,000197      | 0,0804***                    | 0,0240*                | 0,0166***     | 0,0144**                      |
| Потребление рыбы и морепродуктов                     | –0,105***              | –0,0572**      | –0,0632**                    | 0,0124                 | 0,0133        | 0,00993                       |
| Потребление кофе                                     | 0,0139                 | –0,000736      | 0,00146                      | 0,000524               | 0,0000939     | 0,0000526                     |
| Потребление чая                                      | –0,00149               | –0,00385       | –0,00189                     | –0,00124               | –0,00246      | –0,00151                      |
| 2011 г.                                              |                        | –0,0513        | –0,0535                      |                        | –0,381***     | –0,428***                     |
| 2012 г.                                              |                        | –0,0487        | –0,0451                      |                        | –0,737***     | –0,859***                     |
| 2013 г.                                              |                        | –0,0515        | –0,0435                      |                        | –1,127***     | –1,284***                     |
| <i>t</i> 2011* курение                               |                        | 0,0198*        | 0,0197*                      |                        |               |                               |
| <i>t</i> 2012* курение                               |                        | 0,0231**       | 0,0217*                      |                        |               |                               |
| <i>t</i> 2013* курение                               |                        | 0,0287**       | 0,0262**                     |                        |               |                               |
| <i>t</i> 2011* ожидаемая продолжительность жизни     |                        |                |                              |                        | 0,0854***     | 0,0974***                     |
| <i>t</i> 2012* ожидаемая продолжительность жизни     |                        |                |                              |                        | 0,163***      | 0,193***                      |
| <i>t</i> 2013* ожидаемая продолжительность жизни     |                        |                |                              |                        | 0,246***      | 0,286***                      |
| <i>t</i> 2011* сельское население                    |                        |                |                              |                        | 0,00765*      | 0,00686                       |
| <i>t</i> 2012* сельское население                    |                        |                |                              |                        | 0,0178***     | 0,0170***                     |
| <i>t</i> 2013* сельское население                    |                        |                |                              |                        | 0,0295***     | 0,0274***                     |
| <i>IQ</i>                                            |                        |                | 0,415                        |                        |               | 1,297***                      |
| Constant                                             | –14,83***              | –9,318***      | –11,88***                    | –5,861***              | –6,798***     | –12,64***                     |
| <i>Observations</i>                                  | 132                    | 132            | 132                          | 340                    | 468           | 276                           |
| <i>R-squared (within)</i>                            | 0,760                  | 0,863          |                              | 0,590                  | 0,785         |                               |
| Тест Вальда F-stat / Prob > F = 0,0                  | 730,70 / 0,0           | 1190,08 / 0,0  | 504,49/0,0                   | 1639,00 / 0,0          | 3226,60 / 0,0 | 927,09 / 0,0                  |
| Тест Бреуша–Пагана / Prob > chibar2 = 0,0            | 184,41 / 0,0           | 187,22 / 0,0   | 185,22/ 0,0                  | 485,34 / 0,0           | 491,65 / 0,0  | 395,06 / 0,0                  |
| F-stat / P-value                                     | 42,96 / 0,0            | 30,42 / 0,0    |                              | 30,11 / 0,0            | 46,46 / 0,0   |                               |
| AIC (информационный критерий Акайка)                 | –812,1554              | –872,4084      |                              | –1885,693              | –2107,375     |                               |
| BIC (информационный критерий Шварца)                 | –780,4446              | –820,5179      |                              | –1843,705              | –2027,216     |                               |
| Тест Хаусмана (sigmamore) / Prob > chi2              | 27,07 / 0,0045         | 24,92 / 0,0152 | 24,8 / 0,0158                | 111,89/0,0             | 109,69 / 0,0  | 44,46 / 0,0                   |
| Тест на гетероскедастичность (xttest3) / Prob > chi2 | 9572,96                | 55068,31 / 0,0 |                              | 100000 / 0,0           | 770000 / 0,0  |                               |
| Число наблюдений                                     | 33                     | 33             | 33                           | 84                     | 84            | 69                            |

Примечание. В таблице символами «\*\*\*», «\*\*», «\*» отмечены оценки, значимые на уровне 1, 5 и 10% соответственно.

Источник: расчеты авторов на основе [www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool](http://www.ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool); [www.databank.worldbank.org](http://www.databank.worldbank.org); [www.fao.org](http://www.fao.org); [www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC\\_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology\\_Apr-2017\\_v2.pdf](http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf)



**Рисунок.** Социально-экономические детерминанты БП для развитых и развивающихся стран

между моделями 10 и 11 имеется одно качественное различие: фактор «использование удобрений» значим в первой и незначим во второй. Зато какие-либо противоречия качественного характера между моделью 11 с фиксированными эффектами и моделью 12 со случайными эффектами отсутствуют.

Окончательные выводы должны быть сделаны по результатам расчетов на моделях 8 и 11, характеризующихся наиболее высоким качеством, с вынужденным учетом моделей 9 и 12, когда речь идет о влиянии образования. Два значимых фактора являются общими для обеих групп стран: заболеваемость БП возрастает с повышением ожидаемой продолжительности жизни и падает с увеличением распространенности курения. Кроме того, заболеваемость в развивающихся странах снижается с увеличением доли сельского населения и растет с повышением уровня образования и душевого потребления алкоголя и овощей. В развитых странах уменьшению заболеваемости способствует потребление рыбы и морепродуктов, а вносимые удобрения увеличивают заболеваемость (см. рисунок).

Следует объяснить, почему множества значимых факторов для двух подвыборок не совпадают. Занятие в сельском хозяйстве, как отмечалось выше, связано, с одной стороны, с воздействием химических удобрений, а с другой — с повышенным уровнем физической активности, снижающим заболеваемость БП. Мы контролируем влияние первого фактора, так что в контексте занятия в сельском хозяйстве должны отражать более высокий уровень физической активности. Это, однако, не обязательно верно для развитых стран, где достаточно высок уровень механизации и автоматизации. Вывод, касающийся потребления алкоголя и овощей, нуждается в дополнительной проверке. Возможно, в развивающихся странах более распространено потребление крепкого алкоголя низкого качества. Относительно овощей полученную зависимость можно объяснить тем, что в развивающихся странах овощи, вероятно, содержат больше вредных веществ, прежде всего пестицидов, применяемых для защиты растений от сорняков и вредителей. В развитых странах введены более жесткие ограничения на использование подобных средств.

Выше мы ссылались на работу (Mischley, Lau, Bennett, 2017), где утверждается, что потребление свежей рыбы снижает риск заболевания БП, в то время как жареная рыба влияет негативно. Возможно, что и в этом случае наш вывод обусловлен различиями в стандартах потребления в развитых и развивающихся странах.

Уровень образования повышает заболеваемость БП в развивающихся странах, но незначим в развитых. Повышение уровня образования предполагает менее подвижный характер профессиональных занятий. Однако более высокий уровень физической культуры в развитых странах скорее всего компенсирует этот недостаток.

Средний объем вносимых удобрений на гектар земли почти на 30% выше в развитых странах по сравнению с развивающимися. Кроме того, можно предположить, что в составе удобрений, используемых в развивающихся странах, больше естественных и меньше химических компонент, которые, собственно,

и являются вредными. Возможно, этими двумя обстоятельствами объясняется значимость данного фактора для развитых, но не для развивающихся стран.

## 5. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В данной работе исследование, посвященное выявлению социально-экономических детерминант развития БП, было впервые проведено на макроуровне. В качестве объекта наблюдения была выбрана не когорта больных БП в рамках отдельного диспансера или конкретной страны, а выборка стран. Каждая такая выборка характеризовалась социально-экономическими индикаторами, значения которых предположительно могут влиять на относительную численность больных БП.

В результате моделирования было установлено, что состав детерминант БП зависит от уровня экономического развития страны. Это объясняется различиями в стиле жизни населения, в качестве питания и особенностях производства.

В разд. 2 мы отмечали, что при исследовании влияния таких факторов, как проживание в сельской местности, потребление алкоголя и рыбы, на разных выборках пациентов нередко получаются противоречивые результаты. Настоящая работа предлагает возможное объяснение этих противоречий. В то же время она указывает на то, что и уровень образования, и контакт с удобрениями могут по-разному влиять на пациентов из разных стран.

Предлагаемое исследование детерминант БП позволяет точнее определить список факторов риска, подлежащих рассмотрению на стадии доклинической диагностики БП. Это особенно важно для развивающихся стран, где эпидемиология и генетика БП мало изучены, отсутствует статистика заболеваемости, недостаточен уровень осведомленности о данной болезни (Kaiyrzhanov et al., 2019).

Следует подчеркнуть, однако, что в наших расчетах оказались незначимыми такие факторы, как выбросы CO<sub>2</sub>, потребление фруктов, чая и кофе, которые согласно ряду исследований влияют на риск заболевания БП. Разумеется, их нельзя сбрасывать со счетов. Вопрос о том, почему при межстрановом исследовании получаются подобные результаты, заслуживает дальнейшего рассмотрения. Необходимо уточнить влияние уровня образования, используя более обширные данные, которые позволили бы использовать для этой цели модель с фиксированными эффектами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Левин О.С., Федорова Н.В. (2014). Болезнь Паркинсона. М.: Медпресс-информ. [Levin O.S., Fedorova N.V. (2014). *Parkinson's disease*. Moscow: Medpress-Inform (in Russian).]
- Abbas M.M., Xu Z., Tan L.C.S. (2018). Epidemiology of Parkinson's disease — East versus West. *Movement Disorders Clinical Practice*, 5, 1, 14–28.
- Baldereschi M., Di Carlo A., Vanni P., Ghetti A., Carbonin P., Amaducci L., Inzitari D. (2003). Lifestyle related risk factors for Parkinson's disease: a population based study. *Acta Neurologica Scandinavica*, 108, 4, 239–244.
- Ball N., Teo W-P., Chandra S., Chapman J. (2019). Parkinson's disease and the environment. *Frontiers in Neurology*, 10, 218, 1–8.
- Bettioli S.S., Rose T.C., Hughes C.J., Smith L.A. (2015). Alcohol consumption and Parkinson's disease risk: A review of recent findings. *Journal of Parkinson's Disease*, 5, 3, 425–442.
- Bousquet M., Calon F., Cicchetti F. (2011). Impact of omega-3 fatty acids in Parkinson's disease. *Ageing Research Reviews*, 4, 4, 453–463.
- Chan D.K.Y., Jwoob J., Hoc S.C., Pangd C.P., Lawd L.K., Nge P.W., Hungf W.T., Kwokb T., Huig H., Orrg K., Leunge M.F., Kayb R. (1998). Genetic and environmental risk factors for Parkinson's disease in a Chinese population. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 65, 5, 781–784.
- Chan K.L. (2017). *Intelligence capital index*. Available at: [http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC\\_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology\\_Apr-2017\\_v2.pdf](http://www.kailchan.ca/wp-content/uploads/2017/04/KC_Intelligence-Capital-Index-full-results-and-methodology_Apr-2017_v2.pdf)
- Checkoway H., Powers K., Smith-Weller T., Franklin G.M., Longstreth W.T. Jr., Swanson P.D. (2002). Parkinson's disease risks associated with cigarette smoking, alcohol consumption, and caffeine intake. *American Journal of Epidemiology*, 155, 8, 732–738.
- Chinta S.J., Lieu C.A., DeMaria M., Laberge R.M., Campisi J., Andersen J.K. (2013). Environmental stress, ageing and glial cell senescence: A novel mechanistic link to Parkinson's disease? *Journal of Internal Medicine*, 273, 5, 429–436.

- Frigerio R., Elbaz A., Sanft K.R., Peterson B.J., Bower J.H., Ahlskog J.E., Grossardt B.R., Andrade M., Maraganore D.M., Rocca W.A. (2005). Education and occupations preceding Parkinson disease: A population-based case-control study. *Neurology*, 65, 10, 1575–1583.
- Gao X., Chen H., Fung T.T., Logroscino G., Schwarzschild M.A., Hu F.B., Ascherio A. (2007). Prospective study of dietary pattern and risk of Parkinson disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86, 5, 1486–1494.
- Hernan M.A., Takkouche B., Caamano-Isorna F., Gestal-Otero J.J. (2002). A meta-analysis of coffee drinking, cigarette smoking, and the risk of Parkinson's disease. *Annals of Neurology*, 52, 3, 276–284.
- Kaiyrzhanov R., Rizig M., Aitkulova A., Zharkinbekova N., Shashkin C., Kaishibayeva G., Karimova A., Khaibullin T., Sadykova D., Ganieva M., Rasulova K., Houlden H. (2019). Parkinson's disease in Central Asian and Transcaucasian Countries: A review of epidemiology, genetics, clinical characteristics, and access to care. *Parkinson's Disease*. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/pd/2019/2905739/>
- Li X., Sundquist J., Sundquist K. (2009). Socioeconomic and occupational groups and Parkinson's disease: a nationwide study based on hospitalizations in Sweden. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82, 2, 235–241.
- Liu R., Guo X., Park Y., Wang J., Huang X., Hollenbeck A., Blair A., Chen H. (2013). Alcohol consumption, types of alcohol, and Parkinson's disease. *Plos One*, 8, 6, 1–7.
- Lu K.T., Ko M.C., Chen B.Y., Huang J.C., Hsieh C.W., Lee M.C., Chiou R.Y., Wung B.S., Peng Ch.H., Yang Y.L. (2008). Neuroprotective effects of resveratrol on MPTP-induced neuron loss mediated by free radical scavenging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 16, 6910–6913.
- Mischley L.K., Lau R.C., Bennett R.D. (2017). Role of diet and nutritional supplements in Parkinson's disease progression. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Available at: <http://downloads.hindawi.com/journals/omcl/2017/6405278.pdf>
- Morens D.M., Grandinetti A., Davis J.W., Ross W., White L.R., Reed D. (1996). Evidence against the operation of selective mortality in explaining the association between cigarette smoking and reduced occurrence of idiopathic Parkinson disease. *American Journal of Epidemiology*, 144, 4, 400–404.
- Nielsen S., Franklin G.M., Longstreth W.T., Swanson P.D., Checkoway H. (2013). Nicotine from edible solanaceae and risk of Parkinson disease. *Annals of Neurology*, 74, 3, 472–477.
- Okubo H., Miyake Y., Sasaki S., Murakam K., Tanaka K., Fukushima W., Kiyohara C., Tsuboi Y., Yamada T., Oeda T., Shimada H., Kawamura N., Sakae N., Fukuyama H., Hirota Y., Nagai M., Kinki F. (2012). Dietary patterns and risk of Parkinson's disease: A case-control study in Japan. *European Journal of Neurology*, 19, 5, 681–688.
- Osaki Y., Morita Y., Kuwahara T., Miyano I., Doi Y. (2010). Prevalences of Parkinson's disease and atypical parkinsonian syndromes in a rural Japanese area. *European Journal of Neurology*, 124, 3, 182–187.
- Peters C.M., Gartner C.E., Silburn P.A., Mellick G.D. (2006). Prevalence of Parkinson's disease in metropolitan and rural Queensland: A general practice survey. *Journal of Clinical Neuroscience*, 13, 3, 343–348.
- Pressley J.C., Tang M.X., Marder K., Cote L.J., Mayeux R. (2005). Disparities in the recording of Parkinson's disease on death certificates. *Movement Disorders*, 20, 3, 315–321.
- Ritz B., Ascherio A., Checkoway H., Marder K.S., Nelson L.M., Rocca W.A., Ross G.W., Strickland D., Van Den Eeden S.K., Gorell J. (2007). Pooled analysis of tobacco use and risk of Parkinson disease. *Archives of Neurology*, 64, 7, 990–997.
- Saaksjarvi K., Knekt P., Rissanen H., Laaksonen M.A., Reunanen A., Mannisto S. (2008). Prospective study of coffee consumption and risk of Parkinson's disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62 (7), 908–915.
- Seidl S.E., Santiago J.A., Bilyk H., Potashkin J.A. (2014). The emerging role of nutrition in Parkinson's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 36. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3945400/>
- Shih I.F., Liew Z., Krause N., Ritz B. (2016). Lifetime occupational and leisure time physical activity and risk of Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 28, 112–117.
- Tan L.C., Koh W.P., Yuan J.M., Wang R., Au W.L., Tan J.H., Tan E.K., Mimi C.Y. (2008). Differential effects of black versus green tea on risk of Parkinson's disease in the Singapore Chinese health study. *American Journal of Epidemiology*, 167, 5, 553–560.
- Wanneveich M., Moisan E., Jacqmin-Gadda H., Elbaz A., Joly P. (2018). Projections of prevalence, lifetime risk, and life expectancy of Parkinson's disease (2010–2030) in France. *Movement Disorders*, 33, 9, 1449–1455.
- Willis A.W., Evanoff B.A., Lian M., Galarza A., Wegrzyn A., Schootman M., Racette B.A. (2010). Metal emissions and urban incident Parkinson disease: A community health study of Medicare beneficiaries by using geographic information systems. *American Journal of Epidemiology*, 172, 12, 1357–1363.
- Winter Y., Campenhausen S., Popov G., Reese J., Balzer-Geldsetzer M., Kukshina A., Zhukova T. Bertschi N., Bötzel K., Gusev E., Oertel W., Dodel R., Guekht A. (2010) Social and clinical determinants of quality of life in Parkinson's disease in a Russian cohort study. *Parkinsonism & Related Disorders*, 16, 4, 243–248.

- Wirdefeldt K., Gatz M., Pawitan Y., Pedersen N.** (2005). Risk and protective factors for Parkinson's disease: A study in Swedish twins. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 57, 1, 27–33.
- Yang X.L., Luo Q., Song H.X., Wang Y.L., Yao Y.N., Xia H.** (2015). Related factors and prevalence of Parkinson's disease among Uyghur residents in Hetian, Xinjiang Uyghur Autonomous Region. *Genetics and Molecular Research*, 14, 3, 8539–8546.
- Yang F., Johansson A.L.V., Pedersen N.L., Fang F., Gatz M., Wirdefeldt K.** (2016). Socioeconomic status in relation to Parkinson's disease risk and mortality: A population-based prospective study. *Medicine*, 95, 30, 1–6.

## Socioeconomic determinants of Parkinson's disease for developed and developing countries

© 2020 M.V. Shakleina, I.E. Bogatova, S.A. Vartanov, I.A. Denisova,  
N.A. Turdyeva, T.V. Chubarova, V.M. Polterovich

**M.V. Shakleina,**

*Moscow School of Economics at Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;  
e-mail: shakleina.mv@gmail.com*

**I.E. Bogatova,**

*Moscow School of Economics at Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;  
e-mail: bogatova.irina@gmail.com*

**S.A. Vartanov,**

*Moscow School of Economics at Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: sergvyart@gmail.com*

**I.A. Denisova,**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: denisova.irina@gmail.com*

**N.A. Turdyeva,**

*Central Bank of the Russian Federation, Moscow, Russia; e-mail: ntourdyeva@gmail.com*

**T.V. Chubarova,**

*Institute of Economics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: t\_chubarova@mail.ru*

**V.M. Polterovich,**

*Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow School of Economics  
at Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: polterov@cemi.rssi.ru*

Received 03.05.2020

*This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 18-00-00764) “KOMFI”.*

*The authors are grateful for the anonymous reviewer for his critical notes and comments.*

**Abstract.** We set and solved the problem of identifying socioeconomic determinants of Parkinson's disease (PD) by comparing the characteristics of different countries. Econometric analysis of panel data on 117 countries for 2010–2013 showed that the nature of the impact of a number of factors depends on whether a country belongs to the set of developed or developing economies. For both groups, the incidence of Parkinson's disease increases with life expectancy and decreases with the share of smokers. In addition, for developed countries, the incidence drops with increasing per capita consumption of fish and seafood and increases with amounts of fertilizer applied to the soil per hectare of arable land. For developing countries, the share of rural populations and per capita consumption of alcohol and vegetables are significant factors, with the incidence of PD decreasing with the first factor and increases with the last two. There is also reason to believe that in developing countries, the incidence of PD increases with the level of education; this is due to a decrease in physical activity of the representatives of the professions concerned. The findings are compared with the known results based on the study of patient samples for individual countries, and allow improving them. The results of this work can be used in patient selection procedures for early diagnostics of PD and are particularly important for developing countries where evidence-based recommendations have not yet been available.

**Keywords:** Parkinson's disease, developed and developing countries, socioeconomic determinants, cross-country analysis, panel regression, individual effects, time effects.

**JEL Classification:** I10, I12, C53.

**DOI:** 10.31857/S042473880012424-5