ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2022, том 86, № 4, с. 578–593

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 551.5(519.2+911.3+332)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ: ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПО РЕГИОНАМ РОССИИ

© 2022 г. В. В. Виноградова[a], *, Т. Л. Бородина[a], **

[a] *Институт географии РАН, Москва, Россия*

**e-mail: vvvinog@yandex.ru*

***e-mail: borodina@igras.ru*

Поступила в редакцию 17.11.2020 г.
После доработки 16.12.2021 г.
Принята к публикации 22.04.2022 г.

Климатические условия воздействуют на население как непосредственно – через его здоровье, заболеваемость и смертность, так и опосредованно – через условия жизнедеятельности, и это воздействие крайне многообразно. В работе проведено ранжирование климатических факторов по тесноте связи с демографическими, социальными и экономическими показателями с использованием корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа за период 1995–2017 гг. на территориальном уровне регионов-субъектов РФ. Показано, что при помощи климатических факторов может быть описано от 21 до 52% дисперсии рассмотренных показателей, осредненных за исследуемый период по субъектам РФ. Для коэффициента миграционного прироста наиболее важны: продолжительность отопительного периода, междусуточные перепады температуры >|6|°С и сумма температур ниже 0°С. Зависимость общей заболеваемости от климатических факторов описывается на 42%. Вклад в регрессию таких климатических факторов, как давление (его среднеквадратическое отклонение) и продолжительность отопительного периода наиболее значителен. Продолжительность отопительного периода, продолжительность безморозного периода, сумма активных температур выше 10°С вносят наибольший вклад в дисперсию валового регионального продукта.

Ключевые слова: климатические факторы, коэффициент миграционного прироста, общая заболеваемость, корреляционный анализ, регрессионный анализ

DOI: 10.31857/S2587556622040124

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное изменение климата увеличивает вероятность экстремальных погодных явлений и негативных экологических процессов во всем мире. В результате возможного повышения уровня моря и затопления прибрежных районов, нарушения муссонных систем и других режимов выпадения осадков, а также экстремальной засухи могут пострадать до 200 млн человек (Myers, 2002). В мировой литературе в анализе проблем, связанных с влиянием климатических условий на социально-экономические процессы, преобладают исследования (прежде всего на примере развивающихся стран), посвященные миграции различных групп населения из местностей, подвергшихся различным неблагоприятным климатическим явлениям (засуха, стихийные бедствия и т.п.) [см., например, (Kaczan and Orgill-Meyer, 2020)[1]]. Появилось такое понятие, как “экологические беженцы” (*environmental refugees*), которые не могут обеспечить себе надежное существование из-за засухи, эрозии почв, опустынивания, обезлесения и других экологических проблем, а также связанных с ними проблем демографического давления и глубокой нищеты и поэтому вынуждены мигрировать в другие регионы или страны (Myers, 2002).

Адаптационный потенциал России к изменению климата и его последствиям, обусловленный размерами ее территории, особенностями современного климата и его ожидаемых изменений, позволяет ей довольно хорошо приспосабливаться к сравнительно “медленным” изменениям климата и связанными с ними глобальным водному и продовольственному кризисам. Но существует “дефицит” адаптации к экстремальным погодно-климатическим воздействиям, рост ущерба от которых связан еще и с возрастающей уязвимостью инфраструктуры (степенью ее защищенности от различных внешних воздействий) (Доклад ...,

[1] См. также: Social dimensions of climate change, 2011. https://www.who.int/globalchange/mediacentre/events/2011/social-dimensions-of-climate-change.pdf.

2017). В связи с этим возрастает необходимость оценки степени воздействия климатических факторов на различные стороны жизнедеятельности человека и определение факторов, оказывающих на них существенное влияние.

Природно-климатические условия жизнедеятельности населения крайне разнообразны. В местностях с неблагоприятными климатическим условиями многие демографические и социальные показатели зачастую оказываются хуже, чем на территориях с более благоприятными условиями. При этом необходимо учитывать, что климатические условия воздействуют на население как непосредственно – через его здоровье, заболеваемость и смертность, так и опосредованно – через условия жизнедеятельности. Последние определяют, в частности, миграционное поведение населения, что в свою очередь влияет на его структуру на той или иной территории. В связи с этим важно определение тесноты связи демографических, социальных и экономических показателей с климатическими факторами.

Современные миграционные процессы усиливают концентрацию населения в ограниченном числе ареалов, а в пределах страны – в небольшом числе регионов. Миграции приводят также к изменению различных структур населения (половозрастной, семейной, по уровню образования, профессиональной, параметрам здоровья), которые не одинаково реагируют на те или иные климатические условия и по-разному адаптируются к климатическим изменениям. По результатам составленных типологий сочетания природно-климатических условий и демографических показателей по регионам России было выявлено практически полное совпадение качества демографической ситуации (т.е. сложившееся в данном регионе соотношение демографических процессов) и климатических условий в зонах с “крайними” значениями: наилучшие демографические показатели – в ареалах с наиболее благоприятными климатическими условиями, наихудшие – в ареалах с неблагоприятным климатом (Природно-климатические ..., 2018). Для анализа использовались группы показателей, связанные с жизнедеятельностью населения на определенной территории (демографические, социальные и экономические), и районирование России по природно-климатическим условиям жизни населения (Природно-климатические ..., 2018, с. 67). В России регионы с неблагоприятными климатическими условиями расположены в северной и северо-восточной частях страны. За период с начала 1990-х годов население Чукотского автономного округа и Магаданской области сократилось на 2/3, Камчатского края, Сахалинской и Мурманской областей, Республики Коми, Таймырского и Эвенкийского автономных округов[2] – примерно на 1/3. Произошло это прежде всего за счет миграционного оттока населения. В советский период в условиях плановой экономики в северных регионах развивались отрасли добывающей промышленности, туда массово переселялись люди (или их туда переселяли). На качество жизни тогда особого внимания не обращали. Можно сказать, что Север был “перенаселен”. Если бы экономика развивалась в рыночных условиях, а условиям жизни людей уделялось больше внимания, не возникло бы многих постоянных населенных пунктов в экстремально суровых климатических зонах (в том числе таких больших городов, как Норильск), а добыча сырья осуществлялась преимущественно вахтовым методом, при котором затраты на инфраструктуру существенно ниже, а среди населения преобладают лишь занятые непосредственно на производстве.

После распада Советского Союза и краха плановой экономики на Севере стали закрываться нерентабельные предприятия, а население стало массово оттуда уезжать, что приводило к ликвидации многих населенных пунктов, особенно небольших поселков при промышленных предприятиях (Litvinenko, 2012; Litvinenko and Kumo, 2017). При этом уезжали в основном те, кто ранее туда приехал на работу (пришлое население), а коренные жители, в основном представители коренных народностей Севера и Дальнего Востока, проживающие в сельской местности и занимающиеся традиционными видами хозяйственной деятельности, такими как оленеводство, животноводство, охота и рыболовство, если и переезжали, то в пределах своего региона (Litvinenko, 2012; Litvinenko and Kumo, 2017). Таким образом, миграционный отток из неблагоприятных в климатическом отношении регионов в значительно меньшей степени относится к сельскому населению, чем к городскому.

В современных условиях при освоении новых месторождений полезных ископаемых в местностях с неблагоприятными климатическими условиями возрастает роль занятости вахтовым методом, что формирует особые формы расселения (поселения, рассчитанные на временное пребывание лишь занятых в производственной деятельности). При этом сохраняется роль возвратной миграции (возвращение населения из районов Севера в места прежнего проживания и местности, более благоприятные по природным условиям), что приводит к оттоку населения и сжатию

[2] Ныне Таймырский Долгано-Ненецкий и Эвенкийский районы Красноярского края соответственно.

расселения. Связанность величины миграционного притока/оттока и климатических условий варьирует в зависимости от целей переезда. Наименее климатически зависимы переезды в поисках работы и из карьерных соображений: в таком случае помимо городов-миллионников и региональных центров притягательными могут быть, наряду с климатически благоприятными регионами, и северные, с суровым климатом, но с привлекательными местами приложения труда (Карачурина, Мкртчян, 2017).

В любом случае миграционные процессы ведут к фрагментации и поляризации социально-географического пространства как на уровне всей страны, так и в пределах регионов. Миграционный отток из большинства регионов приводит к тому, что численность населения там уменьшается, а качество населения ухудшается. Наблюдаются процессы постарения населения и ухудшения половозрастной структуры, низкий уровень рождаемости, высокая смертность, низкая продолжительность жизни. Происходит поляризация и основных компонентов социальной среды – таких как расселение, социальная сфера и сфера услуг (Бородина, Глезер, 2014). Население концентрируется во все меньшем количестве регионов, а внутри регионов – преимущественно в региональных центрах и окружающей их местности. Привлекательными для мигрантов являются столицы – Москва и Санкт-Петербург, Московская и Ленинградская области и очень ограниченный набор регионов: Краснодарский край, Республика Крым, Калининградская, Белгородская и Воронежская области. За Уралом миграционный прирост стабилен лишь в Тюменской и Новосибирской областях.

Заболеваемость населения, как общая, так и болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения, в значительной степени связана с природно-климатическими условиями. Существенное воздействие на заболеваемость оказывают экстремально высокие и экстремально низкие температуры, а также резкие перепады температуры и атмосферного давления (Золотокрылин и др., 2018). Воздействие экстремальных температур на человека, его здоровье, различные отрасли хозяйства и природу трудно переоценить (Виноградова, 2014, 2017, 2018). Так, избыточные тепловые нагрузки вызывают психологический стресс, влияющий на производительность труда, могут вызывать увеличение конфликтов и рост числа насильственных преступлений (John and Cooper, 2004). Значительное число исследований в России и за рубежом посвящено изучению зависимости смертности от температуры воздуха, в частности от волн тепла (Ревич, 2011; Ревич, Шапошников, 2016; Ревич и др., 2013, 2015; Шапошников и др., 2013; Blazejczyk, 2000, 2009). Низкие температуры приводят к переохлаждению и могут вызывать рост заболеваемости и смертности. Так, Б.А. Ревичем и Д.А. Шапошниковым (2016) показано, что в северных городах волны холода (и особенно длинные, более 8 дней) оказывают сильное влияние на уровень смертности населения.

Влияние междусуточных перепадов температуры на здоровье, и в частности на течение сердечно-сосудистых заболеваний, отмечается в работах (Козловская и др., 2014; Русанов, 1973; Guo et al., 2011; Kysely et al., 2009; Rocklöv and Forsberg, 2008; Saez et al., 2000). В Центральной Европе зимой наблюдается рост сердечно-сосудистых заболеваний при междусуточных понижениях температуры на 4°C (Kysely et al., 2009). Число госпитализаций больных с диагнозом острый инфаркт миокарда связано с междусуточными перепадами температуры воздуха летом в Москве в 2009–2012 гг. (Козловская и др., 2014). Воздействие на течение сердечно-сосудистых заболеваний перепадов температуры воздуха и атмосферного давления показано в работах (Русанов, 1973; Basu and Samet, 2002; Danet et al., 1999; Hopstock et al., 2011; Kloner et al., 1999; Panagiotakos et al., 2004; Wasserman et al., 2014).

Работоспособность человека зависит от таких природных факторов, как высокие и низкие температуры, недостаток кислорода и понижение атмосферного давления. Под влиянием экстремальных температур нарушается тепловой баланс организма человека. Он поддерживается механизмом физиологической адаптации или акклиматизации к высоким (низким) температурам. Интенсивный период адаптации к тепловому стрессу у лиц, прибывших из средней полосы в полупустынные районы России, составляет около 5 дней, а нормализация физиологических функций наступает примерно через месяц. Полная адаптация к труду здесь возможна не менее чем через год. Процесс адаптации к труду в холодных условиях Севера удлиняется до 8 лет (Сизан, Хухлаев, 1992).

Значительное количество работ, показывающих воздействие различных климатических факторов на здоровье и работоспособность человека, оставляют открытым вопрос: насколько их комплексное воздействие может быть связано с заболеваемостью и какие из этих факторов являются наиболее важными.

Что касается взаимосвязи климатических факторов и развития экономики, то можно считать очевидным, что географические факторы, и прежде всего природно-климатические, влияют на специфику российской экономики. В основе концепции Ф. Хилл и К. Гэдди (Hill and Gaddy, 2003) лежит поиск взаимосвязей между природно-климатическими условиями России и ее экономическим развитием. Авторы считают, что огромные холодные пространства Сибири являются тяжелым бременем для отечественной эконо-

мики и сильно тормозят ее рост. Доказательство этого тезиса складывается из двух основных частей: 1) измерение российского холода; 2) оценка затрат экономики, связанных с влиянием холода. Действительно, в связи с суровым климатом и огромными расстояниями затраты на производство и жизнеобеспечение в Сибири выше, чем в европейской части России. Суровые климатические условия большинства регионов России, их континентальное положение (удаленность от морских портов) обусловливают необходимость выбора особых путей в организации экономики. Отмечалось, что в России из-за суровых природных условий значительно дороже, чем в Западной Европе, Америке, Юго-Восточной Азии, Австралии, строительство, энергообеспечение, одежда и питание (Зоркальцев, Хажеев, 2015). Расходы теплоэнергии и топлива на отопление не только зданий, но и на работающие машины и механизмы, на подогрев сырья, полуфабрикатов на различных производствах и даже на подогрев самого топлива перед его сжиганием во многих регионах России намного выше, чем в других странах. Наряду с этим многие авторы отмечают, что сила воздействия климата на хозяйство и жизнедеятельность исторически изменчива и зависит от уровня развития общества, от возможностей познания этого фактора и нейтрализации его негативного влияния [см., например, (Безруков, 2011; Пилясов, 2009)]. Во многих северных регионах преобладают высокодоходные сырьевые отрасли экономики, а в развитом индустриальном и постиндустриальном обществе непосредственная зависимость производственной деятельности и жизни людей от климатических условий существенно ослабевает.

Утверждение, что климатические условия оказывают влияние на демографические, социальные и экономические процессы кажется очевидным, но мера этого воздействия остается не совсем понятной. Поэтому исследовательской задачей, которую мы постарались решить в настоящей работе (пока весьма грубо, на региональном уровне), является количественная оценка вклада климатических факторов в дисперсию демографических, социальных и экономических показателей, а также определение климатических факторов, оказывающих наибольшее воздействие на показатели, описывающие различные стороны жизнедеятельности населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Определение тесноты связи демографических, социальных и экономических показателей с климатическими факторами проведено на уровне регионов-субъектов РФ. Это обусловлено доступностью большой части статистических показателей только на региональном уровне. Из каждой группы показателей (демографических, социальных и экономических) был выбран один, который сравнивался с набором климатических факторов. Исследовались следующие показатели: коэффициент миграционного прироста (разность между числом прибывших на данную территорию и числом выбывших за пределы этой территории за год, отнесенная к среднегодовой численности населения) на 10000 человек населения (демографический); общая заболеваемость на 1000 человек населения, зарегистрированная у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, заболеваемость на 1000 человек населения болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения, которые анализировались отдельно (социальные); валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения (в рублях, до 1998 г. – в тыс. рублей) (экономический). В качестве социальных показателей выбраны медицинские показатели заболеваемости, поскольку уровень заболеваемости населения зависит не только от климатических условий, но и от уровня развития социальной инфраструктуры в регионе и других показателей, характеризующих условия и качество жизни населения. Источник данных – Федеральная служба государственной статистики (Росстат)[3].

Исследовалась теснота связи со следующими климатическими факторами: продолжительность безморозного периода (часть года с температурой воздуха выше 0°С), сумма отрицательных температур (сумма за год среднесуточных температур ниже 0°С), минимальная температура воздуха, максимальная температура воздуха за год, продолжительность отопительного периода, сумма активных температур, т.е. температур выше +10°С, число дней с температурой ниже –30°С, междусуточные перепады температуры более |6|°С и среднеквадратическое отклонение (СКО) давления. Климатические параметры за период 1995–2017 гг. подготовлены с использованием наиболее полных данных архива ВНИИГМИ-МЦД[4] и базы данных “Климат и жизнь”[5]. Все данные архива ВНИИГМИ-МЦД проходят проверку и оценку качества[6]. Были использованы суточные данные 515 метеостанций на территории России о средней, минимальной, максимальной температуре воздуха, влажности воздуха, скорости ветра и атмосферном давлении. Климатиче-

[3] http://www.gks.ru/ (дата обращения 01.10.2020).
[4] http://meteo.ru/ (дата обращения 30.08.2020).
[5] http://www.georegion.org (дата обращения 30.08.2020).
[6] Булыгина О.Н., Веселов В.М., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549. http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных (дата обращения 30.08.2020).

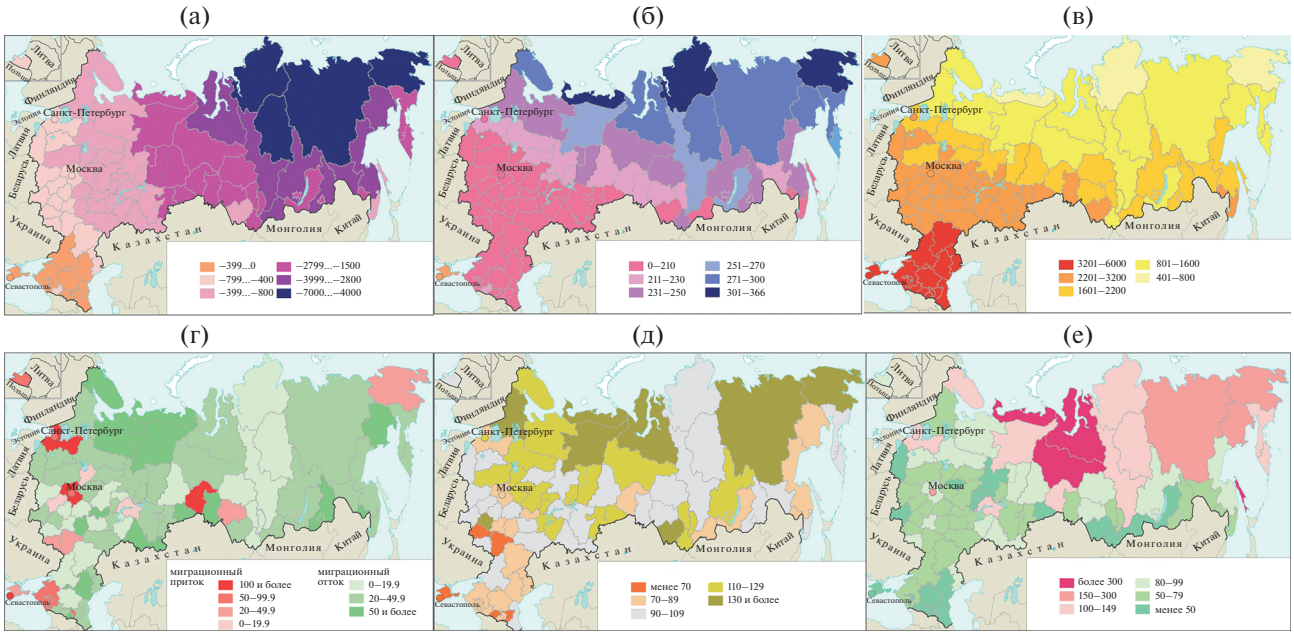

Рис. 1. Пространственное распределение показателей по регионам России: (а) сумма отрицательных температур, °С; (б) продолжительность отопительного периода, дни; (в) сумма активных температур выше +10°С, °С; (г) коэффициент миграционного прироста в 2018 г., на 10000 чел. населения; (д) общая заболеваемость в 2018 г., % к среднероссийскому уровню; (е) ВРП на душу населения, 2017 г., % к среднероссийскому уровню.

ские данные осреднялись по региону с использованием всех метеостанций, расположенных на территории данного региона. Это не очень корректно для больших по территории регионов, но такой подход связан с разработкой Росстатом большинства социально-экономических показателей только на региональном уровне. Для примера на рис. 1 приведено пространственное распределение некоторых факторов и показателей, использованных для анализа. Социально-экономические показатели на рис. 1 приведены для иллюстрации результатов анализа.

Проведен взаимный корреляционный и регрессионный анализ климатических факторов и демографических, социальных, экономических показателей на уровне субъектов РФ для периода 1995–2017 гг. Рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов. Значимость коэффициентов корреляции оценивалась по критерию Спирмена. В дальнейшем для анализа связи между климатическими факторами и демографическим, социальным, экономическим показателями и определения наиболее значимых климатических факторов использовался регрессионный анализ (линейная регрессия). Для регрессионного анализа использовались данные, осредненные за весь период, для климатических факторов, социальных и демографических показателей. Регрессионный анализ зависимости ВРП на душу населения (до 1998 г. в тыс. рублей и в рублях после 1998 г.) (экономический показатель) от климатических факторов проводился отдельно для трех периодов (1995–2000, 2001–2009, 2010–2016 гг.) из-за больших различий ВРП, а используемые данные осреднялись за соответствующие периоды. Все показатели были стандартизированы путем вычитания среднего и деления на стандартное отклонение. Использовалась пошаговая процедура с включением/исключением предикторов. Степень точности описания моделью влияния климатических факторов на демографические, социальные, экономические показатели оценивалась с помощью критерия R-квадрат, который показывает долю статистической связи, описываемую моделью. Модель считалась значимой и достоверной, если критерий Фишера (F) значительно больше F критического. Достоверность модели оценивалась по критерию Фишера, который должен быть меньше, чем 0.05 (то есть параметр “Значимость F” должен быть меньше 0.05). Значимые климатические факторы оценивались по значению p-value (меньше 0.05).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Коэффициенты корреляции Спирмена демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов приведены в табл. 1. Максимальные по модулю коэффициенты корреляции, соответствующие умеренной тес-

Таблица 1. Коэффициенты корреляции Спирмена демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов за 1995–2017 гг.

Климатические факторы	Показатель				
	Демографический: коэффициент миграционного прироста на 10000 чел. населения	Социальные:			Экономический: ВРП на душу населения (тыс. руб. или руб.)
		общая заболеваемость на 1000 чел. населения	заболеваемость болезнями органовдыхания на 1000 чел. населения	заболеваемость болезнями системы кровообращения на 1000 чел. населения	
Междусуточные перепады температуры >|6|°C (ΔT)	**–0.17**	**0.37**	**0.34**	0.05	**0.23** (1995–2000) **0.14** (2001–2009) **0.29** (2010–2016)
Продолжительность безморозного периода (безмороз. пер.)	**0.41**	**–0.37**	**–0.35**	**0.12**	**–0.30** (1995–2000 **–0.21** (2001–2009) **–0.32** (2010–2016)
Сумма активных температур >10°C ($\Sigma T > 10$)	**0.34**	**–0.34**	**–0.45**	**0.13**	**–0.36** (1995–2000 **–0.27** (2001–2009) –**0.39** (2010–2016)
Сумма отрицательных температур ($\Sigma T < 0$)	**0.38**	**–0.33**	**–0.30**	**0.17**	**–0.26** (1995–2000 **–0.25** (2001–2009) **–0.26** (2010–2016)
Продолжительность отопительного периода (отоп. пер.)	**–0.35**	**0.34**	**0.44**	**–0.12**	**0.37** (1995–2000 **0.27** (2001–2009) **0.42** (2010–2016)
СКО давления (СКО Р)	0.07	**0.36**	**0.45**	–0.03	**0.33** (1995–2000 **0.33** (2001–2009) 0.13 (2010–2016)
T_{max}	**0.39**	**–0.20**	**–0.28**	0.05	–0.18 (1995–2000 –0.13 (2001–2009) –0.13 (2010–2016)
T_{min}	**0.38**	**–0.36**	**–0.36**	0.07	–**0.46** (1995–2000 0.08 (2001–2009) **0.25** (2010–2016)

Примечание. Жирным шрифтом выделены коэффициенты, значимые на уровне значимости 0.05.

ноте связи, отмечаются между коэффициентом миграционного прироста и продолжительностью безморозного периода, суммой отрицательных температур, минимальной температурой, продолжительностью отопительного периода и суммой активных температур.

Коэффициенты корреляции социальных показателей (общая заболеваемость, заболеваемость болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения) с климатическими факторами значимы для общих заболеваний и болезней органов дыхания и находятся в пределах от 0.20 до 0.45 по модулю. Теснота связи умеренная, а для максимальной температуры – слабая. Для общей заболеваемости максимальные положительные коэффициенты корреляции наблюдаются с междусуточными перепадами температуры больше |6|°C и СКО давления, а отрицательные – с продолжительностью безморозного периода и минимальной температурой (см. табл. 1). Для заболеваемости болезнями органов дыхания теснота связи умеренная. Максимальная положительная корреляционная связь отмечается с продолжительностью отопительного периода, СКО давления, междусуточными перепадами температуры больше |6|°C и отрицательная – с продолжительностью безморозного периода и минимальной температурой. Связь заболеваемости болезнями системы кровообращения с климатическими факторами слабая, значимые коэффициенты корреляции наблюдаются с продолжительностью отопительного и безморозного периода, суммой отрицательных и активных температур.

Таблица 2. Многофакторная пошаговая линейная регрессия демографических, социальных, экономических показателей и климатических факторов по субъектам РФ за 1995–2017 гг.

Показатель	Коэффициент миграционного прироста на 10000 чел. населения	Общая заболеваемость на 1000 чел. населения	Заболеваемость болезнями органов дыхания на 1000 чел. населения	Заболеваемость болезнями системы кровообращения на 1000 чел. населения	ВРП на душу населения (тыс. руб. или руб.)
R-квадрат	**0.49**	**0.42**	**0.52**	0.02	**0.23** **0.21** **0.35**
F	**24.84**	**27.60**	**26.35**	1.78	**20.88** **19.32** **11.44**
Значимость *F*	2.21E–11	1.042E–09	1.304E–11	0.18	2.2040E–05 3.852 E–05 4.387E–06
Значимые переменные $p < 0.05$	Отоп. пер. (*p*-value 0.006) ΔT (*p*-value 0.002) $\Sigma T < 0$ (*p*-value 0.0004)	Отоп. пер. (*p*-value 0.0003) СКО Р (*p*-value 0.0004)	СКО Р (*p*-value 0.00003) отоп. пер. (*p*-value 0.00016) безмороз. пер. (*p*-value 0.024)	$\Sigma T < 0$ (*p*-value 0.185)	Отоп. пер. (*p*-value 0.00003) безмороз. пер.* (*p*-value 0.002) $\Sigma T > 10$* (*p*-value 0.033)
Коэффициенты регрессии значимых переменных	Отоп. пер. –0.40 ΔT 0.39 $\Sigma T < 0$ 0.59	Отоп. пер. 0.38 СКО Р 0.37	СКО Р 0.41 отоп. пер. 0.84 безмороз. пер. 0.47	$\Sigma T < 0$ 0.15	Отоп. пер. 0.47 безмороз. пер.* 0.76 $\Sigma T > 10$* 0.89

Примечание. *Для 2010–2016 гг.

По сравнению с демографическими и социальными показателями коэффициенты корреляции экономического показателя (ВРП на душу населения) и климатических факторов немного ниже. Значимая корреляция отмечается с продолжительностью отопительного периода, междусуточными перепадами температуры >|6|°С (положительная) и продолжительностью безморозного периода, суммой активных температур, суммой отрицательных температур (отрицательная). Теснота связи умеренная или слабая.

Результаты многофакторного пошагового регрессионного анализа воздействия климатических факторов на демографические, социальные и экономические показатели по субъектам РФ представлены в табл. 2. Понятно, что демографические, социальные и экономические показатели могут быть описаны при помощи климатических факторов лишь частично, но определенная часть дисперсии (от 21 до 52%) может быть ими описана.

Регрессионный и дисперсионный анализ зависимости коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения (демографический показатель) от климатических факторов за период 1995–2017 гг. свидетельствует об удовлетворительной степени точности описания моделью процесса. По критерию Фишера модель значима и достоверно описывает 49% показателя миграционного прироста. Значимость влияния каждого климатического фактора в описании показателя оценивалась на основании значений *p*-value. Климатические факторы – продолжительность отопительного периода, междусуточные перепады температуры >|6|°С и сумма отрицательных температур – оказывают наибольшее воздействие на коэффициент миграционного прироста, все они статистически значимы. Коэффициенты регрессии для факторов – междусуточные перепады температуры >|6|°С и сумма отрицательных температур – положительны, то есть чем меньше по модулю сумма отрицательных температур и чем меньше перепадов температуры, тем больше коэффициент миграционного прироста в субъекте РФ. Вклад в регрессию продолжительности отопительного периода отрицателен, то есть чем короче отопительный период, тем выше коэффициент миграционного прироста.

Линейная регрессия (рис. 2) между коэффициентом миграционного прироста на 10000 человек населения и каждым из климатических факторов показывает, что коэффициент миграционного прироста на 10000 человек населения становится

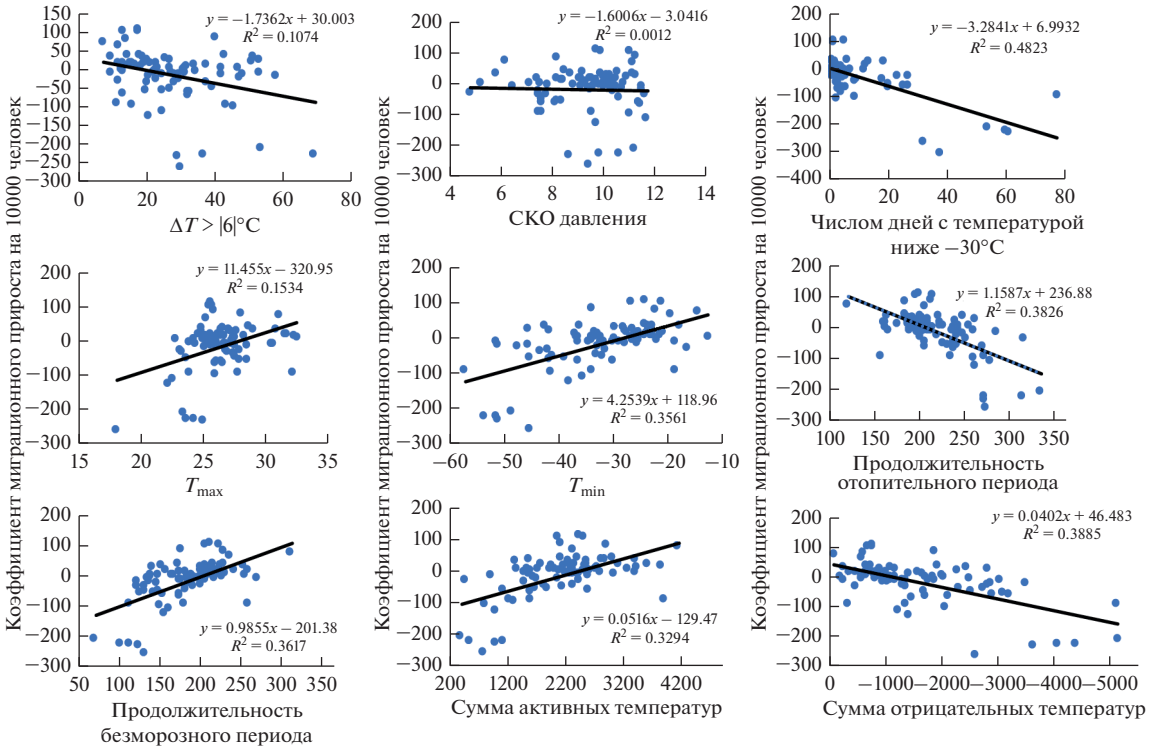

Рис. 2. Линейная регрессия коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения и климатических факторов.

положительным в условно благоприятной зоне [согласно районированию России по природно-климатическим условиям жизни населения (Золотокрылин и др., 2012)], для суммы отрицательных температур и суммы активных температур и в благоприятной зоне – для продолжительности отопительного и безморозного периодов. Показатель R-квадрат максимален для отопительного периода, суммы отрицательных температур, минимальной температуры и продолжительности безморозного периода.

Регрессионный и дисперсионный анализ зависимости общей заболеваемость на 1000 человек населения, зарегистрированных у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, заболеваемости на 1000 человек населения болезнями органов дыхания и болезнями системы кровообращения (социальные) от климатических факторов за 1995–2017 гг. свидетельствует об удовлетворительной точности описания моделью процесса для общей заболеваемости и болезней органов дыхания и незначимой – для болезней системы кровообращения (см. табл. 2). По критерию Фишера модель значима и достоверно описывает 42% показателя общей заболеваемости, 52% – болезнями органов дыхания и 2% – болезнями системы кровообращения (но по критерию Фишера эта модель не значима). Оставшаяся часть дисперсии может быть связана с другими показателями, например, с уровнем загрязнения воздуха и воды и с уровнем развития здравоохранения (в данной работе эти показатели не рассматриваются). Относительный вклад в регрессию таких климатических факторов, как продолжительность отопительного периода и СКО давления, наиболее значителен для общей заболеваемости, эти факторы статистически значимы. Коэффициенты регрессии для таких факторов, как продолжительность отопительного периода и СКО давления, положительны; т.е. чем больше этот показатель, тем большее общая заболеваемость (рис. 3). Максимальный показатель R-квадрат отмечается для отопительного периода, СКО давления и суммы активных температур выше +10°C. На рис. 3 видно, что в регионах с наихудшими климатическими условиями появляются точки, связанные с повышенной общей заболеваемостью.

Заболеваемость для болезней органов дыхания удовлетворительно описывается климатическими факторами. Для показателя заболеваемость на 1000 человек населения по болезням органов дыхания наиболее значителен вклад таких климатических факторов, как СКО давления и продолжительность отопительного и безморозного периодов. Коэффициенты регрессии СКО давления, продолжительность отопительного и безморозного периодов положительны, т.е. большой ото-

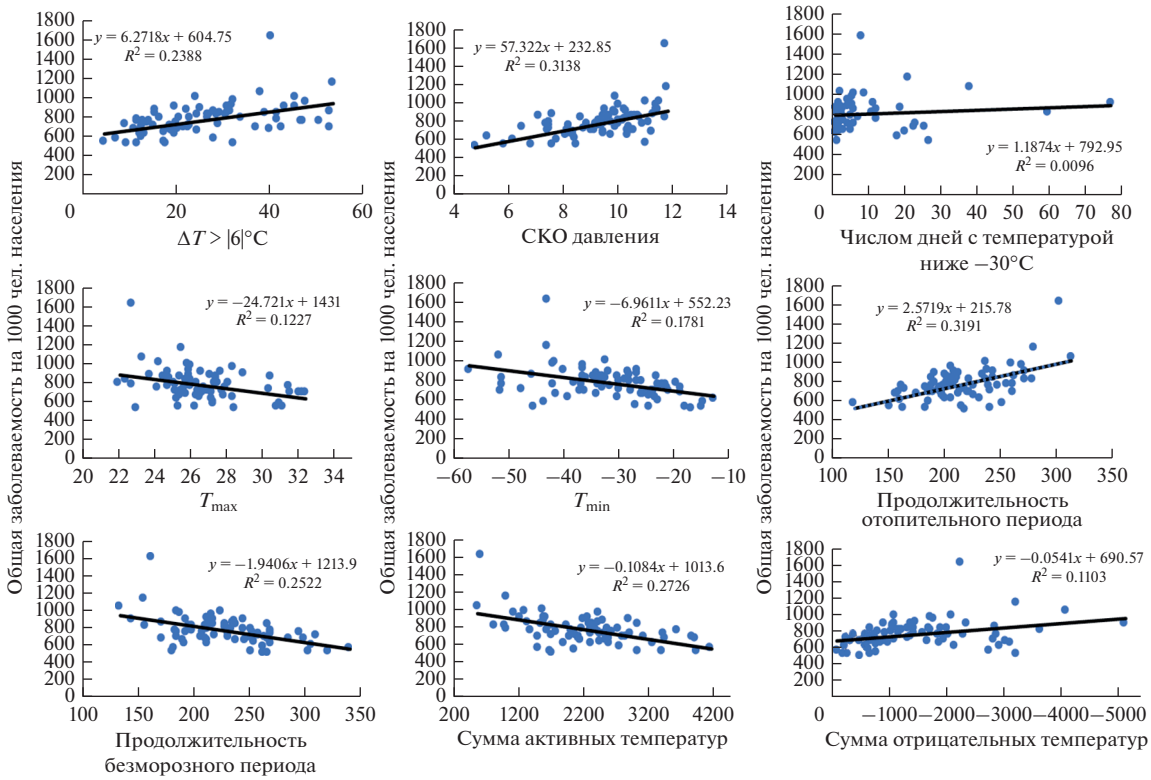

Рис. 3. Линейная регрессия общей заболеваемости на 1000 человек населения, зарегистрированной у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, и климатических факторов.

пительный период и частые перепады атмосферного давления связаны с большей заболеваемостью болезнями органов дыхания. Линейная регрессия между заболеваемостью болезнями органов дыхания и каждым из климатических факторов показывает, что максимальные значения показателя R-квадрат также отмечаются для СКО давления, продолжительности отопительного периода (рисунок не приводится).

Регрессионный и дисперсионный анализ зависимости ВРП на душу населения (экономический показатель) от климатических факторов проведен, как отмечалось выше, отдельно для трех периодов (1995–2000, 2001–2009, 2010–2016 гг.). Результаты свидетельствуют об удовлетворительной степени точности описания моделью процесса (см. табл. 2). По критерию Фишера модели значимы и достоверно описывают 23, 21 и 35% показателя ВРП для соответствующих периодов. Климатические факторы: продолжительность отопительного периода и для периода 2010–2016 гг. продолжительность безморозного периода и сумма активных температур выше 10°C, оказывают наибольшее влияние на ВРП.

Коэффициент регрессии для факторов: продолжительность отопительного периода, продолжительность безморозного периода и междусуточные перепады температуры >|6|°C положителен, т.е. чем больше этот показатель, тем большее душевой ВРП в субъекте РФ. Связь суммы отрицательных температур и ВРП отрицательная, т.е. чем больше по модулю сумма отрицательных температур, тем выше валовой региональный продукт. Для однофакторной регрессии показатель R-квадрат максимален для отопительного периода, минимальной температуры, суммы активных температур выше 10°C и суммы отрицательных температур (рис. 4). Это косвенно подтверждает, что в субъектах РФ с худшими климатическими условиями выше ВРП из-за локализации в них сырьевых отраслей промышленности.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Регрессионный анализ зависимости коэффициента миграционного прироста от климатических факторов свидетельствует об удовлетворительном описании моделью процесса. Климатические факторы: продолжительность отопительного периода, междусуточные перепады температуры >|6|°C и сумма отрицательных температур – оказывают влияние на коэффициент миграционного прироста. При этом регрессионная связь коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения и климатических факторов показывает, что миграционный отток сменяется притоком в

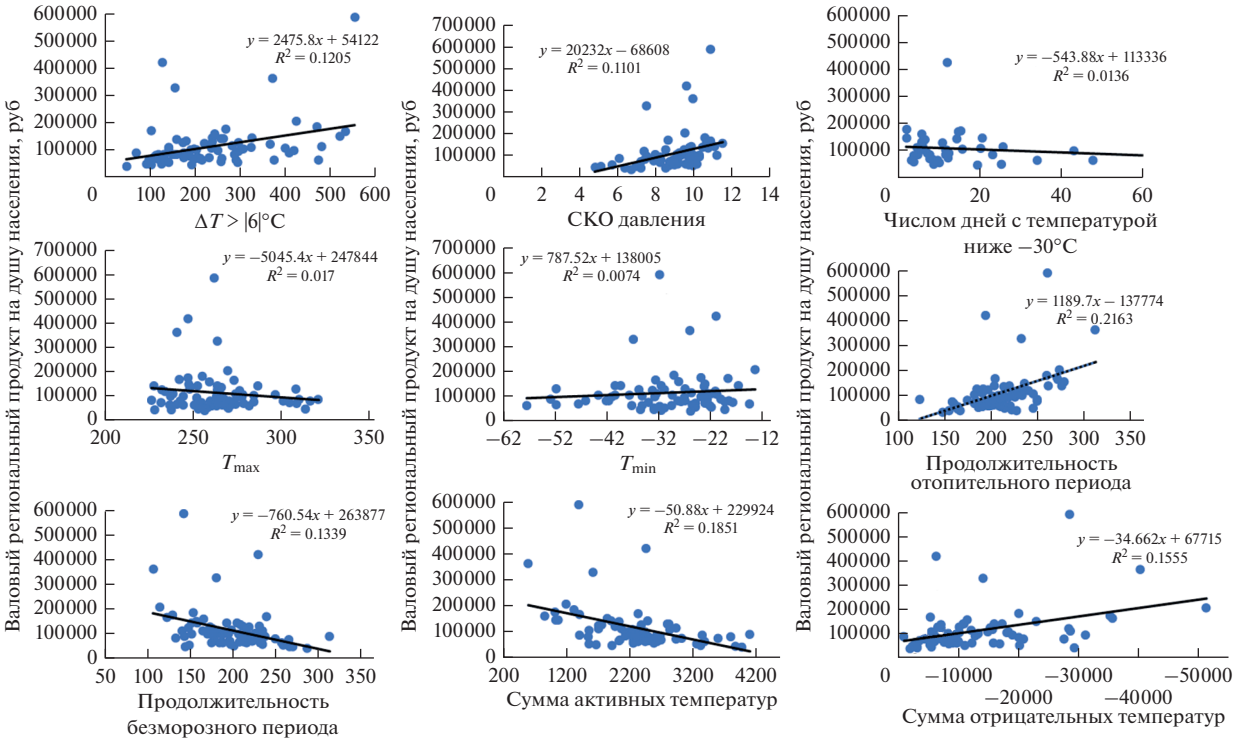

Рис. 4. Линейная регрессия ВРП на душу населения (2001–2009 гг.) и климатических факторов.

условно благоприятной зоне для суммы отрицательных температур и суммы активных температур и в благоприятной зоне для продолжительности отопительного и безморозного периодов, что подтверждает обоснованность критериев выделения зон дискомфортности (комфортности) по этим показателям (Золотокрылин и др., 2012) и во многом объясняет миграционный отток из неблагоприятных в климатическом отношении регионов.

Значимость климатических факторов может меняться в зависимости от возраста мигрантов и целей переезда. Традиционно наиболее привлекательными остаются в европейской части страны столицы – Москва и Санкт-Петербург, пристоличные Московская и Ленинградская области, с наиболее широким спектром мест приложения труда и возможностей для образования и карьерного роста. Эти регионы привлекательны прежде всего для молодежи и людей в трудоспособном возрасте (Карачурина, Мкртчян, 2017). Наряду с климатически благоприятными регионами притягательными могут быть и северные, с суровым климатом, но с привлекательными местами приложения труда (прежде всего с высоким уровнем зарплаты). Но привлекательность таких регионов не постоянна, поскольку зависит от текущей экономической ситуации. Так, в течение длительного периода времени в список регионов с максимальным миграционным притоком входили северные нефте- и газодобывающие автономии Тюменской области – Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. В последние годы они стали менее привлекательными для мигрантов, но неожиданно вырос миграционный приток на Чукотку, связанный с реализацией там крупных инвестиционных проектов. В старших возрастных категориях начинается и постепенно усиливается отток населения из северных регионов. Это связано с более ранним возрастом выхода северян на пенсию и возвращением в места прежнего проживания или выбором нового, экологически и природно-климатически более благоприятного для проживания района (возвратная миграция). В результате миграционный прирост людей из этой возрастной группы получают южные и центральные регионы страны: Краснодарский край, Белгородская и ряд других староосвоенных областей Европейской России (Карачурина, Мкртчян, 2017).

Регрессионный анализ зависимости общей заболеваемости от климатических факторов достоверно описывает 42% показателя общей заболеваемости. Вклад в регрессию наиболее значителен таких климатических факторов, как СКО давления, продолжительность отопительного периода. Это связано с воздействием низких температур, которое отражается в продолжительности отопительного периода. Существенное воздействие на заболеваемость оказывают также резкие перепады температуры и атмосферного давления (Золотокрылин и др., 2018; Русанов, 1973). Мак-

симальное число резких перепадов давления за год наблюдается в северных и северо-западных регионах России с низкой плотностью населения и суровыми климатическими условиями (Природно-климатические ..., 2018).

В районах с наихудшими климатическими условиями выделяются регионы с высокой общей заболеваемостью и заболеваемостью болезнями органов дыхания. В этих регионах необходимы меры по профилактике и адаптации населения с целью снижения заболеваемости. Это очевидно, но при выборе приоритетов региональной социальной политики не всегда учитывается. Поскольку регионы с повышенной заболеваемостью часто характеризуются и максимальным ВРП, можно рекомендовать органам управления направить дополнительные средства на профилактику и адаптацию.

Регрессионный анализ зависимости ВРП на душу населения от климатических факторов свидетельствует об удовлетворительной степени точности описания моделью процесса. Климатические факторы: продолжительность отопительного периода, продолжительность безморозного периода, сумма активных температур – в значительной степени связаны с ВРП. Субъекты РФ с высокими значениями ВРП расположены как в центральных областях (Москва, Московская область, Санкт-Петербург), так и в регионах с наихудшими климатическими условиями, где локализованы высокодоходные сырьевые отрасли промышленности (Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, Сахалинская область). Самый низкий уровень экономического развития наблюдается в республиках Северного Кавказа (Ингушетия и Чечня), т.е. в южных регионах с благоприятными климатическими условиями, и юга Сибири (республики Тыва, Алтай, Бурятия). Эти примеры еще раз показывают, что экономические факторы менее остальных факторов, характеризующих жизнедеятельность населения, зависят от климатических условий. Показатель ВРП прежде всего отражает отраслевую специализацию региона, в меньшей степени по нему можно судить об уровне жизни проживающего там населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило на региональном уровне количественно оценить вклад климатических факторов в дисперсию демографических, социальных и экономических показателей, осредненных за исследуемый период по субъектам РФ. Установлено, что климатические факторы оказывают воздействие на демографические и социальные показатели. Регрессионный анализ зависимости коэффициента миграционного прироста на 10000 человек населения от климатических факторов свидетельствует, что модель значима и достоверно описывает 49% показателя миграционного прироста. Осреднение показателя миграционного прироста возможно, поскольку пространственная картина миграционных потоков достаточно стабильна во времени (Бородина, Глезер, 2014). Несмотря на многогранность факторов, вызывающих механическое движение населения, проведенный анализ показывает значимость очевидного тезиса, что люди переезжают “туда, где климат лучше”. Регрессионный анализ зависимости общей заболеваемости от климатических факторов достоверно описывает 42% дисперсии показателя общей заболеваемости и 52% заболеваемости болезнями органов дыхания, осредненных по субъектам РФ. Экономические показатели меньше связаны с климатическими факторами. Регрессионный анализ зависимости ВРП от климатических факторов для трех периодов свидетельствует, что модели значимы и достоверно описывают от 21 до 35% показателя ВРП. Были определены климатические факторы, оказывающие максимальное воздействие на демографические, социальные и экономические показатели. Ими оказались в основном комплексные температурные факторы и СКО давления.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена в Институте географии РАН в рамках исследования по гранту РНФ № 16-17-10236-П “Воздействие изменений климата на жизнедеятельность населения в России (“Местности с особыми климатическими условиями”)”.

FUNDING

Study was supported by Russian Science Foundation, project no. 16-17-10236.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Безруков Л.А. Сибирский холод и экономика России // Журн. институциональных исследований. 2011. Т. 3. № 1. С. 104–115.

Бородина Т.Л., Глезер О.Б. Социальное пространство России: ресурс и риски для развития страны // Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов / под ред. В.М. Котлякова и А.А. Тишкова. М.: Институт географии РАН, 2014. С. 29–47.

Виноградова В.В. Волны тепла на Европейской территории России в начале XXI в. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 1. С. 47–55.

Виноградова В.В. Волны тепла на территории России как фактор дискомфортности природной среды // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 4. С. 68–77.

Виноградова В.В. Зимние волны холода на территории России со второй половины XX века // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 3. С. 37–46.

Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб., 2017. 106 с.

Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н., Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения. М.: ГЕОС, 2012. 156 с.

Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Бокучава Д.Д. Влияние междусуточных перепадов температуры и давления на смертность от болезней системы кровообращения на территории России в условиях глобального потепления // Терапевтический архив. 2018. Т. 90. № 3. С. 53–59.

Зоркальцев В.И., Хажеев И.И. Как климат влияет на экономику // ЭКО. 2015. № 7. С. 147–162.

Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Возрастные особенности межрегиональной миграции населения в России // Регион: экономика и социология. 2017. № 4 (96). С. 101–125.

Козловская И.Л., Булкина О.С., Лопухова В.В. и др. Динамика госпитализаций больных с острым коронарным синдромом и показатели состояния атмосферы в Москве в 2009–2012 гг. // Терапевтический архив. 2014. № 12. С. 20–26.

Пилясов А.Н. И последние станут первыми: Северная периферия на пути к экономике знания. М.: Кн. дом “ЛИБРОКОМ”, 2009. 544 с.

Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России / ред. А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова, О.Б. Глезер. М.: Институт географии РАН, 2018. 156 с.

Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека. 2011. № 7. С. 3–9.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Волны холода в южных городах Европейской части России и преждевременная смертность населения // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 125–131.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Токаревич Н.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых городах России // Тр. Междунар. конф. Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле. М.: Институт космических исследований РАН, 2013. Т. 1. С. 295–315.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Першаген Г. Новая эпидемиологическая модель по оценке воздействия аномальной жары и загрязненного атмосферного воздуха на смертность населения (на примере Москвы 2010 г.) // Профилактическая медицина. 2015. Т. 18. № 5. С. 15–19.

Русанов В.И. Методы исследования климата для медицинских целей. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1973. 191 с.

Сизан Е.П., Хухлаев В.К. Методология оценки влияния экстремальных природно-климатических условий на работоспособность человека путем измерения утомления и интенсивности его труда: Сб. науч. тр. М.: НИИ труда, 1992. С. 28–49.

Шапошников Д.А., Ревич Б.А., Мелешко В.П. и др. Опыт прогнозирования ожидаемой дополнительной смертности при потеплении климата на примере города Архангельска // Экология человека. 2013. № 8. С. 17–23.

Basu R., Samet J.M. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence // Epidemiol. Rev. 2002. Vol. 24. № 2. P. 190–202.

Blazejczyk K. Influence of extreme heat waves on man. Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne. 2000. Vol. 108. P. 101–108.

Blazejczyk K. The consequences of the Changes in Global Climate for Human Health // Global Change. 2009. Vol. 16. P. 87–110.

Danet S., Richard F., Montaye M. Beauchant S., Lemaire B., Graux C., Cottel D., Marécaux N., Amouyel P. Unhealthy Effects of Atmospheric Temperature and Pressure on the Occurrence of Myocardial Infarction and Coronary Deaths. A 10-YearSurvey: The Lille-World Health Organization MONICA Project (Monitoring Trendsand Determinantsin Cardiovascular Disease) // Circulation. 1999. Vol. 100. № 1. P. e1-e7.

Guo Y., Barnett A.G., Yu W., Pan X., Ye X. A Large Change in Temperature between Neighbouring Days Increases the Risk of Mortality // PLoS One. 2011. № 6 (2). P. 16511.

Hill F., Gaddy C. The Siberian Curse: How Communist Planners Left Russia Out in the Cold. Washington, D.C.: Brookings Inst. Press, 2003.

Hopstock L.A., Fors A.S., Bønaa K.H., Mannsverk J., Njølstad I., Wilsgaard T. The effect of daily weather conditions on myocardial infarction incidence in a subarctic population: the Tromsø Study 1974–2004 // J. Epidemiol. Community Health. 2012. Vol. 69. № 9. P. 815–820.

John S., Cooper C. Thermal stress in the U.S.A.: effects on violence and on employee behavior // Stress and Health. 2004. № 21 (1). P. 3–15.

Kaczan D.J., Orgill-Meyer J. The impact of climate change on migration: a synthesis of recent empirical insights // Climatic Change. 2020. Vol. 158. P. 281–300.

Kloner R.A., Poole W.K., Perritt R.L. When Throughout the Year Is Coronary Death Most Likely to Occur? A 12-Year Population Based Analysis of More Than 220000 Cases // Circulation. 1999. Vol. 100. № 15. P. 1630–1634.

Kysely J., Pokorna L., Kyncl J., Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic // BMC Public Health. 2009. P. 9–19.

Litvinenko T.V. Socioecological Consequences of Transformation of Natural Resources Utilization in Russia’s Eastern Part in Post-Soviet Period // Reg. Res. Rus. 2012. Vol. 2. № 2. P. 284–295.

Litvinenko T., Kumo K. Post-soviet period changes in resource utilization and their impact on population dynamics in Chukotka autonomous okrug (Russia) // Geography, Environ., Sustainability (GES J.). 2017. Vol. 11. № 3. P. 66–86.

Myers N. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century // Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B: Biol. Sci. 2002. Vol. 357. № 1420. P. 609–613. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0953

Panagiotakos C., Chrysohoou C., Tentolotius C. Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes // Int. J. Cardiol. 2004. Vol. 94. P. 229–233. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2003.04.050

Rocklöv J., Forsberg B. The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998–2003: a study of lag structures and heatwave effects // Scand. J. Publ. Health. 2008. Vol. 36. № 5. P. 516–523.

Saez M., Sunyer J., Tobias A., Ballester F., Antó J.M. Ischaemic heart disease and weather temperature in Barcelona, Spain // Europ. J. Publ. Health. 2000. № 10. P. 58–63.

Wasserman E.B., Zareba W., Utell M.J., Oakes D., Hopke P.K., Frampton M., Chalupa D., William Beckett W., Rich D.Q. Acute changes in ambient temperature are associated with adverse changes in cardiac rhythm // Air Qual. Atmos. Health. 2014. Vol. 7. № 3. P. 357–367.

Climatic Factors and Socioeconomic Indicators: Statistical Relation Research by Regions of Russia

V. V. Vinogradova[1], * and T. L. Borodina[1], **

[1]*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**e-mail: vvvinog@yandex.ru*

***e-mail: borodina@igras.ru*

Climatic conditions affect the population both directly—through its health, morbidity, and mortality, and indirectly—through living conditions, and this impact is extremely heterogeneous. In the work, the ranking of climatic factors according to the closeness of the connection with demographic, social and economic indicators was carried out using correlation, regression, and variance analysis at the territorial level of the regions—subjects of the Russian Federation for the period 1995–2017. It is shown that climatic factors can be used to describe from 21 to 52% of the variance of the considered indicators, averaged over the study period for the regions of the Russian Federation. For the migration rate, the most important predictors are the duration of the heating season, day-to-day temperature drops >|6|°C and the sum of temperatures below 0°C. The dependence of the overall morbidity on climatic factors is described by 42%. The contribution to the regression of such climatic factors as a pressure rms deviation, duration of the heating period, and day-to-day temperature drops >|6|°C is the most significant. Climatic factors such as the duration of the heating season, the duration of the frost-free period, the sum of active temperatures make the greatest contribution to the dispersion of the gross regional product.

Keywords: climatic factors, migration rate, general morbidity, gross regional product, correlation analysis, regression analysis

REFERENCES

Basu R., Samet J.M. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev.,* 2002, vol. 24, pp. 190–202.

Blazejczyk K. Influence of extreme heat waves on man. *Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne*, 2000, vol. 108, pp. 101–108.

Blazejczyk K. The consequences of the changes in global climate for human health. *Global Change*, 2009, vol. 16, pp. 87–110.

Bezrukov L.A. Siberian cold and the economy of Russia. *Zh. Institutsional'nykh Issled.,* 2011, vol. 3, no. 1, pp. 104–115. (In Russ.).

Borodina T.L., Glezer O.B. Social space of Russia: resource and risks for country's development. In *Strategicheskie resursy i usloviya ustoichivogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii i ee regionov* [Strategic Resources and the Conditions for Sustainable Development of the Russian Federation and Its Regions]. Kotlyakov V.M., Tishkov A.A., Eds. Moscow: Inst. Geogr., Ross. Akad. Nauk, 2014. pp. 29–47 (In Russ.).

Vinogradova V.V. Heat waves in the European Russia at the beginning of the 21st century. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2014, no. 1, pp. 47–55. (In Russ.).

Vinogradova V.V. Heat waves in Russia as the uncomfortable factor of the environment. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2017, no. 4, pp. 68–77. (In Russ.).

Vinogradova V.V. Cold waves in winter in Russia since the second half of the 20th century. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.,* 2018, no. 3, pp. 37–46. (In Russ.).

Zolotokrylin A.N., Krenke A.N., Vinogradova V.V. *Raionirovanie Rossii po prirodnym usloviyam zhizni naseleniya* [Zoning of Russia by Natural Conditions of Life]. Moscow: Geos Publ., 2012. 156 p.

Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Bokuchava D.D. The influence of weather-climatic and social factors on population mortality from circulatory diseases in Russia. *Terapevticheskii Arkhiv*, 2018, vol. 90, no. 3, pp. 53–59. (In Russ.).

Zorkal'tsev V.I., Khazheev I.I. How the climate affects the economy. *ECO*, 2015, no. 7, pp. 147–162. (In Russ.).

Danet S., Richard F., Montaye M. Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. A 10-year survey: The Lille-World Health Organization MONICA Project (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease). *Circulation*, 1999, vol. 100, no. 1, pp. 1–7.

Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiiskoi Federatsii [Report on Climate Risks on the Territory of the Russian Federation]. St. Petersburg, 2014. 106 p.

Guo Y., Barnett A.G., Yu W., Pan X., Ye X. A large change in temperature between neighbouring days increases the risk of mortality. *PLoS ONE*, 2011, no. 6 (2), 16511.

Hill, F., Gaddy, C. *The Siberian Curse: How Communist Planners Left Russia Out in the Cold*. Washington, D.C.: Brookings Inst. Press, 2003.

Hopstock L.A., Fors A.S., Bønaa K.H., Mannsverk J., Njølstad I., Wilsgaard T. The effect of daily weather conditions on myocardial infarction incidence in a subarctic population: the Tromsø Study 1974–2004. *J. Epidemiol. Community Health*, 2011, vol. 66, pp. 815–820.

John S., Cooper C. Thermal stress in the U.S.A.: effects on violence and on employee behavior. *Stress and Health*, 2004, no. 21 (1), pp. 3–15.

Kaczan D.J., Orgill-Meyer J. The impact of climate change on migration: a synthesis of recent empirical insights. *Climatic Change*, 2020, vol. 158, pp. 281–300. https://doi.org/10.1007/s10584-019-02560-0

Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Age features of interregional population migration in Russia. *Region: Ekon. i Sotsiol.*, 2017, no. 4 (96), pp. 101–125. (In Russ.).

Kloner R.A., Poole W.K., Perritt R.L. When throughout the year is coronary death most likely to occur? A 12-year population based analysis of more than 220000 cases. *Circulation*, 1999, pp. 1630–1634.

Kozlovskaya I.L., Bulkina O.S., Lopukhova V.V., Kolmakova T.E., Karpov Yu.A., Starostin I.V., Baratashvili V.L., Rubinstein K.G., Emelin S.V., Borovikov V.P. Dynamics of hospitalizations of patients with acute coronary syndrome and indicators of the state of the atmosphere in Moscow in the year. *Terapevticheskii Arkhiv*, 2014, no. 12, pp. 20–26. (In Russ.).

Kysely J., Pokorna L., Kyncl J., Kriz B. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 2009, pp. 9–19.

Litvinenko T.V. Socioecological consequences of the transformation of natural resource utilization in Russia's eastern part in post-Soviet period. *Reg. Res. Russ.*, 2012, vol. 2, pp. 273–284.

Litvinenko T., Kumo K. Post-soviet period changes in resource utilization and their impact on population dynamics in Chukotka autonomous okrug (Russia). *Geogr., Environ., Sustain.*, 2017, vol. 11, no. 3, pp. 66–86. https//doi.org/10.24057/2071-9388-2017-11-3-66-86

Myers N. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.,* 2002, vol. 357 (1420), pp. 609–613. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0953

Panagiotakos C., Chrysohoou C., Tentolotius C. Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes. *Int. J. Cardiol.*, 2004, vol. 94, pp. 229–233. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2003.04.050

Pilyasov A.N. *I poslednie stanut pervymi: Severnaya periferiya na puti k ekonomike znaniya* [And the Latter Will be the First: the Northern Periphery on the Path to the Knowledge Economy]. Moscow: LIBROKOM Publ., 2009. 544 p.

Prirodno-klimaticheskie usloviya i sotsial'no-geograficheskoe prostranstvo Rossii [Natural and Climatic Conditions and Sociogeographical Space of Russia]. Zolotokrylin A.N., Vinogradova V.V., Glezer O.B., Eds. Moscow: Inst. Geogr., Russ. Akad. Nauk, 2018. 154 p.

Revich B.A. Heat waves, air quality and mortality of population of European part of Russia in the summer of 2010: results of preliminary assessment. *Ekologiya Cheloveka*, 2011, no. 7, pp. 3–9. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Waves of cold in the southern cities of the European part of Russia and premature mortality of the population. *Probl. Prognozirovaniya,* 2016, no. 2, pp. 125–131. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Pershagen G. New epidemiological model for assessment of the impact of extremely hot weather and air pollution on mortality (in case of the Moscow heat wave of 2010). *Profilakticheskaya Meditsina*, 2015, vol. 18, no. 5, pp. 15–19. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Tokarevich N.A. Climate change, heat waves and cold as the risk factors for increased mortality in some Russian cities. In *Trudy Mezhdunarodnoi konferentsii Vliyanie kosmicheskoi pogody na cheloveka v kosmose i na zemle* [Proc. Int. Conf. Space Weather Effects on Humans in Space and on Earth]. Moscow: Inst. Kosmicheskikh Issled. Akad. Nauk, 2013, vol. 1, pp. 295–315. (In Russ.).

Rocklöv J., Forsberg B. The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998-2003: a study of lag structures and heatwave effects. *Scand. J. Publ. Health*, 2008, no. 36 (5), pp. 516–523.

Rusanov V.I. *Metody issledovaniya klimata dlya meditsinskikh tselei* [Climate Research Methods for Medical Purposes]. Tomsk: Tomsk Univ. Press. 1973. 191 p.

Saez M., Sunyer J., Tobias A., Ballester F., Antó J.M. Ischaemic heart disease and weather temperature in Barcelona, Spain. *Eur. J. Publ. Health*, 2000, no. 10, pp. 58–63.

Sizan E.P., Khukhlaev V.K. Methodology for assessing the impact of extreme natural and climatic conditions on human performance by measuring fatigue and the intensity of his work. In *Raionnoe regulirovanie zarabotnoi platy v sisteme sovremennykh metodov khozyaistvovaniya* [District Regulation of Wages in the System of Modern Methods of Economic Management]. NII Truda, 1992, pp. 28–49. (In Russ.).

Strategicheskie resursy i usloviya ustoichivogo razvitiya Rossiiskoi Federactsii i ee regionov [Strategic Resources and the Conditions for Sustainable Development of the Russian Federation and Its Regions]. Kotlyakov V.M., Tishkov A.A., Eds. Moscow: Inst. Geogr., Ross. Akad. Nauk, 2014. 166 p.

Shaposhnikov D.A., Revich B.A., Meleshko V.P., Govorkova V.A., Pavlova T.V., Varakina Zh.L. Experience in forecasting the expected extra mortality of climate warming on the example of the city of Arkhangelsk. *Ekologiya Cheloveka*, 2013, no. 8, pp. 17–23. (In Russ.).

Wasserman E.B., Zareba W., Utell M.J. Acute changes in ambient temperature are associated with adverse changes in cardiac rhythm. *Air Qual. Atmos. Health*, 2014, no. 7 (1), pp. 215–224.

ДИСКУССИЯ ПО ПОВОДУ СТАТЬИ ФОРМАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД НЕ СМОГ ВЫЯВИТЬ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Н. В. Зубаревич*

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

**e-mail: nzubarevich@gmail.com*

В статье ставится задача оценить степень воздействия климатических факторов на различные стороны жизнедеятельности населения в регионах России и выявить факторы, оказывающие максимальное влияние. Авторы попробовали это оценить и провели ранжирование демографических, социальных и экономических показателей по тесноте связи с климатическими факторами. Однако и к выбранным показателям, и к оценкам их влияния есть много вопросов.

Начнем с миграций. Авторы используют коэффициент миграционного прироста и утверждают, что “наилучшие демографические показатели – в ареалах с наиболее благоприятными климатическими условиями, наихудшие – в ареалах с неблагоприятным климатом”. Действительно, в 1990-х годах миграционный отток из северных регионов был значительным, но с 2000-х годов миграции приобрели экономический характер, обусловленный не столько климатом, сколько различиями в уровне жизни, что подтверждают данные Росстата. Например, нефтегазодобывающие автономные округа Тюменской области, как и Ненецкий АО, бóльшую часть рассматриваемого в статье периода отличались миграционным приростом благодаря значительно более высокой заработной плате. Большинство регионов Центра и Северо-Запада, части Поволжья имели длительный миграционный отток вовсе не из-за климатических особенностей, а по причине мощнейшего притяжения двух крупнейших агломераций страны, “вытягивающих” мигрантов из более бедных регионов. При этом агломерации федеральных городов расположены в той же климатической зоне, что и регионы миграционного оттока. Юг страны действительно устойчиво притягивает мигрантов, но далеко не весь – в республиках Северного Кавказа и в Калмыкии, относящихся к югу, продолжается миграционный отток (данные по Ингушетии, где якобы существует миграционный прирост, считаются не вполне достоверными). Кроме того, теряли население в миграционном обмене Курганская и Кемеровская области, Алтайский край, расположенные на юге Зауралья и Западной Сибири.

Использованные в статье показатели общей заболеваемости на 1000 человек населения, зарегистрированной у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, а также заболеваемости на 1000 человек населения по болезням органов дыхания и системы кровообращения вызывают еще больше вопросов. Связь с климатическими условиями возможна, но она не доказана. Во-первых, общеизвестно низкое качество региональной статистики заболеваемости. Во-вторых, показатели заболеваний системы кровообращения зависят от возрастной структуры населения (сердечные и онкологические заболевания – в основном удел пожилых). В-третьих, показатели смертности от разных заболеваний подвержены конъюнктурным влияниям: в 2010-х в регионах занижались показатели смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, чтобы улучшить отчетность по нацпроектам, но при этом росли показатели смертности от прочих причин. Более показательна так называемая сверхсмертность мужчин в трудоспособных возрастах, она максимальна в Нечерноземье, Предуралье и Прибайкалье, а также на Чукотке и в Тыве, что объясняется вовсе не климатом, а распространенностью асоциального поведения или, проще говоря, маргинализации населения, зависящей не от климата, а от гораздо более широкого круга социально-экономических причин.

Связь климата и экономики рассматривается в статье с использованием душевого ВРП, при этом, если судить по тексту, не проводилась корректировка данного показателя на различия цен в регионах, что искажает полученные результаты. В России нельзя сравнивать региональные показатели в рублях, поскольку различия стоимости жизни и цен достигают 2–3-х раз. Без корректировки на цены Чукотка становится замечательным местом для жизни по душевому ВРП и доходам населения, но ведь это не так!

Давно известно, что максимальную производительность труда в России имеют нефтегазодобывающие отрасли, расположенные в основном в регионах с неблагоприятным климатом. Но можно ли сказать, что чем хуже климат, тем выше душевой ВРП? Конечно, нет, дело не в климате, а в структуре экономики регионов, а она разная.

Далее авторы указывают, что “регрессионный анализ зависимости валового регионального продукта (ВРП) на душу населения от климатических факторов проводился отдельно для трех периодов (1995–2000, 2001–2009, 2010–2016 гг.) из-за больших различий ВРП, а используемые данные осреднялись за соответствующие периоды”. Что понимается под “большими различиями”? Региональная дифференциация по душевому ВРП в основном сформировалась к концу 1990-х и не очень существенно менялась в последующие периоды, хотя региональное неравенство, измеряемое коэффициентом Джини, все же немного сокращалось с середины 2000-х до середины 2010-х. Кроме то-

го, предложенное деление на периоды объединяет периоды экономического роста 2000-х и кризисов 1998, 2009 и 2015 гг. Усреднять необходимо, но с учетом экономических циклов.

В целом результаты исследования, представленные в статье, можно кратко охарактеризовать так:

1) из северных регионов уезжают в большей степени. Но неужели только из-за климата? Скорее потому, что в большинстве этих регионов (кроме нефтегазовых) заработная плата не компенсирует северное удорожание;

2) показатели заболеваемости имеют в основном слабую корреляцию с климатическими характеристиками, для отдельных показателей – отрицательную. Это неудивительно, явной связи и не должно быть с учетом более молодой возрастной структуры населения северных регионов (и, как следствие, меньшей заболеваемости в расчете на 1000 чел. населения, особенно системы кровообращения) и невысокого качества статистики;

3) связи между экономикой и климатом нет, что и требовалось доказать. Это подтверждают и авторы статьи в заключении. Еще раз напомним, что северные регионы – разные по структуре экономики: от богатых нефтегазовых до высокодотационных. Кроме того, недоучет северного удорожания в статье делает сопоставление с климатом бессмысленным.

После всех этих замечаний вряд ли имеет смысл анализировать математические методы анализа и их результаты. Тут работает принцип – “что заложишь, то и получишь”.

Обобщая, можно сделать следующий вывод: климат, безусловно, имеет значение, но измерить его как фактор социального и экономического развития в представленной статье не очень получилось. Это действительно сложная задача, любую попытку следует приветствовать, но желательно не допускать ошибок, негативно влияющих на адекватность измерений и полученных результатов. Небольшое послесловие: Аляска – один из самых богатых штатов США, и плохой климат этому не помешал.