



УДК 911.3:551.58(571.5)

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.25.88>

Природно-климатические факторы экологической безопасности в контексте социально-экономического развития Байкальского региона

Л. М. Коротный

*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск
Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск
Иркутский государственный университет, г. Иркутск*

Л. Б. Башалханова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

В. Н. Веселова

*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск
Иркутский научный центр СО РАН, г. Иркутск*

А. В. Бальжинов, Е. В. Михеева

Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления, г. Улан-Удэ

И. А. Башалханов

НПФ «Региональное экологическое прогнозирование», г. Иркутск

Аннотация. Рассмотрены природно-климатические условия проживания населения в Байкальском регионе. Показаны особенности пространственной дифференциации способности атмосферы к самоочищению. Установлено, что повышенным уровнем ее загрязнения отличаются наиболее термически благоприятные территории долин рек и межгорных понижений. Существенными загрязнителями воздушной среды выступают предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды. Их доля от общего объема выбросов загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, колеблется в последние годы в пределах 46–54 % в Иркутской области, 64–74 – в Республике Бурятия и 55–60 – в Забайкальском крае. Выявлен рост (в 1,3 раза) заболеваемости населения региона злокачественными новообразованиями, одной из важнейших причин которых предполагается загрязнение атмосферы в городах. Проведена стоимостная оценка риска от преждевременной смертности трудоспособного населения. Экономический ущерб при этом составил в 2016 г. для Иркутской области 4,7 % от ВРП, 8,6 – для Республики Бурятия и 7,5 – для Забайкальского края. Обсужден вопрос об экологической составляющей стоимости электрической и тепловой энергии. Показано, что экономический потенциал возобновляемых источников энергии – более 70 % от объема потребляемого угля на электростанциях и в котельных региона, что предоставляет реальные возможности для развития альтернативной энергетики со снижением уровня загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: Байкальский регион, условия самоочищения атмосферы, выбросы загрязняющих веществ, экономический ущерб.

Для цитирования: Природно-климатические факторы экологической безопасности в контексте социально-экономического развития Байкальского региона / Л. М. Корытный, Л. Б. Башалханова, В. Н. Веселова, А. В. Бальжинов, Е. В. Михеева, И. А. Башалханов // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2018. Т. 25. С. 88–106. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.25.88>

Введение

Экологическая безопасность относится к важнейшим видам безопасности цивилизации. Всегда существовавшие угрозы природных стихийных процессов в ходе исторического развития дополнились антропогенными воздействиями на окружающую среду, вызывающими неблагоприятные последствия как в природе, так и в экономике и здоровье населения. Это стало особенно заметно в последние десятилетия, когда экологические опасности и необходимость защиты от них признаны приоритетными для человечества.

Географическое положение Байкальского региона в континентальной части Евро-Азиатского материка оказывает определяющее влияние на условия проживания населения. Социально-экономическое развитие региона, включающего три субъекта РФ – Иркутскую область, Республику Бурятия и Забайкальский край, осложняется наличием экологических проблем, связанных с негативным воздействием на природную среду и здоровье населения. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в значительной мере обусловливается сочетанием географических особенностей и экономических характеристик региона. Сложная взаимозависимость основных факторов по поддержанию качества жизни и здоровья населения выдвигает в разряд приоритетов снижение уровня загрязнения воздушной среды путем развития альтернативной «зеленой экономики», наиболее отвечающей природно-климатической специфике территории.

Природно-климатические особенности проживания населения

Формирование качества атмосферного воздуха в приземном слое обусловлено совокупным воздействием процессов циркуляции, поступления примесей, их рассеивания, трансформации и оседания. Скорость и интенсивность протекания этих процессов в значительной степени зависят от способности атмосферы к самоочищению, объемов и вида примесей [Bezuglaya, 1996; Безуглая, Смирнова, 2008]. Согласно В. В. Крючкову [1979], при сочетании средней годовой скорости ветра менее 3 м/с, повторяемости штилей более 50 %, характеризующих застойные явления, и наименьшей суммы осадков (менее 300 мм) самоочищения атмосферы практически не происходит. Ее самоочищение начинает проявляться с усилением скорости ветра, уменьшением повторяемости штилей и повышением количества осадков.

В Байкальском регионе под воздействием местных особенностей орographicеских систем – чередования расчлененных котловин, мощных горных хребтов и узких долин – формируются сезонные локальные барические центры. Зимой – Азиатский антициклон с центром над севером Монголии, ле-

том – области замкнутых термических депрессий [Экологический атлас бассейна ... , 2015]. Для котловины оз. Байкал в силу влияния водных масс характерно местное поле повышенного давления летом и пониженного зимой. Мощность этих локальных барических центров определяет процессы энерго-массобмена с сопредельными территориями. В условиях антициклона стандартного понижения температуры воздуха с высотой (вертикальный градиент $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$) не происходит, и отмечается ее повышение, что сопровождается возникновением мощных и продолжительных инверсий. Над узкими долинами интенсивность инверсий наибольшая в январе, при этом наиболее глубокие инверсии с частой их повторяемостью и самые низкие температуры в приземном слое атмосферы наблюдаются в замкнутых местоположениях.

Пространственное разнообразие территории региона с различным сочетанием повторяемости штилей и слабых скоростей ветра, дифференциации суммы осадков в зависимости от местоположения благоприятствуют формированию самоочищающей способности атмосферы (ССА) – от крайне низкой до умеренно высокой (рис. 1). Умеренно высокая ССА характерна для открытых крутосклоновых вершинных поверхностей. Средняя ССА присуща возвышенным местоположениям, поверхностям склонов, побережью оз. Байкал. Однако на побережье чаще максимальная деятельность местных форм циркуляций фиксируется в зоне ниже высоты окружающих хребтов, поэтому вынос загрязняющих веществ за пределы котловины будет затруднен. Низкой ССА отличаются пологохолмистые междуречья, долины рек, нижние части склонов. Крайне низкая ССА создается в замкнутых межгорных понижениях, долинах рек и на участках речных долин, перпендикулярных основному потоку воздушных масс. Следует отметить, что сезонные различия ССА в регионе будут существенны из-за особенностей циркуляции атмосферы. Наиболее неблагоприятные условия для рассеивания примесей отмечаются в зимний период.

Более детальные исследования потенциала самоочищения атмосферы на юге Иркутской области, выполненные на базе численных моделей, показывают существенные сезонные различия климатических эллипсов рассеивания ветрового потока [Аргучинцев, Аргучинцева, 2001]. В зимний период под воздействием местных особенностей эллипсы имеют меньший радиус, и примеси даже от приподнятых источников концентрируются на ограниченной территории.

Кроме того, при пространственном анализе климатических условий для проживания населения в Байкальском регионе выделено три уровня дискомфорта климата (умеренный, сильный, очень сильный) с усилением суровости в северном и северо-восточном направлениях [Башалханова, Веселова, Корытный, 2012]. Жизнедеятельность населения на таких территориях более затратна и связана с ограничением видов хозяйственной деятельности, сокращением пребывания на открытом воздухе, потребностью в повышении калорийности питания, теплоизоляции одежды и помещений, с вынужденным приспособлением производственных технологий, оборудования и систем к низким температурам.

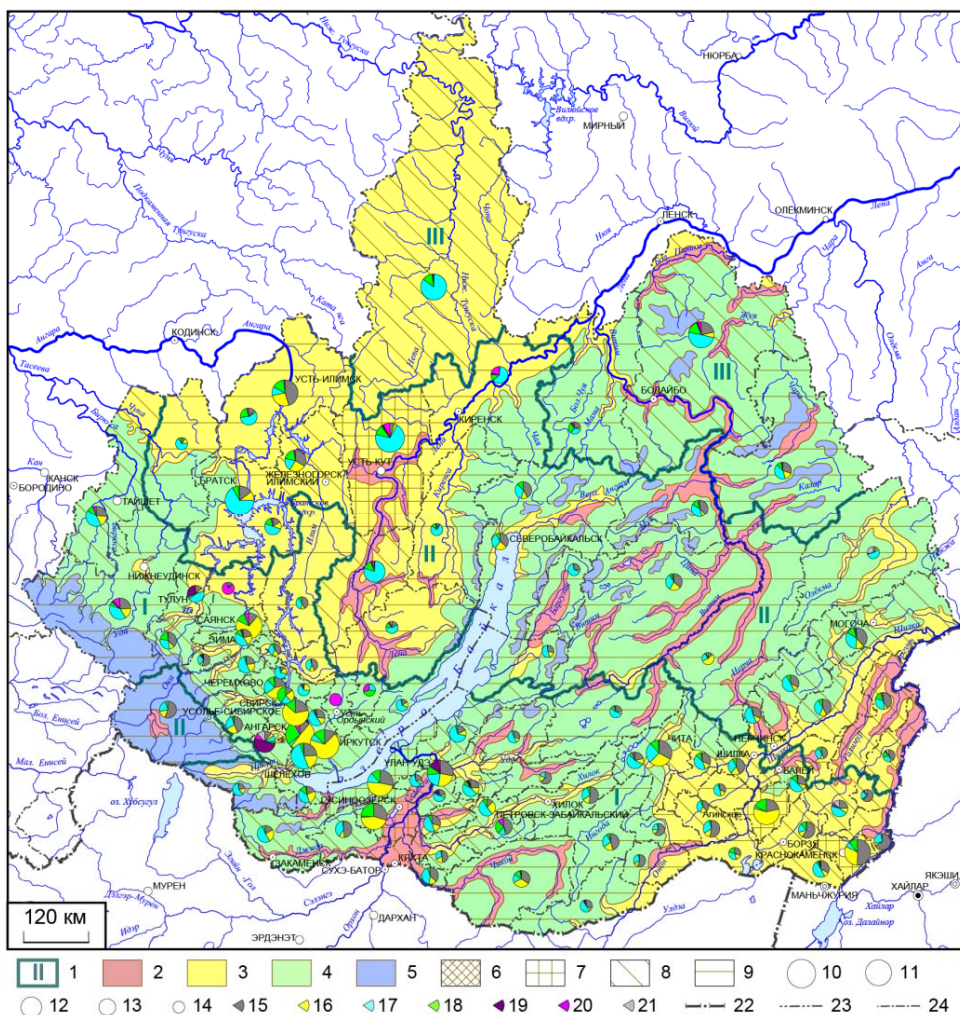


Рис. 1. Климатические и антропогенные факторы проживания населения Байкальского региона

1 – уровни дискомфорта климата: I – умеренный, II – сильный, III – очень сильный. Самоочищающая способность атмосферы: 2 – крайне низкая, 3 – низкая, 4 – средняя, 5 – умеренно высокая. Удельные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников по муниципальным районам (т на км² в год): 6 – более 10; 7 – от 1 до 10; 8 – от 0,1 до 1; 9 – менее 0,1. Объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ по муниципальным районам и городским округам (тыс. т в год): 10 – более 50; 11 – от 10 до 50; 12 – от 3 до 10; 13 – от 1 до 3; 14 – менее 1. Структура выбросов в атмосферу загрязняющих веществ по муниципальным районам и городским округам: 15 – твердые вещества; 16–21 – газообразные и жидкие вещества: 16 – диоксид серы, 17 – оксид углерода, 18 – оксиды азота (в пересчете на NO₂), 19 – углеводороды, 20 – летучие органические соединения (кроме углеводородов), 21 – прочие газообразные и жидкие вещества. Границы: 22 – государственные, 23 – субъектов РФ, 24 – муниципальных районов

Большая часть населения всех трех субъектов региона проживает в южных районах в условиях умеренного климатического дискомфорта (табл. 1), ССА которой изменяется от крайне низкой до умеренно высокой. Поскольку наиболее пригодные и освоенные для жизнедеятельности населения территории расположены в долинах рек и межгорных понижениях, термически более благоприятных, но склонных к формированию застойных явлений, их освоение чаще всего сопровождается повышенным уровнем загрязнения атмосферы.

Таблица 1

Численность населения, проживающего
в условиях разного климатического дискомфорта, чел., 2016 г.

Субъекты РФ	Численность населения		
	Умеренный дискомфорт	Сильный дискомфорт	Очень сильный дискомфорт
Иркутская область	1 804 369	580 613	27 818
Республика Бурятия	884 442	97 842	–*
Забайкальский край	916 344	146 964	8253

* В Республике такой уровень дискомфорта климата не прослеживается.

Загрязнение атмосферы Байкальского региона

Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу дифференцированы по территории региона и косвенно отражают уровень экономического развития субъектов (см. рис. 1). Основными загрязнителями воздушной среды выступают автотранспорт и промышленные предприятия¹. Выбросы загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, весьма внушительны (рис. 2); значительную часть стационарных источников составляют предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды. Их доля в последние годы колеблется в пределах 46–54 % от общего объема выбросов в Иркутской области², 64–74 – в Республике Бурятия³ и 55–60 – в Забайкальском крае⁴.

Уровень воздействия загрязняющих веществ обусловлен в основном количеством и качеством сжигаемого топлива. Во всех субъектах топливный баланс электростанций и котельных представлен преимущественно местными углями (мугунским, головинским, черемховским, азейским, жеронским, гусиноозерским, окино-ключевским, харанорским, уртуйским и пр.) или привозными из Красноярского края (ирша-бородинским, ирбейским).

Количество израсходованного топлива в Иркутской области почти в три раза превышает объем израсходованного топлива в Республике Бурятия и Забайкальском крае (табл. 2). Однако топливный ряд здесь более разнообразен и включает разные виды топлива. Например, в 2016 г. доля угля в объеме всего топлива составляла в Иркутской области 84,4 %, а в Республике

¹ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г. : гос. докл. М. : Минприроды России; НИА-Природа, 2017. 746 с. URL: <http://www.mnr.gov.ru>.

² Природные ресурсы и охрана окружающей среды : стат. сб. / Иркутскстат. Иркутск, 2017. 104 с.

³ Охрана окружающей среды в Республике Бурятия : стат. сб. / Бурятстат. Улан-Удэ, 2017. 53 с.

⁴ Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2016 г. Чита, 2017. 213 с.

Бурятия и Забайкальском крае – 98,2 и 99,8 соответственно. Основными компонентами выбросов при их сжигании являются опасные для здоровья человека вещества (зола, оксиды углерода, азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, соединения мышьяка, свинца, ванадия и др.).

Существенное влияние на загрязнение атмосферы оказывает наличие в регионе множества мелких котельных, работающих на угле, выбросы которых не подвергаются очистке. В городах Улан-Удэ и Чите остро стоит проблема загрязнения воздуха частным сектором в отопительный сезон. Например, в Улан-Удэ более 20 тыс. частных домов. По причине высокого тарифа на электроэнергию, низкого уровня доходов населения обогрев жилых домов электродкотлами большинству недоступен. Четверть жителей домов этих городов и их окрестностей топят дома углем, две трети – дровами. ПДК по бенз(а)пирену в отопительный сезон может превышать более чем в 10 раз.

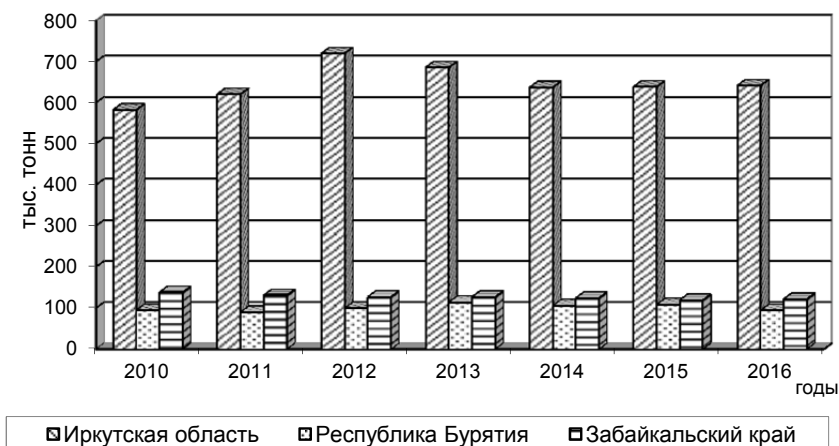


Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников

Таблица 2

Потребление топлива на электростанциях и котельных в 2016 г., тыс. т условного топлива/год¹

Субъекты РФ	Всего	Вид топлива				
		Уголь	Мазут	Дизтопливо	Газ	Дрова и пр.
Иркутская область	9403,9	7936,6	278,8	0,0	207,8	980,7
Республика Бурятия	3285,7	3244,3	41,3	0,1	0,0	0,0
Забайкальский край	3700,7	3691,8	8,9	0,0	0,0	0,0

¹ Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Иркутской области на 2017–2021 гг. (в ред. Указа губернатора Иркут. обл. от 22.12.2016 № 314-уг). URL: <http://docs.cntd.ru/document/445049800>; Об утверждении Схемы и программы развития электроэнергетики Республики Бурятия на 2016–2020 гг. URL: <http://docs.cntd.ru/document/441611105>; Схема и программа развития электроэнергетики Забайкальского края на период 2017–2021 гг. URL: <http://base.garant.ru/43969436>.

Сочетание природно-климатических особенностей региона и внушительных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу способствует ухудшению ее экологического состояния. Так, многие города Байкальского региона в течение продолжительного периода (по 15 лет и более) входили в Приоритетный список городов с очень высоким индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). В последние годы ситуация мало меняется (табл. 3). ИЗА многих городов характеризуется как высокий и очень высокий, что является одним из основных факторов повышения заболеваемости и смертности населения. В перечисленных городах региона проживает 44,2 % населения Иркутской области, 45,2 – Республики Бурятия и 33,3 – Забайкальского края.

Оценка влияния атмосферы на социально-экономические процессы

Риск от проживания населения в таких условиях существенно возрастает с усилением как дискомфорта климата, так и загрязнения среды. Это связано с тем, что увеличение издержек на жизнеобеспечение населения не в полной мере возмещается в северных территориях Республики Бурятия и Забайкальского края [Bashalkhanova, Bashalkhanov and Veselova, 2012; Resource and climate ... , 2015]. Прожиточный минимум в этих субъектах остается единым на всей территории до сих пор.

Комплексное влияние природной и антропогенно обусловленной дискомфорта климата на жизнедеятельность человека рельефно выявляется при анализе тенденций изменения индексов доходности и издержек при работах на открытом воздухе. По мере усиления дискомфорта и повышения уровня загрязнения атмосферы индекс доходов линейно уменьшается, в то время как индекс издержек растет почти по экспоненте [Башалханова, Веселова, Корытный, 2012]. При умеренном загрязнении основной вклад в сумму издержек происходит за счет усиления дискомфорта климата, а с повышением суровости климата – почти пропорционально уровню загрязнения воздушной среды. Сохранение выгодного соотношения затратной и доходной части возможно либо при использовании эффективного природного ресурса, либо при многократном снижении издержек за счет внедрения новых технологий, а также путем снижения затрат (транспортных, в системах жизнеобеспечения и пр.). В иных случаях большая часть издержек перекладывается на человека, его здоровье и продолжительность жизни, благосостояние, социальные права, гуманитарные потребности.

Индикатором ухудшения условий проживания служат показатели заболеваемости и смертности населения, направленность изменения которых свидетельствует об эффективности социально-экономической политики региона [Лещенко, 2006]. Заболеваемость населения увеличивается на 30–40 % в условиях загрязненной атмосферы [Безуглая, Смирнова, 2008], а неблагоприятное состояние окружающей среды определяет до 50 % онкологических заболеваний [Бобылев, 2014]. В сводных обзорах исследований в зарубежных странах показано повышение общей смертности с увеличением концентрации взвешенных частиц [WNO. Air Quality ... , 2005].

Таблица 3

Качество атмосферного воздуха¹ в городах Байкальского региона за 2010–2016 гг.

Города Байкальского региона	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) загрязняющие вещества						
Братск*	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий
	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, HF	БП, Ф, CS ₂ , NO ₂ , ВВ, HF	БП, Ф, CS ₂ , ВВ, HF	БП, Ф, CS ₂ , ВВ, HF	БП, Ф, CS ₂ , ВВ, HF	БП, Ф, CS ₂ , ВВ, HF	БП, Ф, CS ₂ , NO ₂ , ВВ
Зима	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий
	БП, Ф, NO ₂	БП, Ф, NO ₂	БП, Ф, NO ₂ , HCl	БП, Ф, NO ₂ , HCl, CO	БП, H ₂ S, Ф, HCl	БП, Ф, NO ₂ , HCl, CO	БП, Ф, NO ₂ , HCl, CO
Иркутск*	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	высокий	высокий
	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, сажа	БП, Ф, NO ₂ , ВВ	БП, Ф, NO ₂ , ВВ	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, сажа	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, NO, H ₂ S	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, O ₃	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, NO
Усолье-Сибирское	высокий	высокий	высокий	повышенный	высокий	высокий	очень высокий
	БП, Ф	БП, Ф	БП, Ф	БП, Ф	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, H ₂ S	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, CO	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, SO ₂
Черемхово	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий	высокий	очень высокий
	БП, NO ₂	БП, NO ₂	БП, NO ₂	БП, NO ₂ , SO ₂ , ВВ, CO	БП, NO ₂	БП, NO ₂ , SO ₂ , ВВ, CO	БП, NO ₂ , SO ₂ , ВВ, CO
Шелехов	высокий	высокий	высокий	высокий	очень высокий	высокий	очень высокий
	БП, Ф, ВВ, HF	БП, Ф, ВВ, HF	БП, Ф, ВВ, HF	БП, Ф, ВВ, HF, NO ₂	БП, Ф, ВВ, HF, NO ₂	БП, Ф, ВВ, O ₃ , NO ₂	БП, Ф, ВВ, HF, O ₃
Селенгинск*	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий
	БП, Ф, NO ₂	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, фенол, H ₂ S, CO	БП, Ф, ВВ, фенол	БП, Ф, ВВ, фенол, H ₂ S, CO	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, CO	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, O ₃	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, O ₃
Улан-Удэ*	высокий	высокий	высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий
	БП, Ф	БП, Ф, ВВ, фенол	БП, Ф, NO ₂ , ВВ	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, CO, фенол	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, фенол	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, O ₃	БП, ВВ, O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Петровск-Забайкальский	высокий	высокий	высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий
	БП, CO	БП, CO	БП, CO	БП, CO	БП, CO	БП, ВВ, CO, NO ₂ , SO ₂	БП, ВВ, CO, NO ₂ , SO ₂
Чита*	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий	очень высокий
	БП, Ф, ВВ, CO	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, фенол	БП, Ф, NO ₂ , ВВ	БП, Ф, ВВ, CO	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, фенол	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, фенол	БП, NO ₂ , ВВ, фенол

Примечание. *Города, входящие в Приоритетный список более 20 лет (с 1992 г.). Загрязняющие вещества: Ф – формальдегид, ВВ – взвешенные вещества, БП – бенз(а)пирен, РМ – взвешенные частицы фракций РМ₁₀ и РМ_{2,5}, HF – фторид водорода, NO₂ – диоксид азота, NO – оксид азота, SO₂ – диоксид серы, CO – оксид углерода, NH₃ – аммиак, H₂S – сероводород, CS₂ – сероуглерод, O₃ – озон, HCl – хлорид водорода.

¹ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г. : гос. докл. М. : Минприроды России; НИИ-Природа, 2017. 746 с.; 2011. 571 с. URL: <http://www.mnr.gov.ru>.

Считается, что наибольшую угрозу для здоровья представляют мелкие частицы, глубоко проникающие в дыхательные пути [Estimated cancer incidence ... , 1985; Health Aspects of ... , 2003; Health Aspects of ... , 2005]. Они биологически более активны, содержат широкий спектр опасных веществ (нитриты, бенз(а)пирен и пр.). При исследовании влияния загрязнения атмосферы на возникновение злокачественных новообразований установлена устойчивая связь между ИЗА и числом заболеваний [Безуглая, Смирнова, 2008]. Из осредненных данных получена тесная (36–38 %) связь распространенности злокачественных новообразований с повышением загрязнения атмосферы.

В целом по субъектам заболеваемость населения за последние годы продолжает расти, особенно злокачественными новообразованиями (табл. 4). С 2010 по 2016 г. показатели общей заболеваемости населения онкологическими болезнями увеличились в 1,3 раза во всех субъектах. Лишь в Иркутской области отмечено ее снижение на 10 % в 2016 г. Совокупное негативное воздействие природной и антропогенно обусловленной дискомфортности четко выражено в пространственном распределении заболеваемости населения злокачественными новообразованиями. Его градиент в субъектах направлен из зоны умеренного дискомфорта в сторону усиления суровости климата, а в условиях одинакового дискомфорта – из муниципальных районов в сторону более загрязненных городских территорий (табл. 5). Показатели смертности населения изменяются меньшими темпами, их рост за этот период составил 1,1 раза. Снижение смертности трудоспособного населения в Иркутской области и Забайкальском крае отражает тенденцию к небольшой стабилизации социально-экономического положения населения и подчеркивает его неустойчивость в Республике Бурятия.

Для измерения социального эффекта от преждевременной смертности трудоспособного населения в субъектах проведена стоимостная оценка риска по методике Роспотребнадзора¹. В расчетах использованы данные Росстата²: величины ВРП и ПМ на душу населения; численность населения; ожидаемая продолжительность жизни; коэффициенты смертности населения в трудоспособном возрасте; средний возраст смерти. В результате влияния ряда факторов – численности населения, роста экономики субъектов, инфляционных издержек – экономический ущерб от преждевременной смертности трудоспособного населения в 2016 г. достиг в регионе значительных величин и составил для Иркутской области 4,7 % от ВРП. Смертность среди населения трудоспособного возраста при этом в 2016 г. достигала 730,7 случая на 100 тыс. населения. В Республике Бурятия и Забайкальском крае при более низких удельных характеристиках этого показателя (611,9 и 649,4 случая соответственно) и меньших объемах ВРП экономический ущерб составил соответственно 8,6 и 7,5 %.

¹ Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания : метод. рекомендации. М. : Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 24 с.

² Демографический ежегодник России. 2012 : стат. сб. / Росстат. М., 2012. 535 с.; 2017. 263 с.; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017 : стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.; 2011. 990 с.

Таблица 4

Социально-экономическая характеристика региона¹

Субъекты	Годы						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ВРП, млн руб.							
Иркутская область	546 141,0	634 561,4	737 971,6	805 197,5	916 317,5	1 013 542,3	1 068 724,6
Республика Бурятия	133 525,6	153 624,1	164 737,8	176 888,9	186 492,9	204 156,2	199 225,5
Забайкальский край	166 742,5	203 869,0	223 968,8	229 239,4	234 840,8	248 847,6	262 801,9
Индексы физического объема ВРП (в постоянных ценах: в % к предыдущему году)							
Иркутская область	106,8	104,5	109,4	102,0	104,8	100,4	102,8
Республика Бурятия	103,5	103,8	100,5	100,8	98,3	99,6	93,5
Забайкальский край	103,7	107,8	102,2	98,1	94,2	99,1	100,1
Общая заболеваемость новообразованиями всего населения, на 100 тыс. человек							
Иркутская область	3849	4259,9	4583,7	4766,4	5073,9	5257,1	4850,2
Республика Бурятия	2516,4	2684,3	2643,2	2827,0	3015,5	3192,7	3274,9
Забайкальский край	3326,2	3343,6	3469,1	3558,7	3678,4	3741,8	4352,8
Смертность от новообразований всего населения, на 100 тыс. человек							
Иркутская область	195,2	198,5	192,9	205,6	205,0	208,5	211,8
Республика Бурятия	166,4	182,8	174,7	176,4	175,7	172,8	178,0
Забайкальский край	169,6	160,6	163,5	172,5	173,4	184,7	187,6
Смертность от новообразований трудоспособного населения, на 100 тыс. человек							
Иркутская область	95,8	92,6	92,6	90,4	83,1	88,4	89,7
Республика Бурятия	80,7	93,5	83,0	88,3	90,1	84,8	79,1
Забайкальский край	90,5	84,5	87,7	82,6	90,6	90,1	86,0

¹ Демографический ежегодник России. 2012 : стат. сб. / Росстат. М., 2012. 535 с.; 2017. 263 с.; Заболеваемость всего населения России в 2016 г. : стат. материалы. М., 2017. Ч. 2. 143 с.; 2012. 140 с.; 2015, 142 с. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskaya-informatsiya-minzdrava-rossii>; Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017 : стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.; 2011. 990 с.

Таблица 5

Показатели заболеваемости населения
в условиях разного уровня дискомфорта климата*

Уровень дискомфорта климата	Заболеваемость злокачественными новообразованиями, на 100 тыс. населения (2013–2014 гг.)			
	Иркутская область		Республика Бурятия	
	заболеваемость	болезненность	заболеваемость	болезненность
Очень сильный	432,3	1800	—**	—**
Сильный: районы города	408,6	1575	262,6	1214
	431,5	1952	—***	—***
Умеренный: районы города	342,4	1408	258,6	1342,4
	463,9	2166	279,4	1644,5

* Обработано авторами по данным: Заболеваемость всего населения Республики Бурятия в 2014 г. (стат. материалы). Ч. 3. Министерство здравоохранения Республики Бурятия. Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Республиканский медицинский информационно-аналитический центр». Улан-Удэ, 2015. 186 с.; Основные показатели работы медицинских организаций Иркутской области за 2014 г. (по данным годовых отчетов медицинских организаций). Министерство здравоохранения Иркутской области. Иркутск, 2015.

** В Республике Бурятия такой уровень дискомфорта климата не прослеживается.

*** Данные отсутствуют.

Столь высокие показатели экономического ущерба, обусловленные сложным сочетанием неблагоприятного экологического состояния и невысокого социально-экономического развития субъектов, сопоставимы с результатами других исследований. Так, экологические издержки здоровья населения России от загрязнения среды в период 1990–2000 гг. составляли 3,3–4,9 % ВВП [Макроэкономическая оценка издержек ... , 2002], а в наиболее загрязненных регионах страны они могут достигать до 8–10 % ВРП [Бобылев, 2014]. При этом отмечается, что 95 % совокупного ущерба обусловлено смертностью, вызванной загрязнением воздуха.

Направление мероприятий по улучшению условий проживания населения

Социально-экономическое развитие региона направлено на улучшение условий проживания населения. Вместе с тем рост экономики неизбежно сопровождается повышением объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, что отражается в динамике колебаний ВРП и объеме выбросов субъектов региона. Часто для анализа привлекаются удельные показатели выбросов на единицу экономического результата [Байкальский регион: «экологическая цена» ... , 2018; De Naan, 2004].

В целом за рассматриваемый период отмечается прирост объема ВРП по всем субъектам региона (см. табл. 4). Изменение макроэкономической ситуации в 2012 г. по-разному отразилось на экономике субъектов. Существенное снижение темпов прироста ВРП в 2013 г. (на 7 % к предыдущему году) сопровождалось заметным уменьшением выбросов в Иркутской области (на 34 тыс. т). В Забайкальском крае эти процессы имели затяжной ха-

рактик. Снижение индекса физического объема ВРП (на 5,6 %) в 2012 г. вызвало уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (на 3,7 тыс. т), а стабилизация экономики в 2016 г. отмечена небольшим ростом выбросов (на 2,5 тыс. т). В Республике Бурятия с 2013 по 2016 г. продолжался постепенный спад экономики, и наблюдалось неустойчивое колебание объема выбросов с заметным снижением в 2016 г.

Такая тесная зависимость этих показателей демонстрирует необходимость их учета при разработке программ социально-экономического развития. Для улучшения условий проживания населения, снижения заболеваемости и смертности наряду с совершенствованием комплекса природоохранных мероприятий по снижению выбросов в атмосферу в мировой практике все больше внимания уделяется использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [Energy Technology Perspectives ... , 2009; Towards a Green ... , 2008; Green Growth Strategy ... , 2010]. Более чем в 20 странах мира намечено достижение вклада ВИЭ в общем энергетическом балансе к 2020 г. на уровне 10–30 % [Справочник по ресурсам ... , 2007; Declaration on Green ... , 2009]. Особенно быстрыми темпами развивается освоение этого вида энергии в Европе. На ВИЭ приходится 15,5 % от конечного потребления энергии в Евросоюзе, включая его использование на освещение, отопление, охлаждение и транспорт [Twidell J., Weir A., 2015; Справочник по возобновляемой ... , 2016]. В Германии более 28 % произведенной электрической энергии получено на объектах ВИЭ, при этом стоимость солнечной энергии¹ сократилась с 2007 г. на 60–80 %.

В России использование ВИЭ существенно ниже. Это связано с отсутствием нормативной и правовой базы, механизмов стимулирования его развития и недостаточным учетом экологической составляющей стоимости энергии [Справочник по возобновляемой ... , 2016]. В Байкальском регионе на побережье оз. Байкал в 2012 г. запускался энергокомплекс, включающий ветросолнечную установку в с. Онгурен (Иркутская область), с помощью которого в 2013 г. выработано 43 % электроэнергии, необходимой на нужды села [Санеев, Иванова, Тугузова, 2016]. На другом побережье оз. Байкал (с. Турка, Республика Бурятия) известен опыт локального использования солнечной и ветровой энергии для обеспечения административного здания. В отдаленных южных районах Забайкальского края и Республики Бурятия введены в эксплуатацию по одной солнечной электростанции. Однако планы по освоению ВИЭ к 2020 г.² в субъектах региона весьма скромные: менее 1 % в Иркутской области от объема потребляемой энергии, 5 и 2,5 % соответственно в Республике Бурятия и Забайкальском крае.

¹ Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2014 г. М. : Аналит. центр при Правительстве РФ, 2014. 204 с.

² Об утверждении схемы и Программы развития электроэнергетики Иркутской области на 2017–2021 гг. (в ред. Указа Губернатора Иркут. обл. от 22.12.2016 № 314-ур) (www.pravo.gov.ru). URL: <http://docs.cntd.ru/document/445049800>; Об утверждении Схемы и программы развития электроэнергетики Республики Бурятия на 2016–2020 гг. URL: <http://docs.cntd.ru/document/441611105>; Схема и программа развития электроэнергетики Забайкальского края на период 2017–2021 гг. URL: <http://base.garant.ru/43969436>.

Крайне сложно без учета экологической составляющей стоимости электрической и тепловой энергии побудить интерес к освоению потенциала ВИЭ, особенно в энергоизбыточной Иркутской области. Несомненно, часть ущерба от риска преждевременной смертности трудоспособного населения, рассчитанного выше, имеет прямое отношение к экологической составляющей. Выше уже было показано, насколько заболеваемость и смертность населения тесно связаны с загрязнением среды. Добавим, что, по оценкам экспертов ВОЗ, здоровье населения на 50 % зависит от социально-экономических условий и образа жизни, на 20 % (а по более поздним данным, на 30 %) от состояния окружающей среды [Безуглая, Смирнова, 2008; Киреенко, Русецкая, Горбунова, 2012]. Поэтому 1/3 часть полученных выше величин экономического ущерба субъектов может быть отнесена к экологической составляющей стоимости электрической и тепловой энергии, с поправками на объемы выбросов. Для всех субъектов эти величины могут составить весомое удорожание удельной стоимости производимой электрической и тепловой энергии.

Между тем потенциал ВИЭ в регионе немалый (табл. 6). Реальные возможности освоения огромных запасов валового потенциала представлены его частью – техническим потенциалом [Справочник по ресурсам ... , 2007]. Он выделен с учетом уровня развития технических возможностей и с соблюдением экологических норм. Экономически оправданная часть технического потенциала существенно отличается для разных видов ВИЭ. Использование энергии биомассы любых отходов решает попутно и проблемы их утилизации. Значительное превышение объема технического потенциала ВИЭ над экономическим демонстрирует возможности кратного снижения удельной стоимости с совершенствованием технологии.

Удельная стоимость органического топлива, напротив, с учетом полной стоимости ущерба, наносимого здоровью населения и окружающей среде, будет увеличиваться с уменьшением ее запасов.

Таблица 6

Потенциал возобновляемых источников энергии,
млн т условного топлива/год [Справочник по ресурсам ... , 2007]

Вид возобновляемых источников энергии	Иркутская область			Республика Бурятия			Забайкальский край		
	вал.	техн.	экон.	вал.	техн.	экон.	вал.	техн.	экон.
Гидроэнергетика малых рек	22,21	6,94	3,81	10,17	3,16	1,73	12,50	3,91	2,14
Ветровая	23497,70	58,74	0,30	10749,80	26,87	0,13	14205,20	35,52	0,18
Солнечная	106700,00	470,20	0,03	52700,00	365,50	0,03	69000,00	450,70	0,04
Энергия биомассы отходов	0,93	0,90	0,51	0,33	0,31	0,15	0,43	0,41	0,14
Энергия биомассы отходов лесозаготовки	–*	4,58	0,20	–*	1,02	0,11	–*	1,42	0,26
Энергия биомассы отходов деревообработки	–*	–*	1,19	–*	–*	0,15	–*	–*	0,08

*Сведения отсутствуют.

Кроме того, объем фактических расходов условного топлива на электростанциях и в котельных (см. табл. 2) сопоставим с экономическим потенциалом ВИЭ. На данный период экономический потенциал ВИЭ составляет примерно 75 % от объема потребляемого угля на электростанциях и в котельных в Иркутской области, 70 – в Республике Бурятия и 77 – в Забайкальском крае. Разумеется, освоение потенциала ВИЭ – процесс непростой и связан не только с техническими (сезонные ограничения малых водотоков, зимнее снижение скоростей ветра, низкий КПД солнечно-ветровых установок и пр.), но и нормативно-правовыми, информационно-образовательными проблемами. Проведенный анализ перспектив улучшения условий проживания в регионе показывает преимущества использования ВИЭ, особенно с учетом экологических ожиданий (снижения выбросов, восстановления окружающей среды и здоровья населения), прежде всего в отдаленных местностях. В то же время сбережение ископаемого топлива будет гарантом экономической мощи страны.

Заключение

Географические особенности Байкальского региона, с характерным для него формированием застойных явлений и высоких концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, предъявляют повышенные требования к экологической безопасности проживания населения. Существенный вклад в загрязнение среды вносят предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды путем сжигания органического топлива и выбросов твердых и газообразных веществ.

Сочетание усиления дискомфорта климата к северной части региона и низкой самоочищающей способности атмосферы в межгорных понижениях способствует направлению градиента заболеваемости от умеренного дискомфорта к очень сильному, внутри зон дискомфорта – от менее загрязненных сельских районов – к городским.

В целом по субъектам показатели экономического ущерба от преждевременной смертности трудоспособного населения выступают ограничительным фактором развития экономики вследствие повышения удельной стоимости производства электрической и тепловой энергии и стимулируют поиск решений по обеспечению экологической безопасности населения региона. Природно-климатические особенности региона определяют необходимость замещения угля газом и энергией возобновляемых источников.

Для освоения огромного потенциала ВИЭ необходима разработка механизмов поддержки его развития (законодательных, налоговых, информационно-образовательных, технических и пр.), что в перспективе обеспечит новые рабочие места и социально-экологическую привлекательность региона.

Работа выполнена в рамках интеграционной программы ИНЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

Список литературы

- Аргучинцев В. К., Аргучинцева А. В.* Модели и методы для решения задач охраны атмосферы, гидросферы и подстилающей поверхности: монография / под ред. В. В. Буфала. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2001. 115 с.
- Байкальский регион: «экологическая цена» экономического роста / И. П. Глазырина, Р. В. Фаттахов, А. В. Делюга, П. В. Строев, А. А. Григоров // Регион. Экономика и социология. 2018. № 1(97). С. 231–249. DOI: 10.15372/REG20180111
- Башалханова Л. Б., Веселова В. Н., Корытный Л. М.* Ресурсное измерение социальных условий жизнедеятельности населения Восточной Сибири. Новосибирск: ГЕО, 2012. 221 с.
- Безуглая Э. Ю., Смирнова И. В.* Воздух городов и его изменения. СПб.: Астерион, 2008. 254 с.
- Бобылев С. Н.* Экономика природопользования. М.: ИНФРА-М, 2014. 400 с.
- Киреевко А. П., Русецкая Г. Д., Горбунова О. И.* Ущерб здоровью населения от загрязнения окружающей среды Байкальской природной территории: опыт сравнительного статистического анализа // Изв. ИГЭА, 2012. № 6 (86). С. 165–172.
- Крючков В. В.* Север: природа и человек. М.: Наука, 1979. 127 с.
- Леценко Я. А.* Кризис в общественном здоровье и социально-демографическом развитии: главные проявления, причины, условия преодоления. Иркутск: РИО НЦ ВСНЦ СО РАМН, 2006. 276 с.
- Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды / С. Н. Бобылев, В. Н. Сидоренко, Г. А. Сафонов, С. Л. Авалиани, Е. Б. Струкова, А. А. Голуб. М.: ЦЭПР, 2002. 32 с.
- Санеев Б. Г., Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф.* Возобновляемая энергетика как одно из направлений снижения антропогенной нагрузки в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории // География и природные ресурсы, 2016. № 3. С. 86–90. DOI: 10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(86-90).
- Справочник по возобновляемой энергетике Европейского Союза. М.: Ин-т энергетики НИУ ВШЭ, 2016. 94 с.
- Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям). М.: Энергия, 2007. 272 с.
- Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. 145 с.
- Bashalkhanova L. B., Bashalkhanov I. A., Veselova V. N.* Dynamics of the subsistence minimum on discomfort territories of East Siberia // Geography and Natural Resources. 33 (2012). Vol. 2. P.158–164.
- Bezuglaya E. Y.* Air Quality in the Russian Federation. WMO Bulletin, 1996. Vol. 45, N 2. P. 132–135.
- Declaration on Green Growth. OECD, 2009.
- De Haan M.* Accounting for Goods and Bads. Voorburg: Statistics Netherlands, 2004. 216 p.
- Energy Technology Perspectives 2008. – Scenarios and Strategies to 2050. IEA, 2009.
- Estimated cancer incidence rates for selected toxic air pollutants using ambient air pollution data / Hunt W.F., Faoro R.B., Curran T.C. and Muntz J. // US EPA, Research Triangle Park, NC. 1985.
- Green Growth Strategy Interim Report: Implementing Our Commitment for a Sustainable Future. Paris: OECD, 2010.
- Health Aspects of Air Pollution. Results from the WNO Project “Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe”. WNO. 2005. 24 p.
- Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Report on a WNO Working Group. Bonn, Germany. 13–15 January, 2003. 94 p.

Resource and climate factors for the provision of social protection in Siberia's northern territories / L. Korytnyi, L. Bashalkhanova, V. Veselova, I. Bashalkhanov // *Geography and Natural Resources*. 2015. Vol. 36, N 4. P. 375–382.

Towards a Green Economy. UNEP. 2008.

Twidell J., Weir A. Renewable Energy Resources. 3d rev. ed. Taylor & Francis, 2015. 696 p.

WNO. Air Quality Guidelines global update 2005. Report on working group meeting. Bonn, Germany, 2005. 18–20 October, 29 p.

Natural and Climatic Factors of Ecological Safety in the Context of Socio-Economic Development of the Baikal Region

L. M. Korytnyi

*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk
Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk
Irkutsk State University, Irkutsk*

L. B. Bashalkhanova

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

V. N. Veselova

*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk
Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk*

A. V. Balzhinov, E. V. Mikheeva

East-Siberian University of Technology and Management, Ulan-Ude

I. A. Bashalkhanov

NPF «Regional Environmental Forecasting», Irkutsk

Abstract. The article considers the natural and climatic conditions of population living in the Baikal region. Most of the population of all subjects – the Irkutsk oblast, Republic of Buryatia and Zabaykalsky krai live in the southern part of the region in conditions of moderate climatic discomfort. The territorial features of the differentiation of the atmosphere's ability to self-purification (from extremely low to moderately high) are shown, depending on the combination of recurrence of calm, weak wind speeds and precipitation amounts. It has been established that the most thermally favorable territories of river valleys and intermountain depressions are characterized by an increased level of its pollution. The main air pollutants are motor transport and industrial enterprises. A significant proportion of the total amount of pollutant emissions from stationary sources belongs to the enterprises producing and distributing electricity, gas and water. Their contribution fluctuates in recent years in the range of 46–54 % in the Irkutsk oblast, 64–74 % in the Republic of Buryatia and 55–60 % in the Zabaykalsky krai. The level of exposure to pollutants is determined by the quantity and quality of fuel consumed, the bulk of which is brown coal in all subjects. The combination of impressive emissions and low and extremely low atmospheric capacity for self-purification contribute to the formation of high and very high atmospheric pollution indices (IZA), which is one of the main factors in increasing the morbidity and mortality of the population. Growth (1,3 times) of morbidity of the population of the region by malignant neoplasms is revealed. The cumulative negative im-

fact of natural and anthropogenically caused discomfort is clearly reflected in the spatial distribution of the incidence of the population with malignant neoplasms. Its gradient in the subjects is directed from moderate discomfort towards an increase in the severity of the climate, and in the conditions of the same discomfort – from the municipal areas to the more polluted urban areas. A cost estimate of the risk of premature mortality of the able-bodied population was carried out. Economic damage in this case in 2016 for the Irkutsk oblast 4,7 % of GRP, 8,6 for the Republic of Buryatia and 7,5 % and for the Zabaykalsky krai. The issue of the environmental component of the cost of electricity and heat in the region was discussed. It is shown that the economic potential of renewable energy sources is more than 70 % of the volume of consumed coal at power stations and boiler houses of the entities, which provides real opportunities for the development of alternative energy with a reduction in the level of atmospheric pollution.

Keywords: Baikal region, atmosphere self-cleaning conditions, pollutant emissions, economic damage.

For citation: Korytny L.M., Bashalkhanova L.B., Veselova V.N., Balzhinov A.V., Mikheeva E.V., Bashalkhanov I.A. Natural and Climatic Factors of Ecological Safety in the Context of Socio-Economic Development of the Baikal Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2018, vol. 25, pp. 88-106. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.25.88> (in Russian)

References

Arguchintsev V.K., Arguchintseva A.V. *Modeli i metody dlya resheniya zadach okhrany atmosfery, gidrosfery i podstilayushchei poverkhnosti* [Models and methods for solving problems of protection of the atmosphere, hydrosphere, and underlying surface]. Irkutsk, Irkutsk State Univer. Publ., 2001, 115 p. (in Russian)

Glazyrina I.P., Fattakhov R.V., Delyuga A.V., Stroeve P.V., Grigorov A.A. *Baikal'skii region: «ekologicheskaya tsena» ekonomicheskogo rosta* [Baikal region: «ecological price» of economic growth]. *Region. Ekonomika i sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology]. 2018, no. 1(97), pp. 231-249. DOI: 10.15372/REG20180111. (in Russian)

Bashalkhanova L.B., Veselova V.N., Korytny L.M. *Resursnoe izmerenie sotsial'nykh uslovii zhiznedeyatel'nosti naseleniya Vostochnoi Sibiri* [Resource measurement of social conditions for life activity of the population of East Siberia]. Novosibirsk, GEO Publ., 2012, 221 p. (in Russian)

Bezuglaya E.Yu., Smirnova I.V. *Vozdukh gorodov i ego izmeneniya* [The Air of cities and its changes]. St.-Peterburg, Asterion Publ., 2008, 254 p. (in Russian)

Bobylev S.N. *Ekonomika prirodopol'zovaniya* [Economics of nature management]. Moscow, INFRA-M Publ., 2014, 400 p. (in Russian)

Kireenko A.P., Rusetskaya G.D., Gorbunova O.I. *Ushcherb zdorov'yu naseleniya ot zagryazneniya okruzhayushchei sredy Baikalskoi prirodnoi territorii: opyt sravnitel'nogo statisticheskogo analiza* [Public health Damage from environmental pollution of Baikal natural territory: experience of comparative statistical analysis]. *Izvestiya IGEA* [Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy], 2012, no. 6 (86), pp. 165-172. (in Russian)

Kryuchkov V.V. *Sever: priroda i chelovek* [North: nature and man]. Moscow, Nauka Publ., 1979, 127 p. (in Russian)

Leshchenko Ya.A. *Krizis v obshchestvennom zdorov'e i sotsial'no-demograficheskoy razviti: glavnye proyavleniya, prichiny, usloviya preodoleniya* [Crisis in public health and social-demographic development: main manifestations, causes, conditions of solving problems]. Irkutsk, RIO NTS East Siberian scientific center SB RAMS Publ., 2006, 276 p. (in Russian)

Bobylev S.N., Sidorenko V.N., Safonov G.A., Avaliani S.L., Strukova E.B., Golub A.A. *Makroekonomicheskaya otsenka izderzhek dlya zdorov'ya naseleniya Rossii ot zagryazneniya okruzhayushchei sredy* [Macroeconomic estimation of expenses for health of the population of Russia from pollution of environment]. Moscow, Institute of the world Bank WWF Publ., 2002, 32 p. (in Russian)

Saneev B.G., Ivanova I.Yu., Tuguzova T.F. *Vozobnovlyаемая энергетика как одно из направлений снижения антропогенной нагрузки в Тsentрал'noi экологической зоне Байкал'skoi природной территории* [Renewable power generation as one of the avenues for minimizing the anthropogenic load in the central ecological zone of the Baikal natural territory] *География и природные ресурсы* [Geography and natural resources], 2016, no 3, pp. 86-90. DOI: 10.21782/GiPRO206-1619-2016-3(86-90). (in Russian)

Spravochnik po vozobnovlyаemoi energetike Evropeiskogo Soyuzа [European Union renewable energy Handbook]. Moscow, Institute of energy HSE Publ., 2016, 94 p. (in Russian)

Spravochnik po resursam vozobnovlyаemykh istochnikov energii Rossii i mestnym vidam topliva (pokazateli po territoriyam) [Handbook of renewable energy resources in Russia and local fuels (territorial indicators)]. Moscow, Energiya Publ., 2007, 272 p. (in Russian)

Ekologicheskii atlas basseina озера Байкал [Ecological Atlas of the Baikal basin]. Irkutsk: Institute of geography. V.B. Sochava SB RAS Publ., 2015, 145 p. (in Russian)

Bashalkhanova L.B., Bashalkhanov I.A., Veselova V.N. Dynamics of the subsistence minimum on discomfort territories of East Siberia. *Geography and Natural Resources*, 33 (2012), vol. 2, pp. 158-164.

Bezuglaya E.Y. Air Quality in the Russian Federation. *WMO Bulletin*. Vol. 45, no 2, 1996, pp. 132-135.

Declaration on Green Growth. OECD, 2009.

De Haan M. Accounting for Goods and Bads. Voorburg, Statistics Netherlands, 2004, 216 p.

Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios and Strategies to 2050. IEA, 2009.

Hunt W.F., Faoro R.B., Curran T.C. and Muntz J. Estimated cancer incidence rates for selected toxic air pollutants using ambient air pollution data. US EPA, Research Triangle Park, NC. 1985.

Green Growth Strategy Interim Report: Implementing Our Commitment for a Sustainable Future. Paris, OECD, 2009.

Health Aspects of Air Pollution. Results from the WNO Project "Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe". WNO, 2005, 24 p.

Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Report on a WNO Working Group. Bonn, Germany. 2003, 13-15 January, 94 p.

Korytnyi L., Bashalkhanova L., Veselova V., Bashalkhanov I. Resource and climate factors for the provision of social protection in Siberia's northern territories. *Geography and Natural Resources*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 375-382.

Towards a Green Economy. UNEP. 2008.

Twidell J., Weir A. Renewable Energy Resources. 3d rev. ed. Taylor&Francis, 2015, 696 p.

WNO. Air Quality Guidelines global update 2005. Report on working group meeting. Bonn, Germany, 2005, 18-20 October, p. 29.

Корытный Леонид Маркусович

доктор географических наук, профессор,
главный научный сотрудник

Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН

Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-
Баторская, 1;

Иркутский научный центр СО РАН

Россия, 664033, г. Иркутск,

ул. Лермонтова, 134;

Иркутский государственный университет

Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1

тел.: 3952)42-64-60

e-mail: kor@irigs.irk.ru

Korytny Leonid Markusovich

Doctor of Sciences (Geography), Professor,
Head Researcher

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033, Rus-
sian Federation;

Irkutsk Scientific Center SB RAS

134, Lermontov st., Irkutsk, 664033,

Russian Federation;

Irkutsk State University

1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,

Russian Federation

tel.: (3952)42-64-60

e-mail: kor@irigs.irk.ru

Башалханова Людмила Базарсадаевна
кандидат географических наук, старший
научный сотрудник
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск, ул. Улан-
Баторская, 1
тел.: (3952)42-82-75
e-mail: ldm@irigs.irk.ru

Веселова Виктория Николаевна
кандидат географических наук, старший
научный сотрудник
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
Иркутский научный центр СО РАН
Россия, 664033, г. Иркутск,
ул. Лермонтова, 134
тел.: (3952)42-75-01
e-mail: veselova@irigs.irk.ru

Бальжинов Аркадий Валерьевич
кандидат экономических наук, доцент
Восточно-Сибирский государственный
университет технологии и управления
Россия, 670013, г. Улан-Удэ,
ул. Ключевская, 40 б
тел.: (3012)21-27-42
e-mail: a_bal@mail.ru

Михеева Елена Владимировна
кандидат экономических наук, доцент
Восточно-Сибирский государственный
университет технологии и управления
Россия, 670013, г. Улан-Удэ,
ул. Ключевская, 40 б
тел.: (3012)21-27-42
e-mail: miheevaev@inbox.ru

Башалханов Иннокентий Александрович
кандидат географических наук
НПФ «Региональное экологическое
прогнозирование»
Россия, 664025, г. Иркутск, ул. Марата, 44
тел.: (3952)33-53-26
e-mail: bash-zem@yandex.ru

Bashalkhanova Ludmila Bazarsadaevna
Candidate of Sciences (Geography),
Senior Researcher
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation
tel.: (3952) 42-82-75
e-mail: ldm@irigs.irk.ru

Veselova Viktoria Nikolaevna
Candidate of Sciences (Geography),
Senior Researcher
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,
Russian Federation;
Irkutsk Scientific Center SB RAS
134, Lermontov st., Irkutsk, 664033, Russian
Federation
tel.: (3952)42-75-01
e-mail: veselova@irigs.irk.ru

Balzhinov Arkady Valerievich
Candidate of Sciences (Economic),
Associate Professor
East-Siberian University of Technology
and Management
40B, Klyuchevskaya st., Ulan-Ude, 670013,
Russian Federation
tel.: (3012)21-27-42
e-mail: a_bal@mail.ru

Mikheeva Elena Vladimirovna
Candidate of Sciences (Economic),
Associate Professor
East-Siberian University of Technology
and Management
40B, Klyuchevskaya st., Ulan-Ude, 670013,
Russian Federation
tel.: (3012)21-27-42
e-mail: miheevaev@inbox.ru

Bashalkhanov Innokenty Alexandrovich
Candidate of Sciences (Geography)
NPF «Regional Environmental Forecasting»
44, Marat st., Irkutsk, 664025, Russian
Federation
tel.: (3952)33-53-26
e-mail: bash-zem@yandex.ru

Дата поступления: 25.05.2018

Received: May, 24, 2018