

Анализ индикаторов изменения климата. Часть 2. Северо-Западный регион России

О. А. Анисимов*, Е. Л. Жильцова*,
К. О. Шаповалова*, А. А. Ершова*

Сравниваются данные о современных изменениях климата и окружающей среды в Северо-Западном регионе России с общественным восприятием этих изменений. Анализ показал, что редкие аномальные явления погоды и единичные экстремальные события оказывают большее влияние на общественное восприятие, чем наблюдаемые длительные тренды климатических индикаторов. Большинство населения воспринимает изменения климата и природной среды лишь локально, не усматривает их связи с глобальными процессами и не готово адаптироваться к ним. Для оценки осведомленности населения об изменении климата и готовности адаптироваться к нему предложен индекс восприятия изменения климата. Индекс можно использовать для улучшения информированности лиц, ответственных за разработку региональных мер по адаптации к изменению климата.

Ключевые слова: Северо-Западный регион России, изменение климата, климатические индикаторы, индекс восприятия изменений климата, адаптация.

Введение

Данная статья продолжает анализ индикаторов изменения климата в регионах России. Ранее в первой части статьи [3] была сформулирована постановка задачи и описаны методы исследования. Не повторяя их полностью, отметим лишь наиболее главное.

Рассматриваются два вида индикаторов изменения климата — объективные и когнитивные. К объективным относится все, что основано на данных инструментальных наблюдений. Как правило, это тренды различных характеристик температуры и осадков или результаты сопоставления этих характеристик, осредненных за разные интервалы времени. Когнитивные индикаторы есть не что иное, как отражение реально происходящих климатических изменений в общественном сознании. В отличие от объективных, когнитивные индикаторы начинают проявляться лишь тогда, когда изменения климата превышают некоторые пороговые значения и становятся заметны на фоне иных значимых общественно-экономических факторов. По этой причине выявить их не всегда удастся даже там, где имеют место значительные климатические изменения.

* Государственный гидрологический институт; e-mail: oleg@oa7661.spb.edu (Анисимов Олег Александрович).

Задача исследования состоит в том, чтобы оценить оба вида климатических индикаторов, сравнить их между собой и провести анализ причин возможных расхождений. Для ее решения были проанализированы данные метеонаблюдений, проведены опросы населения о восприятии изменения климата с последующим факторным и кластерным анализом результатов.

В статье [3] изложены результаты для Восточной Сибири, здесь же представлены аналогичные данные для Северо-Западного региона России и сформулированы выводы на основе синтеза результатов для двух регионов.

Публикации [4, 5, 7] указывают на то, что в Северо-Западном регионе наиболее климатозависимыми являются сельское и лесное хозяйство, автомобильный, речной и морской транспорт, а также жилищно-коммунальное хозяйство, в особенности в крупных городах с развитой инфраструктурой. В целом по России при общей тенденции улучшения агроклиматических показателей тепло- и влагообеспеченности возрастают многие климатические риски, обусловленные изменчивостью условий погоды, увеличением экстремальных осадков в летний сезон с последующими продолжительными засушливыми периодами, смещением границ сезонов, увеличением ареалов насекомых-вредителей и сопутствующих болезней леса, усилением лесных пожаров. Вместе с тем потепление открывает и новые возможности, связанные с уменьшением суровости климата, сокращением отопительного периода и уменьшением топливных затрат на транспорте зимой, увеличением продолжительности вегетационного периода и продвижением к северу границы леса, увеличением стока северных рек и улучшением условий для гидроэнергетики и водопотребления, сокращением площади льдов в Арктике и улучшением условий навигации по Северному морскому пути.

В статье [3] было предложено характеризовать современные климатические изменения, используя комплекс объективных показателей, основанных на данных наблюдений, и сопоставимых с ними когнитивных индикаторов, основанных на общественном восприятии происходящего. В данной статье они оцениваются для Северо-Западного региона. Отличие лишь в том, что из комплекса индикаторов исключено таяние многолетнемерзлых грунтов, не имеющих большого распространения в рассматриваемом регионе. В статье также предложен количественный индекс для оценки общественного восприятия изменения климата и готовности населения выполнять меры по адаптации к нему. Значения индекса рассчитаны для городов и населенных пунктов обоих исследованных регионов.

Объективные климатические индикаторы

Температура и влажность воздуха, осадки, скорость ветра и облачность оценивались по данным срочной, суточной и месячной дискретности, полученным на 47 метеостанциях за 1976—2018 гг. Изменение основных параметров, формирующих когнитивное восприятие, показано на рис. 1. Для сезонных величин применялись как календарное, так и когнитивное определения, причем, если не оговорено обратное, приведенные в статье данные относятся к когнитивным сезонам. В Северо-Западном регионе когнитивные “зима” и “лето” определялись соответственно как периоды но-

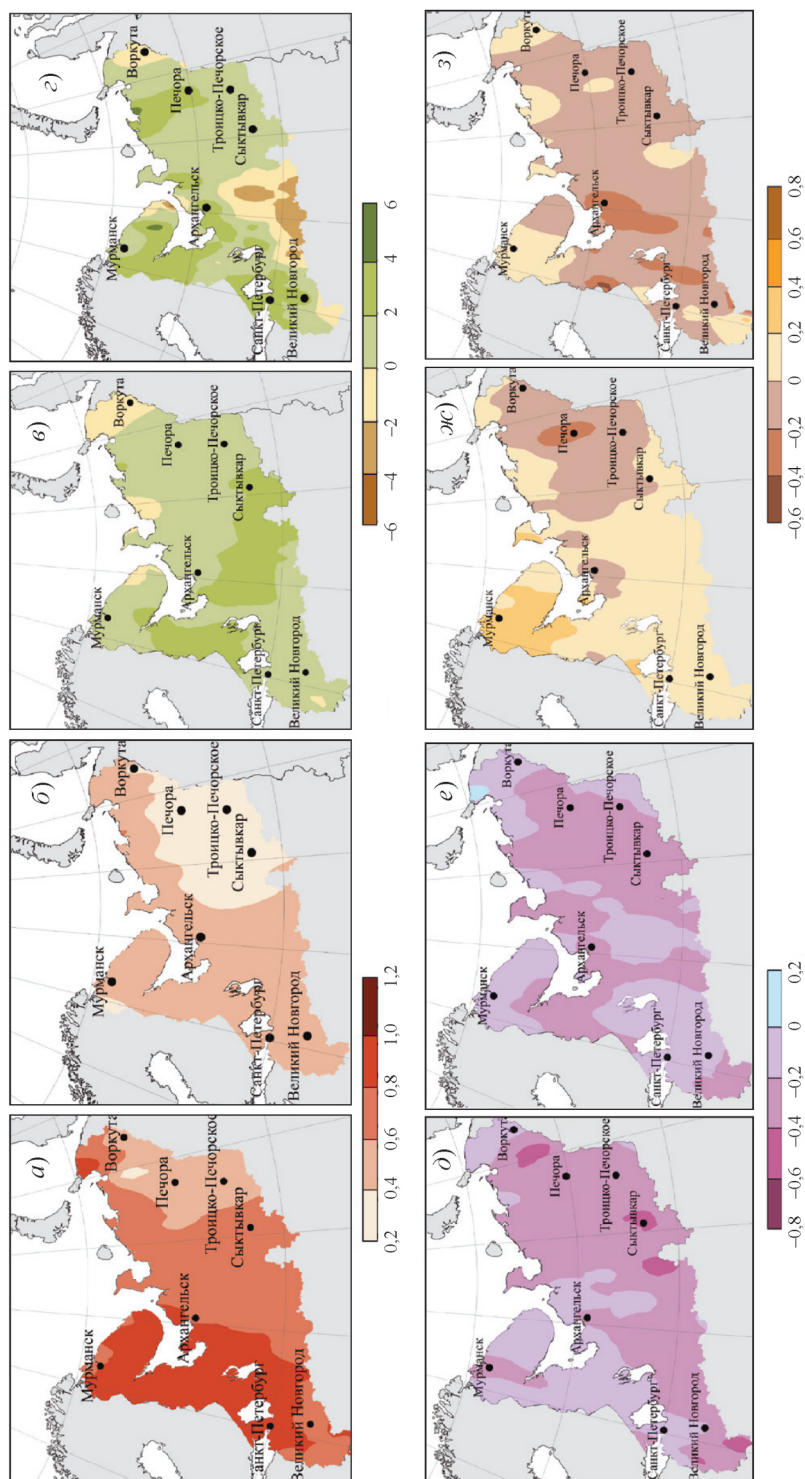


Рис. 1. Тренды климатических характеристик за 1976—2018 гг. для когнитивной зимы (ноябрь — март; а, в, д, ж) и лета (б, г, е, з): а, б — температура воздуха (°C/10 лет); в, г — суммы осадков (мм/мес. за 10 лет); д, е — средняя скорость ветра (м/с за 10 лет); ж, з — общая облачность (баллы/10 лет).

ябрь — март и июнь — август, весна и осень — как периоды между ними. Для когнитивных сезонов анализ показывает увеличение температуры воздуха со скоростью 0,2—0,8 C/10 лет зимой, 0,4—0,8 C/10 лет весной, 0,2—0,3 C/10 лет летом и 0,3—0,6 C/10 лет осенью. За исключением весны, рост сезонных значений температуры имеет секторальный характер и усиливается в направлении с востока на запад. Эти показатели выше средних по всей России. Изменения количества осадков во все сезоны разнонаправленны и незначительны. Почти повсеместно и во все сезоны наблюдается уменьшение средней скорости ветра. В зимний период в западной части региона наблюдается увеличение, а в восточной — уменьшение общей облачности. В летний период изменения облачности менее выражены и разнонаправленны в разных частях региона.

В табл. 1 приведены выборочные данные о наблюдаемых индикаторах изменения климата для 9 пунктов Северо-Западного региона, в которых проводились опросы населения о восприятии климатических изменений. Для лучшей сопоставимости с когнитивными индикаторами, как и в статье [3], рассматриваются данные за два последовательных периода — 1996—2005 и 2006—2018 гг., принимаемых соответственно за базовый и современный. В таблице приведены значения нескольких индикаторов, осредненные за современный период, и их приращения по отношению к базовому периоду. Из данных табл. 1 следует, что повсеместно произошло значительное сокращение продолжительности холодного периода (N) и увеличение температуры зимой (T). Во всех пунктах, кроме Полярного, увеличились суммы осадков в зимний период (R). Заметно уменьшилось среднее за зиму число дней с межсуточной амплитудой температуры больше 10°C ($N_{dT>10}$). Среднее за год количество переходов температуры через 0°C (N_0) повсеместно незначительно уменьшилось или осталось на прежнем уровне. Данные указывают на то, что продолжительность холодного

Таблица 1

Осредненные за 2006—2018 гг. значения климатических индикаторов холодного периода и когнитивной зимы и их изменение относительно средних за 1996—2005 гг.

Станция	$T < 0^{\circ}\text{C}$		Зима (ноябрь — март)						N_0	dN_0
	N	dN	T	dT	R	dR	$N_{aT>10}$	$dN_{aT>10}$		
			$^{\circ}\text{C}$	мм						
Полярное	162	−16	−5,4	1,2	177	−10	0,4	−0,3	28	0
Мурманск	161	−13	−6,7	1,2	169	25	1,7	−1,8	26	−1
Архангельск	153	−14	−7,6	1,8	202	2	4,5	−2,7	26	0
Елецкая	219	−4	−15,2	2,0	187	17	11,2	−4,5	19	−2
Печора	177	−19	−12,9	2,2	215	16	11,3	−4,8	23	−1
Троицко-Печорское	172	−13	−11,6	1,4	211	21	8,9	−2,8	20	−2
Сыктывкар	155	−18	−9,0	1,5	222	18	5,0	−3,5	21	−2
Санкт-Петербург	89	−33	−2,2	1,3	241	25	0,4	−2,8	23	−5
Старая Русса	98	−24	−2,9	1,0	212	8	1,2	−3,5	24	−3

Примечание. Здесь и далее N , T , R — соответственно число дней, температура воздуха и сумма осадков в современный период; dN , dT , dR — их изменения по отношению к базовому периоду.

Таблица 2

**Средние значения числа дней с температурой воздуха в трех диапазонах
для современного периода и их изменение по отношению к базовому
периоду**

Станция	–1...–5°C		–5 ...–15°C		<–15°C	
	<i>N</i>	<i>dN</i>	<i>N</i>	<i>dN</i>	<i>N</i>	<i>dN</i>
Полярное	59	9	62	–7	9	–6
Мурманск	51	7	64	–4	17	–6
Архангельск	43	5	56	–8	27	–7
Елецкая	19	7	60	5	70	–13
Печора	30	8	55	–3	57	–10
Троицко-Печорское	34	4	57	–2	50	–8
Сыктывкар	41	7	59	–4	34	–8
Санкт-Петербург	45	–4	33	–11	7	–2
Старая Русса	45	–2	32	–12	11	0

периода в Санкт-Петербурге сократилась более чем на месяц, а в остальных городах Северо-Западного региона — в среднем на 2—3 недели.

По данным опроса, температура зимой в диапазоне от –5 до –15°C воспринимается как норма, более высокая или низкая температура вызывает дискомфортные ощущения. Был проведен анализ изменения числа дней с температурой воздуха в каждом диапазоне, результаты приведены в табл. 2. Видно, что в последнее десятилетие число anomalно теплых для зимы дней с температурой выше –5°C увеличилось везде на 10—15%, кроме Санкт-Петербурга и Старой Руссы. Почти везде уменьшилось на 5—10% число комфортных и anomalно холодных дней, за счет которых и произошло сокращение общей продолжительности холодного периода.

В табл. 3 приведены значения показателей режима температуры и осадков для теплого периода, аналогичные данным табл. 1. Видно, что повсеместно увеличилась продолжительность вегетационного периода с температурой выше 5°C и средняя температура воздуха в летний сезон. Количество осадков также преимущественно увеличилось, как и межсуточная амплитуда температуры.

Таблица 3

**Климатические индикаторы теплого периода в 2006—2018 гг.
и их изменение относительно 1996—2005 гг.**

Станция	$T > 5^{\circ}\text{C}$		Лето (июнь — август)					
	N	dN	T	dT	R	dR	$N_{aT>10}$	$dN_{aT>10}$
			$^{\circ}\text{C}$		мм			
Полярное	139	10	11,0	0,3	184	21	0,3	0,3
Мурманск	140	10	11,6	0,1	195	19	0,3	0,1
Архангельск	152	3	14,8	0,3	241	45	0,2	0,1
Елецкая	105	1	11,3	0,6	180	−33	0,6	0,3
Печора	135	1	13,9	0,7	205	−24	0,3	0,1
Троицко-Печорское	145	1	14,8	0,6	229	28	0,4	0,3
Сыктывкар	155	2	15,9	0,7	229	28	0,0	0,0
Санкт-Петербург	197	9	17,9	0,3	249	4	0,0	0,0
Старая Русса	194	4	17,4	0,0	247	16	0,0	0,0

Когнитивные индикаторы изменения климата

В Северо-Западном регионе участниками опроса о восприятии изменения климата стали 849 человек. Опросы проводились преимущественно через Интернет-портал [6]. На нем была размещена анкета, содержащая четыре группы вопросов. Первая касалась ощущаемых респондентами изменений начала и продолжительности зимы и лета, сезонных значений температуры и количества осадков, а также аномальных условий погоды, вторая — воздействия изменения климата на окружающую среду, на условия для работы и отдыха и на здоровье населения. Третья группа учитывала готовность респондентов противостоять климатообусловленным чрезвычайным ситуациям; в последней группе запрашивались стандартные социологические данные респондентов.

Основную массу респондентов составили жители Сыктывкара (267), Санкт-Петербурга (110), Архангельска (49), Великого Новгорода (48), Воркуты (36), Ухты (27), Печоры (26) и Мурманска (25). Большинство участников опроса (85%) имели высшее образование; наибольшую возрастную группу (39,4%) составили лица 30—44 лет; наиболее многочисленные квалификационные группы опрошенных — специалисты (53,7%) и технические работники (17,2%); 70% опрошенных были женщины; 80,1% опрошенных не меняли места жительства в последние 20 лет.

Многие из перечисленных демографических показателей заметно отличаются от средних по региону. Как и в статье [3], были проведены оценка репрезентативности и корректировка выборки с использованием данных Росстата и переписи населения 2010 г. об уровне образования, семейном положении, продолжительности проживания в одном месте, гендерном и возрастном составе населения. Были составлены квотные выборки, в которых методом случайного отбора в каждой из избыточно представленных категорий были удалены ответы части респондентов. В результате такой корректировки число анкет в репрезентативной выборке уменьшилось до 614 и максимальные расхождения с данными Росстата и переписи 2010 г. по составу населения уменьшились до 5%.

Когнитивные индикаторы изменения климата Северо-Западного региона представлены на рис. 2. Гистограммы показывают доли опрошенных, выбравших различные варианты ответов, заштрихованные столбцы — ответы, соответствующие наблюдениям. Видно, что лишь на 4 из 13 вопросов большинство респондентов дали ответы, соответствующие наблюдениям, причем все правильные ответы относятся к индикаторам зимнего периода. Возможные причины ошибочного восприятия объективных климатических изменений обсуждаются в публикациях [1, 8].

Кластерный и факторный анализ дали следующие результаты. Были выделены четыре фактора, каждый из которых объединяет климатические индикаторы, указанные в табл. 4. Первые три фактора полностью совпали с полученными для Восточной Сибири в работе [3]. Четвертый характеризует восприятие весеннего периода, объединяя вопросы об окончании холодного периода и начале теплого. Последующий кластерный анализ выделил три группы респондентов, их мнения о климатических индикаторах приведены в табл. 4.

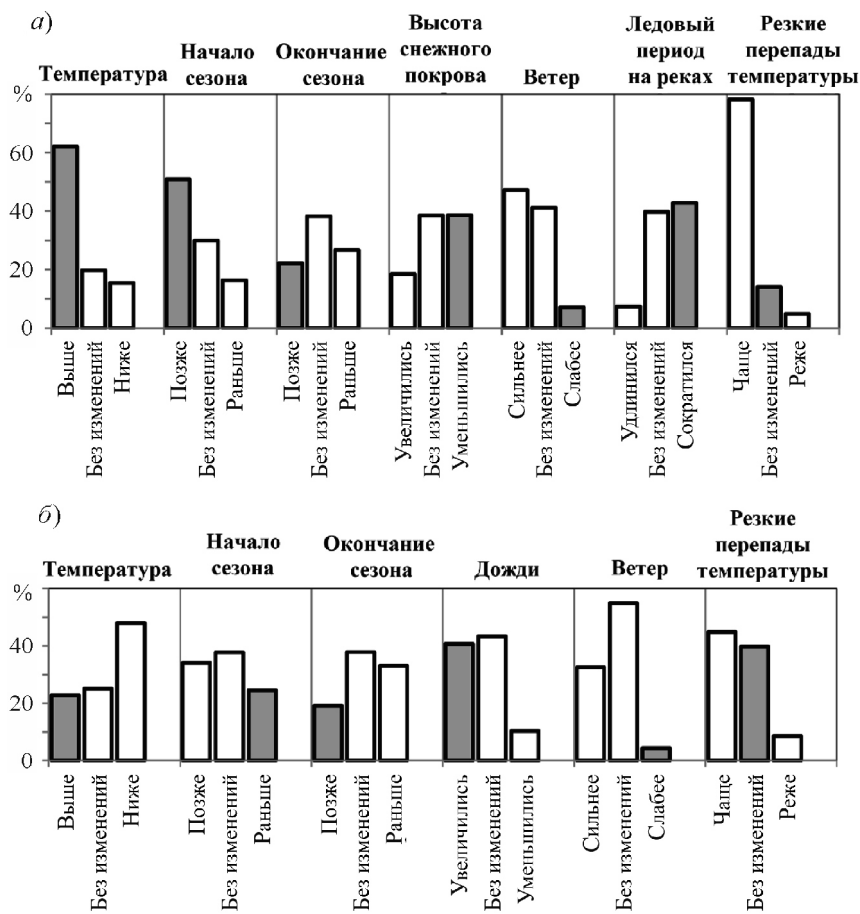


Рис. 2. Когнитивные индикаторы изменения климата Северо-Западного региона для зимы (а) и лета (б).

Серой заливкой выделены индикаторы, подтверждаемые данными наблюдений.

В первую группу вошли 30,9% опрошенных, в том числе большая часть респондентов из Республики Коми. Они чаще других высказывают мнения, противоречащие данным наблюдений, в том числе и по индикаторам зимнего сезона, адекватно воспринимаемым респондентами двух других групп.

Во вторую и третью группы вошли соответственно 33,9 и 35,2% респондентов, в том числе наибольшее число опрошенных из городов Санкт-Петербург и Великий Новгород. Респонденты этих групп высказывают схожие мнения о климатических индикаторах зимнего сезона, подтверждаемые наблюдениями. Их мнения об индикаторах летнего и весеннего сезонов различны, но почти ни одно не подтверждается данными наблюдений.

Все три группы респондентов пессимистично оценивают последствия климатических изменений, отмечая ухудшение условий труда и отдыха, увеличение заболеваемости и травматизма. Наблюдаемое уменьшение средней скорости ветра и числа дней с большими перепадами температу-

Таблица 4

**Результаты факторного и кластерного анализа данных опроса
о восприятии изменения климата**

Фактор	Когнитивные индикаторы изменения климата	Группы респондентов		
		1	2	3
1	Начало зимы	0	+	+
	Температура воздуха зимой	0	+	+
	Высота снежного покрова	+	–	–
	Гололед на дорогах	+	0	+
	Продолжительность ледового периода на реках	0	–	–
2	Начало лета	+	+	0
	Окончание лета	–	0	–
	Температура воздуха летом	–	–	–
	Количество осадков	+	0	+
3	Ветер	+	0	+
	Резкие перепады температуры	+	+	+
4	Приход весны	+	0	–

Примечание. Символы “–”, “0” и “+” обозначают соответственно меньшие (ранние) значения, отсутствие изменений и большие (поздние) значения. Знаком * выделены когнитивные индикаторы, подтверждаемые данными наблюдений.

ры не были отмечены ни одной группой респондентов не только в Северо-Западном регионе, но и в Восточной Сибири [3].

Синтез результатов по двум регионам

Данные опросов, проведенных в Северо-Западном регионе и в Восточной Сибири [3], указывают на особенности восприятия климатических изменений демографическими группами населения, различающимися по полу, возрасту, национальности, образованию и уровню доходов. В обоих регионах женщины сильнее чувствуют негативные изменения, при этом большая доля мужчин считают себя подготовленными к необходимым действиям при чрезвычайных ситуациях, связанных с изменением климата. На восприятие изменения климата влияют образование и уровень доходов. В обоих регионах лица с высшим образованием, а также имеющие доход выше среднего чаще других респондентов описывают изменения климата так, как они в действительности происходят. Основные региональные особенности таковы.

Северо-Западный регион. Притом что большинство респондентов согласны, что зима теплее и начинается позже, многие женщины считают, что зима и заканчивается позже (31% ответов женщин и 17% ответов мужчин), что не соответствует наблюдениям. Усиление ветра отмечают 55% женщин и 43% мужчин, увеличение резких перепадов температуры зимой соответственно 83 и 75%; оба утверждения противоречат наблюдениям. Об увеличении заболеваемости говорят 61% женщин и 46% мужчин. Большой процент женщин дают ошибочные оценки индикаторам теплого периода, полагая, что лето начинается позже и раньше заканчивается (40% женщин и 30% мужчин), а также становится холоднее (52 и 44%). Увеличение резких перепадов температуры летом отмечают 54% женщин и 39% мужчин, 50% мужчин не видят изменений этого показателя.

Возрастные различия менее заметны. Выделяется категория людей до 30 лет, менее чувствительных к происходящим изменениям. Потепление зимы из них замечают лишь 50% (на 20% меньше прочих); летом они меньше (на 10—15%) говорят об увеличении количества дождей, усилении ветра и росте количества насекомых.

Из ответивших на вопрос о национальности в Северо-Западном регионе 82% составляют русские, 15% — коми и 3% — малочисленные народы Севера. Коми на 10—15% меньше говорят о потеплении зимы и изменении ее продолжительности, чем русские. Возможной причиной является место проживания, поскольку зимнее потепление на западе региона намного более заметно, чем в Республике Коми.

Люди с высшим образованием на 20% больше замечают потепление зимы (70% против 50% у остальных), а также уменьшение высоты снежного покрова и продолжительности ледового периода на реках (около 50%); также они реже говорят о похолодании летом и изменении продолжительности летнего периода.

Восточная Сибирь. Результаты опросов, представленные в статье [3], указывают на то, что женщины на 10% меньше чувствуют потепление зимы и изменение ее продолжительности; меньше замечают сокращение продолжительности ледового периода на реках (37% женщин и 49% мужчин) и больше — увеличение гололеда на дорогах (57 и 45%), а также рост заболеваемости. Летом больше женщин замечают увеличение количества дождей (44% ответов женщин и 34% мужчин), резких перепадов температуры (52 и 41%), а также количества насекомых (53 и 34%).

В возрастной структуре выделяются респонденты до 30 лет. Они на 10% меньше остальных замечают потепление зимы (65%), усиление гололеда и ветра; также они в среднем на 10% меньше отмечают похолодание лета, увеличение таяния вечной мерзлоты и резких перепадов температуры. Респонденты старше 54 лет на 15—20% чаще остальных отмечают усиление ветра зимой и увеличение высоты снежного покрова.

Среди респондентов в Восточной Сибири якуты составляют 73%, русские — 16%, малочисленные народы Севера — 11%. Анализ когнитивных индикаторов с дифференциацией по национальности дал во многом контринтуитивные результаты. Так, представители малочисленных народов Севера менее склонны замечать изменения климата: они на 20% меньше говорят о потеплении зимы (53% против 70—80% у остальных); более 50% из них считают неизменными ветер и резкие перепады температуры зимой, продолжительность ледового периода на реках, гололед на дорогах; более 70% полагают, что ветер и резкие перепады температуры летом не изменились, при этом 40% справедливо отмечают потепление лета, что на 15—20% больше, чем в остальных группах. Якуты лучше других замечают потепление зимы (80%), более позднее ее начало (65% против 47% у русских и 33% у малых народов) и более раннее окончание (55% против 20—25% у остальных); 47% якутов отмечают уменьшение высоты снежного покрова (40% русских говорят о ее увеличении), 71% — увеличение таяния вечной мерзлоты (на 20% больше, чем прочие). Русские больше всех говорят о похолодании лета (58%), усилении дождей и ветра (50—56% против 30—40% у остальных).

Как и на Северо-Западе, люди с высшим образованием на 25% больше замечают потепление зимы (84% против 59% у остальных) и изменение ее продолжительности, а также уменьшение высоты снежного покрова и продолжительности ледового периода на реках (около 50%), усиление гололеда на дорогах и увеличение резких перепадов температуры. Они реже говорят о похолодании лета, чаще отмечают более позднее его окончание.

Индекс восприятия изменения климата

Изменение климата обуславливает необходимость разработки мер по адаптации, успех которых во многом зависит от того, будут ли они поняты и поддержаны населением. Для улучшения информированности лиц, принимающих решения в области климатической политики, нами был предложен индекс восприятия изменения климата (Climate Perception Index, CPI). Он характеризует осведомленность населения об изменении климата и готовность адаптироваться к нему. Индекс рассчитывается по формуле

$$CPI = \frac{\sum_{i=1}^N k_i \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M R_j^i}{\sum_{i=1}^N k_i} 100\%.$$

В этой формуле N — общее число пар объективных и когнитивных климатических индикаторов, которым могут придаваться различные веса k_i ; M — общее число респондентов; R_j^i — бинарный параметр, который принимает значение 1, если мнение респондента j относительно индикатора i подтверждается данными метеонаблюдений, и 0 — в противном случае. Фактически индекс представляет собой выраженную в процентах средневзвешенную (с весами k_i) по всем рассматриваемым климатическим индикаторам долю правильных ответов респондентов, т. е. ответов, подтверждаемых наблюдениями.

Значения основных когнитивных индикаторов (5 для Северо-Западного региона и 6 для Восточной Сибири) и рассчитанные по ним значения CPI приведены в табл. 5. Расчет проводился как с равными для всех индикаторов весами (CPI_{fix}), так и с различными значениями k_i (CPI_{var}). Во втором случае значения k_i задавались в диапазоне от 0,5 до 2 в зависимости от того, насколько уязвимы ключевые региональные природные и социально-экономические процессы по отношению к изменению соответствующего индикатора. Прежние исследования [2] и сведения, опубликованные в работах [5, 7], указывают на то, что повышение температуры зимнего периода уже привело к ряду последствий, как положительных (сокращение затрат на отопление, уменьшение суровости климата), так и отрицательных (увеличение числа оттепелей, гололед, травматизм, заболеваемость). Не менее важную роль играет смещение границ сезонов, управляющее “переключением” экономики и природных явлений на “зимний” и “летний” режимы. Соответственно, весовым коэффициентам этих двух индикаторов k_1 и k_4 повсеместно были приданы максимальные значения — 2.

Таблица 5

**Сводка когнитивных индикаторов и индекс восприятия изменения
климата в Северо-Западном регионе и Восточной Сибири**

а) Северо-Западный регион

Город	Климатические индикаторы						
	T		R	Смещение сезонов	Перепад температуры	CPI_{fix}	CPI_{var}
	зима	лето					
Санкт-Петербург	87,3	21,0	9,5	75,2	13,3	41,3	55,7
Великий Новгород	91,9	15,8	21,1	63,2	5,6	39,5	53,8
Архангельск	77,1	32,4	6,1	52,9	8,8	35,5	46,6
Мурманск	71,4	46,2	15,4	66,7	15,4	43,0	53,1
Среднее	81,9	28,8	13,0	64,5	10,8	39,8	52,3
Республика Коми							
Сыктывкар	56,4	29,5	12,8	42,5	9,4	30,1	37,7
Ухта	25,0	23,1	15,4	69,2	8,3	28,2	35,6
Печора	50,0	50,0	10,0	50,0	10,0	34,0	40,8
Воркута	81,8	18,2	11,1	54,5	11,1	35,4	47,3
Среднее	53,3	30,2	12,3	54,1	9,7	31,9	40,3
Среднее по региону	67,6	29,5	12,7	59,3	10,3	35,9	46,3

б) Восточная Сибирь

Город	Климатические индикаторы							
	T		R	Смещение сезонов	Перепад температуры	Таяние мерзлоты	CPI_{fix}	CPI_{var}
	зима	лето						
Якутск	89,3	32,8	32,0	66,1	15,6	67,7	50,6	58,0
Саскылах	71,4	27,3	42,9	35,0	10,5	45,5	38,8	43,6
Амга	80,0	30,0	60,0	60,0	15,0	100	57,5	65,5
Ленск	46,2	7,7	61,5	7,7	7,7	30,8	26,9	29,1
Покровск	66,7	44,4	11,1	77,8	22,2	44,4	44,4	49,7
Харбалах	88,9	0	55,6	44,4	0	100	48,1	57,9
Чурапча	88,9	0	44,4	66,7	33,3	77,8	51,9	57,9
Тикси	0	0	80,0	60,0	0	60,0	33,3	37,9
Среднее	66,4	17,8	48,4	52,2	13,0	65,8	43,9	50,0

Межсуточные перепады температуры, не охватывающие переходы через 0°C , напротив, играют относительно малую роль, главным образом влияя на тактильные ощущения. Поэтому соответствующему коэффициенту k_5 повсеместно придавалось значение 0,5. В Восточной Сибири изменение температуры и осадков в летний сезон оказывает влияние на деградацию многолетнемерзлых грунтов и сопутствующие деструктивные геоморфологические процессы, вызывающие оползни и термокарст. Соответствующим коэффициентам k_2 и k_3 в этом регионе придавалось значение 1,5, коэффициент k_6 задавался равным 2. Коэффициентам k_2 и k_3 придавалось значение 1.

Обсуждение и выводы

Сопоставление объективных и когнитивных климатических индикаторов выявило значительную дифференциацию восприятия населением раз-

личных показателей климата. В целом по двум регионам преобладает негативное восприятие происходящих изменений. Ряд показателей, объективно улучшающих климатическую комфортность, остаются незамеченными большинством населения. Среди них уменьшение средней скорости ветра и уменьшение числа дней зимой с большими перепадами температуры. Многие респонденты указывают на изменения, которых в действительности нет, например, на похолодание летом. Анализ показал, что, помимо субъективных факторов, на восприятие большое влияние оказывают запоминающиеся единичные аномальные метеорологические события. Из комментариев к анкете следует, что многие респонденты воспринимают отдельные климатические индикаторы вне общего глобального контекста и считают их независимыми локальными явлениями, предсказать которые в долгосрочной перспективе невозможно.

Расчеты индекса CPI показали его предсказуемо более высокие значения в случае, когда принимались во внимание весовые коэффициенты, подчеркивающие климатические индикаторы, изменение которых вызывает наиболее заметные в регионе последствия для экономики, городского хозяйства, здоровья населения, условий труда и отдыха и для природной среды. В обоих вариантах расчета относительно небольшие различия между отдельными городами можно объяснить возрастной структурой, уровнем образования и доходов населения. Социальная группа материально обеспеченного взрослого населения с высшим образованием, которая представлена в таких городах, как Санкт-Петербург, Мурманск и Якутск, более адекватно воспринимает современные климатические изменения; остальная часть населения в меньшей степени замечает происходящее. Причиной этого может быть как слабая информированность об изменении климата, так и необходимость повседневно решать другие более значимые проблемы. В целом индекс является достаточно информативным показателем способности населения замечать изменения климата и готовности адаптироваться к ним и может служить для сравнения различных регионов России.

Еще один вывод касается разработки политики адаптации к изменению климата на федеральном и региональном уровнях. Для того чтобы такая политика была успешной, необходимо, чтобы она была понятна населению и не противоречила представлениям общества о происходящих процессах. Проведенные в двух пилотных регионах опросы показали, что пока в общественном сознании закрепилось лишь относительно небольшое число когнитивных климатических индикаторов, причем большинство из них воспринимается локально. На этом фоне такое часто употребляемое понятие, как глобальное потепление, и связанные с каждым градусом повышения глобальной температуры риски, или же средняя по всей России температура, растущая вдвое быстрее глобальной, могут восприниматься как риторика, не имеющая отношения к условиям конкретного региона. Соответственно, и успех политики, нацеленной на ограничение глобального потепления уровнем $+2$ или $+1,5^{\circ}\text{C}$ по отношению к доиндустриальному периоду, в России неочевиден, если не проводить с населением разъяснительную работу, убедительно демонстрируя взаимосвязь климатических изменений локального и глобального масштабов.

Авторы признательны А. С. Щербаковой за помощь в проведении социологических опросов в Республике Коми.

Данная работа поддерживается РФФИ (проект 18-05-60005).

Литература

1. Анисимов О. А., Жильцова Е. Л., Жегусов Ю. И. Общественное восприятие изменения климата в холодных регионах России: пример Якутии. — Лед и снег, 2017, № 4 (57), с. 565—574.
2. Анисимов О. А., Жильцова Е. Л., Ренева С. А. Оценка критических уровней воздействия изменения климата на природные экосистемы суши на территории России. — Метеорология и гидрология, 2011, № 11, с. 31—42.
3. Анисимов О. А., Жильцова Е. Л., Шаповалова К. О., Ершова А. А. Анализ индикаторов изменения климата. Часть 1. Восточная Сибирь. — Метеорология и гидрология, 2019, № 12, с. 31—42.
4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. — М., Росгидромет, 2014, 58 с.
5. Катцов В. М., Порфирьев Б. Н. (ред.). Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу. — М., ООО РИФ “Д’АРТ”, 2011, 254 р.
6. Кокорев В. А., Ершова А. А., Анисимов О. А. Вэб-портал о вечной мерзлоте, 2018; <http://www.permafrost.su>.
7. Порфирьев Б. Н. Природа и экономика: риски взаимодействия. — М., Анкил, 2011, 352 с.
8. Anisimov O. and Orttung R. Climate change in Northern Russia through the prism of public perception. — Ambio, 2018, № ; doi: 10.1007/s13280-018-1096-x.