

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

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

ФГБУ «Государственный гидрологический институт», E-mail: oleg@oa7661.spb.edu

Введение

Данная статья продолжает изучение объективных и когнитивных индикаторов изменения климата в регионах России. Ранее в [3] была сформулирована постановка задачи и описаны методы исследования. Они включают в себя анализ данных метеонаблюдений, проведение опросов населения о восприятии изменения климата, факторный и кластерный анализ результатов опросов и сравнение объективных и когнитивных климатических индикаторов. В [3] были изложены результаты для Восточной Сибири, здесь же представлены аналогичные данные для Северо-Западного региона 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 растут многие климатические риски, обусловленные изменчивостью погодных условий, увеличением экстремальных летних осадков с последующими продолжительными засушливыми периодами, смещением границ сезонов, увеличением ареалов насекомых-вредителей и сопутствующими болезнями 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 в зимний период, 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 [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 исключены

многолетнемерзлые грунты, не имеющие большого распространения в регионе. В статье также предлагается количественный индекс для оценки общественного восприятия изменения климата и готовности населения выполнять меры по адаптации к нему. Рассчитываются значения индекса для городов и населенных пунктов обоих исследованных регионов.

Объективные климатические индикаторы

Температура и влажность воздуха, осадки, скорость ветра и облачность оценивались по данным 47 метеостанций срочной, суточной и среднемесячной дискретности за период 1976-2018 гг. Изменения основных параметров, формирующих когнитивное восприятие, иллюстрируют карты 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 ноябрь-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 температур имеет секторальный характер и усиливается в направлении с востока на запад. Эти показатели выше средних по всей России. Изменения 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 различных частях региона.

В таблице 1 приведены выборочные данные о наблюдаемых индикаторах изменения климата для 9 пунктов Северо-Запада, в которых проводились опросы населения о восприятии климатических изменений. Для лучшей сопоставимости с когнитивными индикаторами, как и в [3], приведены данные за два последовательных периода 1996-2005 и 2006-2018 гг., принимаемых, соответственно, за базовый и современный. Были также рассчитаны длительные тренды за весь рассматриваемый период 1976-2018 гг., результаты приведены в электронном приложении к статье, размещенном на вэб-портале [6]. В таблице приведены значения нескольких индикаторов, осредненные за современный период, и их приращения по отношению к базовому периоду (обозначены префиксом *d*).

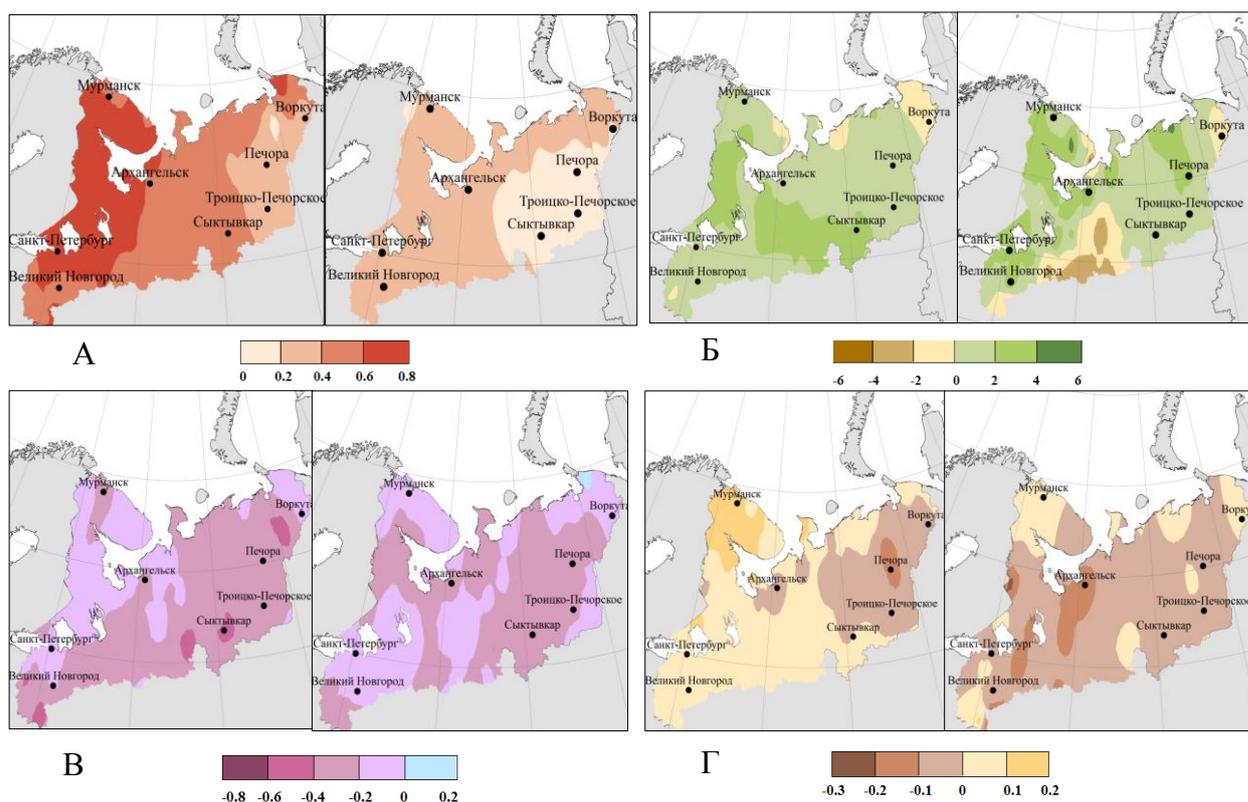


Рисунок 1. Тренды климатических характеристик за период 1976-2018 для когнитивной зимы (ноябрь – март) и лета. А – температура воздуха ($^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$); Б – суммы осадков ($\text{мм}/\text{мес}/10\text{лет}$); В – средняя скорость ветра ($\text{м}/\text{с}/10\text{лет}$); Г – общая облачность ($\text{баллы}/10\text{лет}$).

Из данных таблицы 1 следует, что повсеместно произошло значительное сокращение продолжительности холодного периода (N) и увеличение температуры зимы (T). Во всех пунктах, кроме Полярного, увеличились суммы зимних осадков (R). Заметно уменьшилось среднее за зиму число дней с межсуточной амплитудой температуры больше 10°C ($N_{a>10}$). 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 периода в С.Петербурге сократилась более чем на месяц, а в остальных городах Северо-Западного региона в среднем на 2 – 3 недели.

Таблица 1. Осредненные за период 2006-2018 гг. значения климатических индикаторов холодного периода и когнитивной зимы и их изменения относительно средних за период 1996-2005 гг. N , T , R обозначают число дней, температуру воздуха и сумму осадков в современный период; dN , dT , dR – их изменения по отношению к базовому периоду.

Станция	$T < 0^{\circ}\text{C}$		Зима (ноябрь-март)						N_0	dN_0
	N (дни)	dN (дни)	T	dT	R	dR	$Na > 10$	$dNa > 10$		
Полярное			-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	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	212	8	1.2	-3.5	24	-3

Таблица 2. Средние значения числа дней в трех диапазонов температур для современного периода и изменения по отношению к базовому периоду.

Станция	Среднее (дни), 2006-2018гг.			Изменение (дни) по отношению к 1996-2005гг.		
	$0/-5^{\circ}\text{C}$	$-5/-15^{\circ}\text{C}$	$<-15^{\circ}\text{C}$	$-1/-5^{\circ}\text{C}$	$-5/-15^{\circ}\text{C}$	$<-15^{\circ}\text{C}$
Полярное	59	62	9	9	-7	-6
Мурманск	51	64	17	7	-4	-6
Архангельск	43	56	27	5	-8	-7
Елецкая	19	60	70	7	5	-13
Печора	30	55	57	8	-3	-10
Троицко-Печорское	34	57	50	4	-2	-8
Сыктывкар	41	59	34	7	-4	-8
Санкт-Петербург	45	33	7	-4	-11	-2
Старая Русса	45	32	11	-2	-12	0

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 в каждом диапазоне, результаты приведены в таблице 2. Видно, что в последнее десятилетие число аномально теплых для зимы дней с

температурой выше $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ увеличилось везде на 10%-15%, кроме С.Петербурга и Старой Руссы. Почти везде уменьшилось на 5%-10% число комфортных и аномально холодных дней, за счет которых и произошло сокращение общей продолжительности холодного периода.

В таблице 3 приведены значения показателей режима температуры и осадков для теплого периода, аналогичные данным таблице 1. Видно, что повсеместно увеличилась продолжительность вегетационного периода с температурой выше $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и средняя летняя температура воздуха. Осадки также преимущественно увеличились, как и межсуточная амплитуда температуры.

Таблица 3. Климатические индикаторы теплого периода в 2006-2018 гг. и их изменения относительно 1996-2005 гг. Обозначения те же, что и в таблице 1.

Станция	$T > 5^{\circ}\text{C}$		Лето (июнь-август)					
	N (дни)	dN (дни)	T	dT	R	dR	$N_{aT > 10}$	$dN_{aT > 10}$
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. Методика проведения опроса и тематические блоки описаны в [3], анкета размещена на портале [6], через который осуществлялся опрос. Основную массу респондентов составили жители Сыктывкара (267), Санкт-Петербурга (110), Архангельска (49), Новгорода (48), Воркуты (36), Ухты (27), Печеры (26) и Мурманска (25). Подавляющее большинство участников опроса (85%) имели высшее образование; наибольшую возрастную группу (39.4%) составили лица 30 - 44 лет; наиболее

многочисленные профессиональные 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.

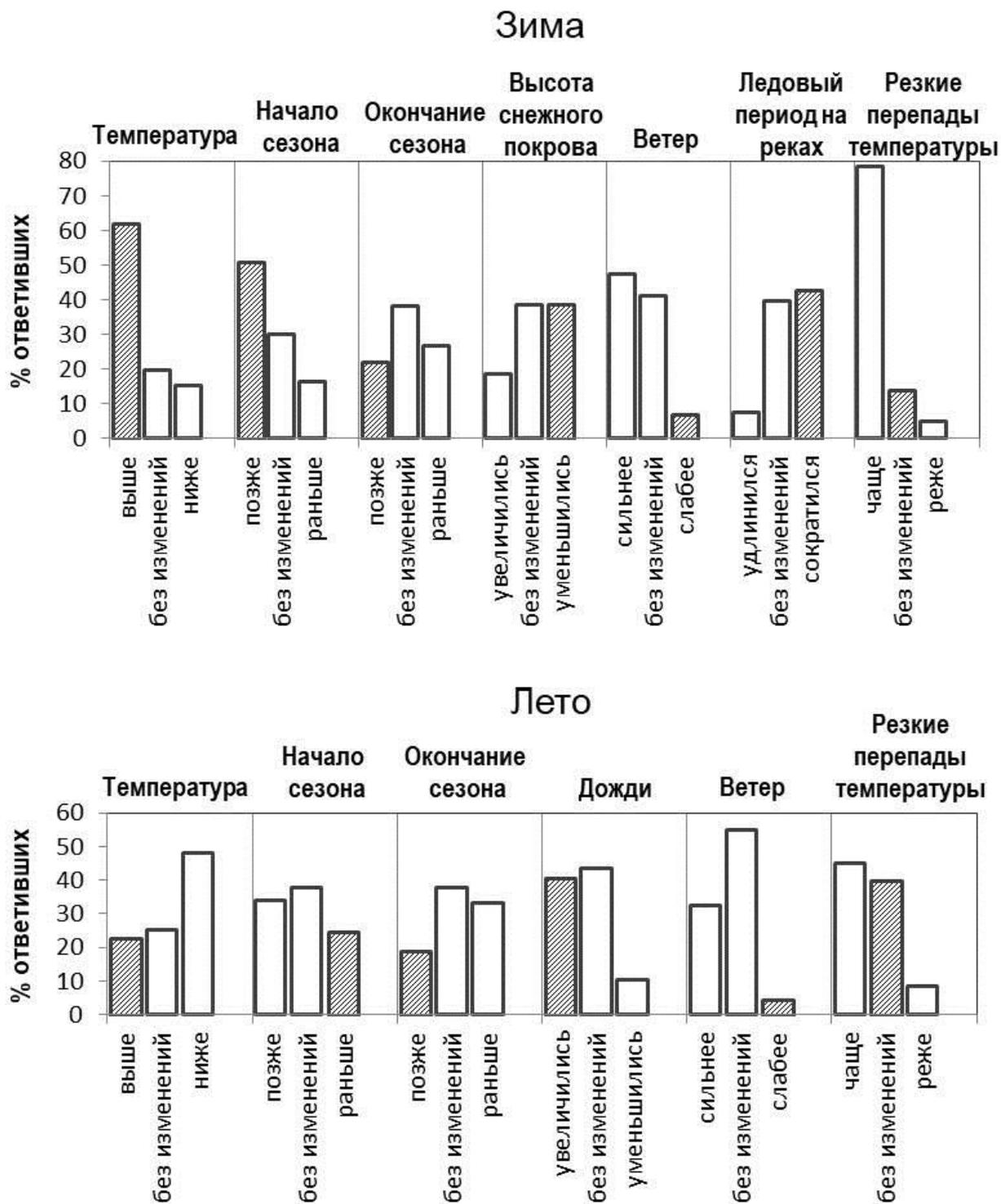


Рисунок 2. Когнитивные индикаторы изменения климата Северо-Западного региона для зимы и лета. Заштрихованы индикаторы, подтверждаемые данными наблюдений.

Многие из перечисленных демографических показателей заметно отличаются от средних по региону. Как и в [3], была проведена 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 иллюстрирует рисунок 2. Гистограммы показывают доли опрошенных, выбравших различные варианты ответов. Заштрихованные столбцы обозначают ответы, соответствующие наблюдениям. Видно, что лишь на 4 из 13 гистограмм большинство респондентов дали ответы, соответствующие наблюдениям, причем все «правильные» ответы относятся к индикаторам зимнего периода. Возможные причины ошибочного восприятия объективных климатических изменений обсуждаются в наших публикациях [1, 8].

Таблица 4. Результаты факторного и кластерного анализа данных опроса о восприятии изменения климата. Символы “-”, “0” и “+” обозначают меньшие/ранние значения, отсутствие изменений и большие/поздние значения. Серой заливкой обозначены когнитивные индикаторы, подтверждаемые данными наблюдений.

Фактор	Когнитивные индикаторы изменения климата	Группы респондентов		
		1	2	3
1	Начало зимы	0	+	+
	Зимняя температура воздуха	0	+	+
	Высота снега	+	-	-
	Гололед на дорогах	+	0	+
	Ледовый период на реках	0	-	-
2	Начало лета	+	+	0
	Окончание лета	-	0	-
	Летняя температура воздуха	-	-	-
	Осадки	+	0	+
3	Ветер	+	0	+
	Резкие перепады температуры	+	+	+
4	Приход весны	+	0	-

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

В первую группу вошли 30.9% опрошенных, в том числе бóльшая 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 в городах С.Петербург и 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 наблюдениями.

Все три группы респондентов пессимистично оценивает последствия климатических изменений, отмечая ухудшение условий труда и отдыха, увеличение заболеваемости и травматизма. Наблюдаемое уменьшение средней скорости ветра и числа дней с большими перепадами температуры 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 (результаты представлены в [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 бóльшая доля мужчин, чем женщин, считают себя подготовленными к необходимым действиям при чрезвычайных ситуациях, связанных с изменением климата. На восприятие изменения климата влияет 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 теплеет 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% притом, что 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, притом, что 50% мужчин не видит 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 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 снега и ледового периода на реках (около 50%); также они реже говорят о похолодании лета и изменении его продолжительности.

Восточная Сибирь. Результаты опросов, представленные в [3], указывают на то, что женщины на 10% меньше чувствуют наблюдаемое потепление зимы и изменение ее продолжительности; меньше замечают уменьшение 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 дождей (44% и 34% мужчин), резких перепадов температуры (52% и 41%), а также 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 оттаивания вечной мерзлоты и резких перепадов температуры. Респонденты старше 54 лет на 15% – 20% чаще остальных отмечают усиление ветра зимой и увеличение высоты снега.

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 происходящие 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, ледовый период 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 снега (40% русских говорят о ее увеличении), 71% – увеличение оттаивания 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 снега и ледового периода на реках (около 50%), усиление гололеда на дорогах и увеличение резких перепадов температур. Они реже говорят о похолодании лета, чаще отмечают более позднее его окончание; 71% (на 20% больше прочих) замечают увеличение оттаивания вечной мерзлоты.

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:

$$CPI = \frac{\sum_{i=1}^N k_i \left(\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M R_j^i \right)}{\sum_{i=1}^N k_i} \times 100\%. \quad (1)$$

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.

Таблица 5. Сводка когнитивных индикаторов и индекс восприятия изменения климата в местах проведения опросов для Северо-Западного региона (а) и Восточной Сибири (б).

а)

Город	Климатические индикаторы						
	T		R	Смещение сезонов	Перепады температуры	CPI_{fix}	CPI_{var}
	зимы	лета					
Северо-Запад России							
Санкт-Петербург	87.3	21.0	9.5	75.2	13.3	41.3	55.7
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
<i>Среднее</i>	81.9	28.8	13.0	64.5	10.8	39.8	52.3
Северо-Запад России. 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	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
<i>Среднее</i>	53.3	30.2	12.3	54.1	9.7	31.9	40.3
Среднее по Северо-Западному региону							
	67.6	29.5	12.7	59.3	10.3	35.9	46.3

б)

Город	Климатические индикаторы							
	T		R	Смещение сезонов	Перепады температуры	Таяние мерзлоты	CPI_{fix}	CPI_{var}
	зимы	лета						
Восточная Сибирь								
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
<i>Среднее</i>	66.4	17.8	48.4	52.2	13.0	65.8	43.9	50.0

Значения основных когнитивных индикаторов (5 для Северо-Западного региона и 6 для Восточной Сибири) и рассчитанные по ним значения CPI приведены в таблице 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. Наши прежние исследования [2] и сведения об экономических последствиях изменения климата в регионах России, опубликованные в [5, 7], указывают на то, что увеличение зимней температуры 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. Межсуточные перепады температуры, не охватывающие переходы через 0 °С, напротив, играют относительно малую роль, главным образом влияя на тактильные ощущения. Поэтому соответствующему коэффициенту k_5 повсеместно придавалось значение 0.5. В Восточной Сибири изменения летней температуры и осадков оказывают 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. В остальных регионах коэффициентам k_2 и k_3 придавалось значение 1.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Сопоставление объективных и когнитивных климатических индикаторов выявило значительную дифференциацию восприятия населением различных 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 числа зимних дней с большими перепадами температуры. Многие респонденты указывают на изменения, которых в действительности нет, например, говоря о похолодании лета. Анализ показал, что, помимо субъективных факторов, на восприятие оказывают большое влияние 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, изменения которых вызывают 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 С.Петербург, Мурманск и Якутск, более адекватно воспринимает современные климатические изменения. Остальная часть населения хуже замечает происходящее. Причиной этого может быть как слабая информированность об изменении климата, так и необходимость повседневно решать другие более значимые проблемы. В целом же индекс является достаточно информативной метрикой для оценки способности населения замечать изменения климата и готовности адаптироваться к ним, как и для сравнения по этим показателям 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 такие часто употребляемые метрики, 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 °C или 1.5 °C, в России неочевиден, если не проводить с населением разъяснительную работу, убедительно демонстрируя взаимосвязь климатических изменений локального и глобального масштабов.

Благодарности

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. и др.** Анализ индикаторов изменения климата. Часть 1. Восточная Сибирь.- Метеорология и гидрология, 2019, (в печати).
4. **Второй** Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. - Москва, ФГБУ "НИЦ "Планета", 2014, 58 с.
5. **Катцов В.М., Порфирьев Б.Н., eds.** Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу. 2011, ООО РИФ "Д'АРТ": Москва. 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., Ortung R.** Climate change in Northern Russia through the prism of public perception.- Ambio, 2018, №, DOI 10.1007/s13280-018-1096-x

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

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

Аннотация

Сравниваются данные о современных изменениях климата и окружающей среды в Северо-Западном регионе с общественным восприятием этих изменений. Анализ показал, что редкие аномальные погодные явления и единичные экстремальные события оказывают большее влияние на общественное восприятие, чем наблюдаемые длительные тренды климатических индикаторов. Большинство населения воспринимают изменения климата и природной среды лишь локально, не усматривают их связи с глобальными процессами, и не готовы 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-Запад, изменение климата, климатические индикаторы, индекс восприятия изменений климата, адаптация

Analysis of climate change indicators. Part 2. North-Western region

O.Anisimov, Ye.Zhiltcova, K.Shapovalova, A.Yershova

Abstract

Data on modern climate change in North-Western region of Russia are compared with the public perception of such changes. Results indicate that unusual weather patterns and single extreme events have a deeper impact than long-term climate change on public perceptions. The majority of the population considers climate and environmental changes locally, does not associate them with global drivers, and is not prepared to act on them. Numeric climate perception index was developed to characterize the awareness of population about the climate change and preparedness to adapt to it. Index could be used to assist climate adaptation policymaking.

Key words: North-Western region, climate change, climate indicators, climate perception index, adaptation.