

ДИСКУССИИ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ НА УСЛОВИЯ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ© А. Н. ЗОЛОТОКРЫЛИН,¹ В. В. ВИНОГРАДОВА,² И. А. СОКОЛОВ³

Институт географии РАН, Москва
E-mail: ¹ azolotokrylin1938@yandex.ru
² vvvinog@yandex.ru
³ sokolov@igras.ru

Продолжающееся глобальное потепление и рост экстремальности климата затрагивают все районы с особыми климатическими условиями. В связи с этим возрастает актуальность использования районирования России по природным условиям жизни населения для оценки современного климата и прогноза условий жизни населения в будущем, особенно для районов с особыми климатическими условиями. Районирование основано на степени воздействия на жизнедеятельность населения основных природных факторов: холода, жары, влажности, высоты местности, стихийных явлений. Используются карты «Районирование территории Российской Федерации по природным условиям жизни населения» для климатических условий второй половины XX в., начала XXI в., а также оценка изменения этих условий в середине XXI в. по результатам численных экспериментов на глобальной климатической модели Института вычислительной математики РАН. Установлено, что в результате потепления 1991—2010 гг. произошло значительное сокращение территории с абсолютно неблагоприятными и очень неблагоприятными условиями жизни населения. Масштаб сокращения был сравним с изменением дискомфорта при «жестком» антропогенном сценарии для периода 2046—2055 гг.

Ключевые слова: местности с особыми климатическими условиями, дискомфорт, модельные прогнозы, потепление климата, природные условия жизни населения, районирование России.

Введение. Территория России очень неоднородна в отношении природных трудностей для жизнедеятельности населения, в которых главную роль играет климат. Это обстоятельство отражено в Постановлениях Правительства Российской Федерации (Совмина СССР) [8], в которых отдельно выделяются районы с разным уровнем дискомфорта для жизни как «Местности с особыми климатическими условиями». В соответствии с принятыми Стратегиями развития Российской Федерации и государственными программами, включая Арктику, эти районы включают: 1) сухопутную часть Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ); 2) не вошедшие в АЗРФ районы Крайнего Севера; 3) местности, приравненные к районам Крайнего Севера; 4) южные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока; 5) субъекты РФ, где применяются только районные коэффициенты. Они располагаются на территории трех федеральных округов (ФО) РФ (Дальневосточный, Сибирский, Уральский) и частично в Северо-Западном и Приволжском ФО. По нашей оценке, площадь районов с особыми климатическими условиями составляет 88 % от всей территории России.

Продолжающееся глобальное потепление и рост экстремальности климата целиком затрагивают все районы с особыми климатическими условиями, воздействуя при этом на разные стороны жизнедеятельности населения: проживание, трудовую деятельность, здоровье, работоспособность, отдых. Начиная с 1976 г. на этих территориях в целом за год и во все сезоны, кроме зимы, локальные оценки трендов температуры положительны [4]. Наибольшее повышение среднегодовой температуры (более 0.5°/10 лет) отмечается в АЗРФ. С другой стороны, для зимних сезонов на юге Западной Сибири отмечается тенденция к похолоданию, которая постепенно распространяется в восточном направлении [4].

Последствия потепления в районах с особыми климатическими условиями проявляются в сокращении площадей с наибольшей климатической дискомфорtnостью и формировании на их месте менее дискомфортных условий. В связи с этим важно исследовать изменение площадей с разным уровнем климатической дискомфорtnости во всех районах с особыми климатическими условиями, а также на уровне федеральных округов в периоды современного и будущего потепления. Таким образом, цель работы — оценка вариаций зон с различной степенью дискомфорtnости в условиях наблюдаемого и ожидаемого потепления в районах с особыми климатическими условиями.

Материалы и методика. Серия карт «Районирование территории Российской Федерации по природным условиям жизни населения» (масштаб 1: 30 000 000), подготовленная в Лаборатории климатологии Института географии РАН, используется в данном исследовании в качестве исходного материала. Карты отображают распределение на территории России интегральной балльной оценки степени природной трудности для жизнедеятельности [2, 3, 5, 6]. Они построены для средних климатических условий в периоды 1961—1990 гг., периода современного потепления климата 2001—2010 гг. и модельного прогноза с учетом антропогенных изменений климата в середине XXI в. (2046—2055 гг.).

Дополнительно была привлечена подготовленная в Институте труда и социального страхования Министерства труда России в 2015 г. карта «Местности с особыми климатическими условиями на территории Российской Федерации» [7] (рис. 1).

Площадь районов с особыми климатическими условиями составляет 15 041 тыс. км², или 88 % территории России (табл. 1). Из них 35 % занимают районы Крайнего Севера, 24 % — сухопутные территории АЗРФ, 20 % — местности, приравненные к районам Крайнего Севера, 10 % — южные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока и 11 % — субъекты РФ с районными коэффициентами.

Методика работы включала наложение на карту «Местности с особыми климатическими условиями на территории Российской Федерации» поочередно карт «Районирование территории Российской Федерации по природным условиям жизни населения», характеризующих периоды 1961—1990, 2001—2010 гг. (рис. 2, а, б). Затем вычислялись площади с баллами, соответствующими определенной степени природной трудности для жизнедеятельности, для каждого района с особыми климатическими условиями в заданные периоды.

Подробная методика расчета суммарного балла дискомфорtnости (трудности) для жизнедеятельности населения изложена в работах [2, 5] и состоит в

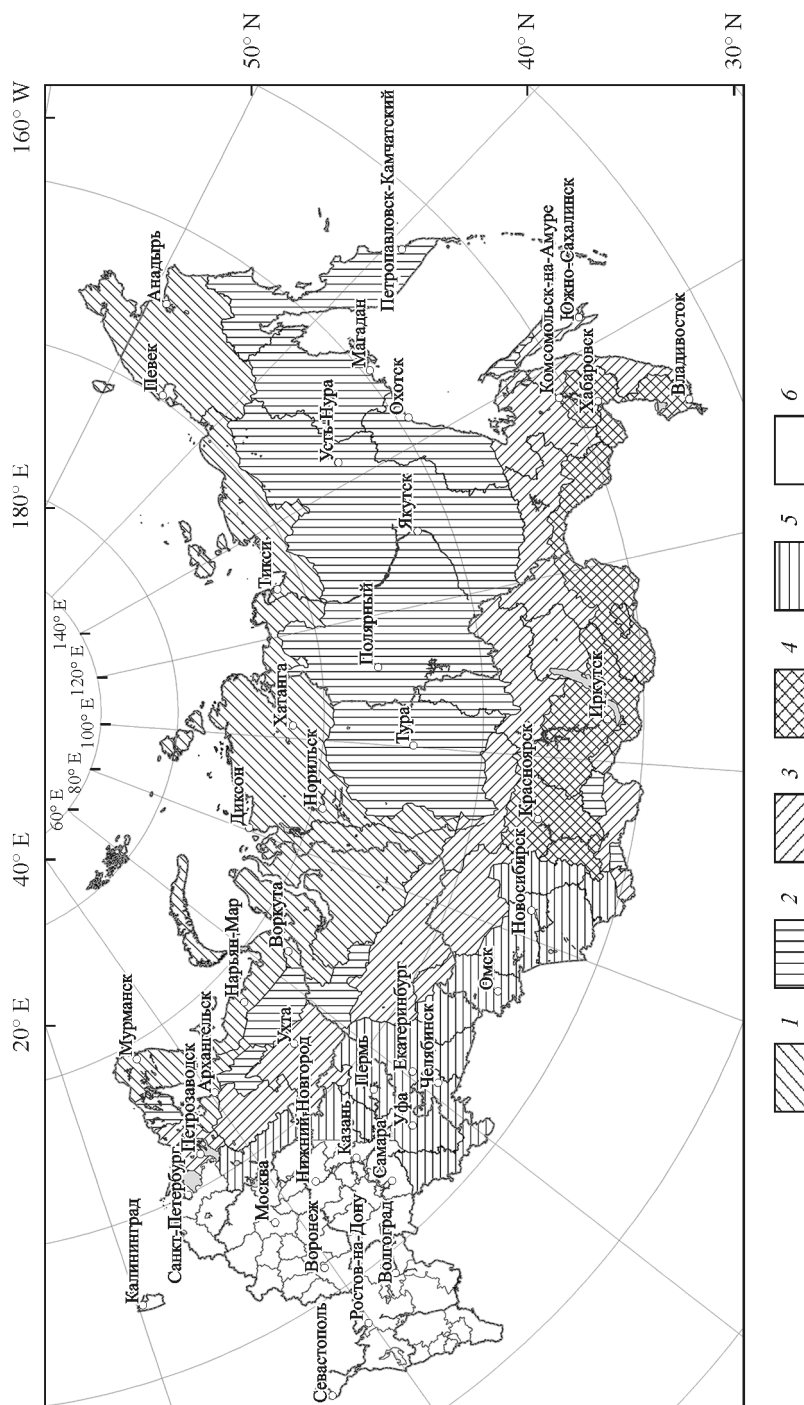


Таблица 1
Площади местностей с особыми климатическими условиями
в Российской Федерации

Зона	Площадь, тыс. км ²	Площадь, %
Сухопутные территории Арктической зоны РФ	3550	24
Районы Крайнего Севера	5194	35
Местности, приравненные к районам Крайнего Севера	2937	20
Южные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока	1491	10
Субъекты РФ, где применяются только районные коэффициенты	1869	11
Всего	15041	100

вычислении в каждой точке градусной сетки среднего балла показателей зональных факторов с последующей их коррекцией при помощи азональных факторов. К зональным отнесены следующие факторы (показатели): астрономический (продолжительность дня и ночи); радиационный (ультрафиолетовая недостаточность-избыточность); холодовой (сумма отрицательных температур воздуха, продолжительность периода с температурой ниже -30°C , продолжительность отопительного периода); мерзлотный (мощность сезонно-талого слоя); тепловой (продолжительность безморозного периода, сумма температур за период с устойчивыми температурами выше 10°C); увлажненность территории (вегетационный индекс NDVI); ветровой (индекс влажного ветрового охлаждения Хилла); изменчивость атмосферного давления (среднеквадратическое отклонение суточных величин давления). К азональным факторам отнесены абсолютная высота местности, относительная заболоченность территории, стихийные явления (сейсмичность, наводнения, тайфуны, цунами). На основании рассчитанного суммарного балла дискомфорта (трудности) на карте «Районирование территории Российской Федерации по природным условиям жизни населения» выделено семь зон с неблагоприятным или благоприятным условиями: I — абсолютно неблагоприятная; II — очень неблагоприятная; III — неблагоприятная; IV — условно неблагоприятная; V — условно благоприятная; VI — благоприятная; VII — наиболее благоприятная.

Интегральная оценка жизнедеятельности населения в период 2046—2055 гг. была получена с использованием результатов расчетов на глобальной климатической модели (INMCM4) Института вычислительной математики для сценариев RCP4.5 и RCP8.5 [1, 9, 10].

Полученные в каждом районе оценки площадей с разной степенью затруднения для жизни в 1, 2 и 3-й периоды сравнивались между собой и определялись тенденции их изменения (табл. 2).

Построение карт и измерение площадей различных зон дискомфорта в каждом районе с особыми климатическими условиями и на уровне федеральных округов проводилось с использованием геоинформационных пакетов ArcGIS и QGIS. Ошибки измерения площадей с учетом математической основы и генерализации данных для Дальневосточного, Сибирского, Уральского и Северо-Западного федеральных округов составляют соответственно 0.22, 0.72, 4.60, 1.08 %.

Таблица 2

Изменения площадей зон с разной степенью неблагоприятности при потеплении климата в районах с особыми климатическими условиями*

Зона	Площади для периодов времени								Изменение площадей											
	1961— 1990 гг.		2001— 2010 гг.		2046—2055 гг., RCP4.5		2046—2055 гг., RCP8.5		II—I				III—II		III—I		IV—II		IV—I	
	I		II		III		IV													
	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%
Сухопутные территории Арктической зоны РФ																				
Абсолютно неблагоприятная	2293	65	1436	41	1057	30	1541	44	—857	—24	—379	—11	—1236	—35	105	3	—752	—21		
Очень неблагоприятная	840	24	1214	34	1482	42	1221	34	374	10	268	8	642	18	7	0	381	10		
Неблагоприятная	256	7	600	17	687	19	498	14	344	10	87	2	431	12	—256	—7	242	7		
Условно неблагоприятная	155	4	276	8	317	9	282	8	121	4	41	1	162	5	6	4	127	4		
Районы Крайнего Севера																				
Абсолютно неблагоприятная	1701	33	187	4	226	4	338	7	—1514	—29	79	0	—1475	—29	151	3	—1363	—26		
Очень неблагоприятная	1646	32	1996	38	1588	31	1651	32	350	6	—408	—7	—58	—1	—345	—6	5	0		
Неблагоприятная	1320	25	2077	40	1451	28	1594	31	757	15	—626	—12	131	3	—483	—9	274	6		
Условно неблагоприятная	527	10	931	18	1928	37	1610	31	404	8	997	19	1401	27	679	13	1083	21		
Местности, приравненные к районам Крайнего Севера																				
Очень неблагоприятная	31	1	36	1	26	1	16	1	5	0	—10	0	—5	0	—20	0	—15	0		
Неблагоприятная	1196	41	374	13	266	9	342	12	—882	—28	—108	—4	—930	—32	—32	—1	—854	—29		

Таблица 2 (продолжение)

Зона	Площади для периодов времени								Изменение площадей									
	1961—1990 гг.		2001—2010 гг.		2046—2055 гг., RCP4.5		2046—2055 гг., RCP8.5		II—I		III—II		III—I		IV—II		IV—I	
	I		II		III		IV											
	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%
	Условно неблагоприятная	1524	52	2164	76	2564	87	2428	82	640	24	400	11	1040	35	264	6	904
Условно благоприятная	186	6	284	10	102	3	169	6	98	4	—182	—7	—84	—3	—115	—4	—17	0
Южные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока																		
Неблагоприятная	226	15	40	3	—	—	—	—	—186	—12	—40	—3	—226	—15	—40	—3	—226	—15
Условно неблагоприятная	995	67	850	58	1133	77	1328	90	—145	—9	283	19	138	10	478	32	333	23
Условно благоприятная	245	16	542	37	320	22	136	9	297	211	—222	—15	75	6	—406	—28	—109	—7
Благоприятная	26	2	39	3	19	1	8	1	13		—20	—2	—7	—1	—31	—2	—18	—1
Субъекты РФ, где применяются только районные коэффициенты																		
Очень неблагоприятная	19	1	38	2	6	0	7	0	19	1	—32	—2	—13	—1	—31	—2	—12	—1
Неблагоприятная	—	—	—	—	12	1	—	—			12	1	12	1				
Условно неблагоприятная	723	39	516	28	742	40	622	33	—207	—11	226	12	19	1	106	5	—101	—6
Условно благоприятная	712	38	734	39	618	33	732	39	22	1	—116	—6	—94	—5	—2	0	20	1
Благоприятная	396	21	580	31	490	26	497	27	184	10	—90	—5	94	5	—83	—4	101	6

Примечание. * Пояснения см. в тексте.

Результаты

Изменения климатического фактора природных условий жизни населения для районов с особыми климатическими условиями. Изменения площадей с разной степенью неблагоприятности в период 2001—2010 гг. по сравнению с климатической нормой 1961—1990 гг. во всех районах с особыми климатическими условиями, начиная с АЗРФ, представлены в табл. 2 и на рис. 2, а, б. В результате потепления территория с *абсолютно неблагоприятными* условиями в АЗРФ сократилась на 857 тыс. км² (24 %). На этих территориях условия стали *очень неблагоприятными* (10 %), *неблагоприятными* (10 %) и *условно неблагоприятными* (4 %). Ослабление климатической дискомфортности характерно прежде всего для западной части АЗРФ, прилегающей к Баренцеву морю, а также для южной части Ямало-Ненецкого автономного округа и Туруханского района Красноярского края. Климатическая дискомфортность ослабла также в южной части Чукотского автономного округа (рис. 2, а, б).

В районах Крайнего Севера (без арктической зоны) площадь с *абсолютно неблагоприятными* условиями на начало XXI в. сократилась в 9 раз, в настоящее время она занимает всего 4 % территории по сравнению с 33 % в первый период (табл. 2). Одновременно увеличились в 1.2 и 1.6 раза соответственно площади территорий с *очень неблагоприятными* (38 %) и *неблагоприятными* (40 %) условиями (рис. 2, б). Также возросла в 1.8 раза площадь *условно неблагоприятных* территорий. Они составляют теперь 18 %. Таким образом, наибольшее (29 %) сокращение территории с *абсолютно неблагоприятными* условиями произошло в районах Крайнего Севера (табл. 2; рис. 2, б). Это произошло в основном за счет расширения территорий с *очень неблагоприятными* условиями (более мягкая градация дискомфорта). Южная граница территорий с *неблагоприятными* условиями сместилась к северу, особенно в Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. За счет этого расширяется *условно неблагоприятная* зона в Западной Сибири и на юге Восточной Сибири (рис. 2, б).

В местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, *неблагоприятные* территории на 28 % перешли в основном в градацию *условно неблагоприятных* (24 %) и в незначительной степени *условно благоприятных* (4 %) (табл. 2). Основные изменения происходили на севере Европейской России, в Западной и Восточной Сибири (рис. 2, б).

В южных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока изменения *неблагоприятных, условно неблагоприятных* условий на преимущественно *условно благоприятные* произошли на 21 % территории (табл. 2).

В период 2001—2010 гг. в субъектах РФ, где применяются только районные коэффициенты, на Алтае впервые проявилась небольшая площадь (около 2 %) с *очень неблагоприятными* условиями. Ее возникновение следует рассматривать как проявление экстремальности зимнего климата (рис. 2, б). В результате потепления на 11 % территории *условно неблагоприятные* условия сменились *благоприятными* (табл. 2).

Ожидаемое потепление для периода 2046—2055 гг. на основании расчетов по глобальной климатической модели (INMCM4) Института вычислительной математики («мягкий» антропогенный сценарий RCP4.5) [9, 10] оказалось незначительным по сравнению с потеплением в период 2001—2010 гг. Поэтому далее обсуждаются последствия ожидаемого потепления для перио-

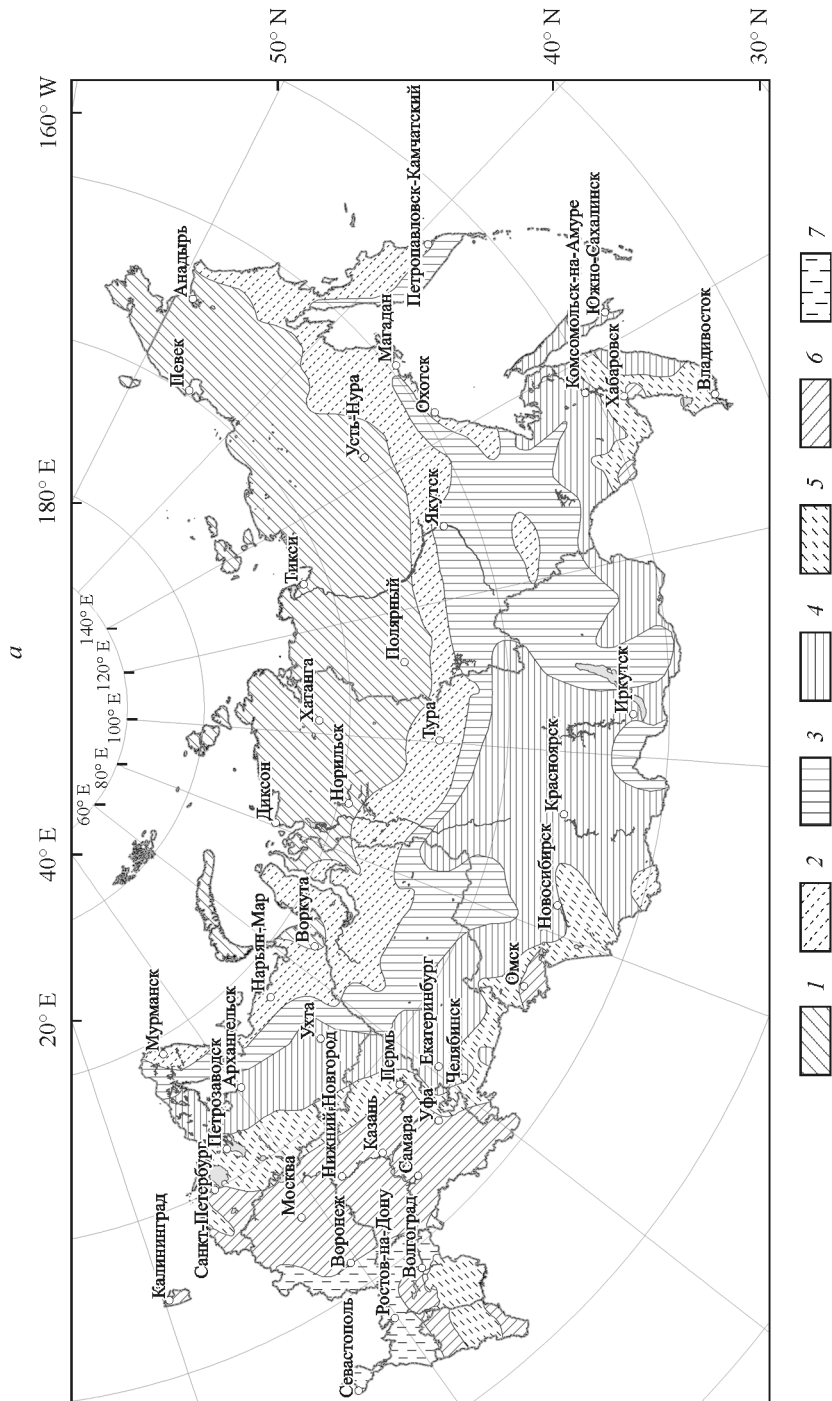


Рис. 2. Районирование территории Российской Федерации по природным условиям жизни населения.

а — 1961—1990 гг. (по [5]); б — 2001—2010 гг.; в — 2046—2055 гг. (сценарий РСР 8.5).

Зоны природных условий жизни населения: 1 — абсолютно неблагоприятная (более 5.7 баллов), 2 — очень неблагоприятная (4.9—5.7 баллов), 3 — неблагоприятная (4.5—4.9 баллов), 4 — условно неблагоприятная (3.6—4.5 баллов), 5 — условно благоприятная (3.3—3.6 баллов), 6 — благоприятная (2.0—3.3 баллов), 7 — наиболее благоприятная (менее 2.0 баллов) (пояснения в тексте). Нанесены границы федеральных округов России.

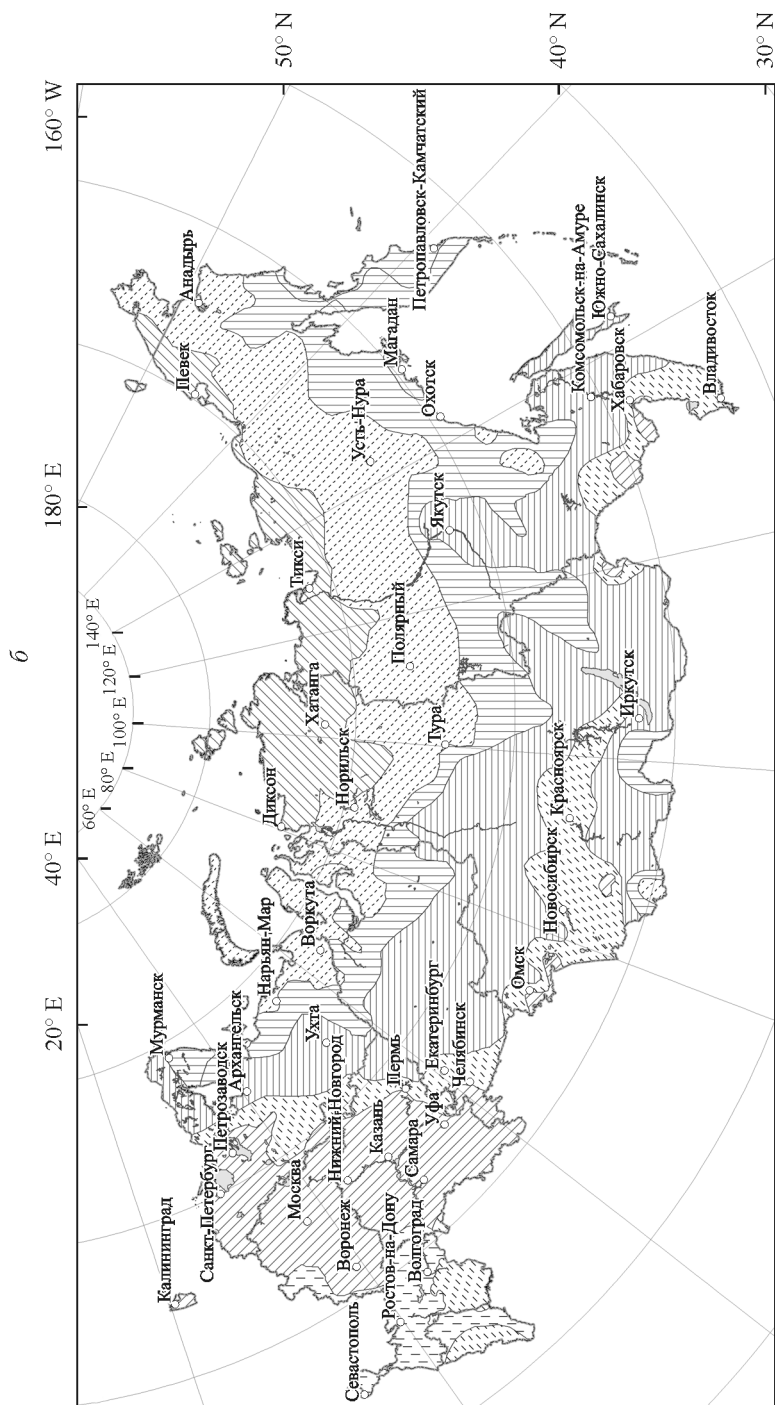


Рис. 2 (продолжение).

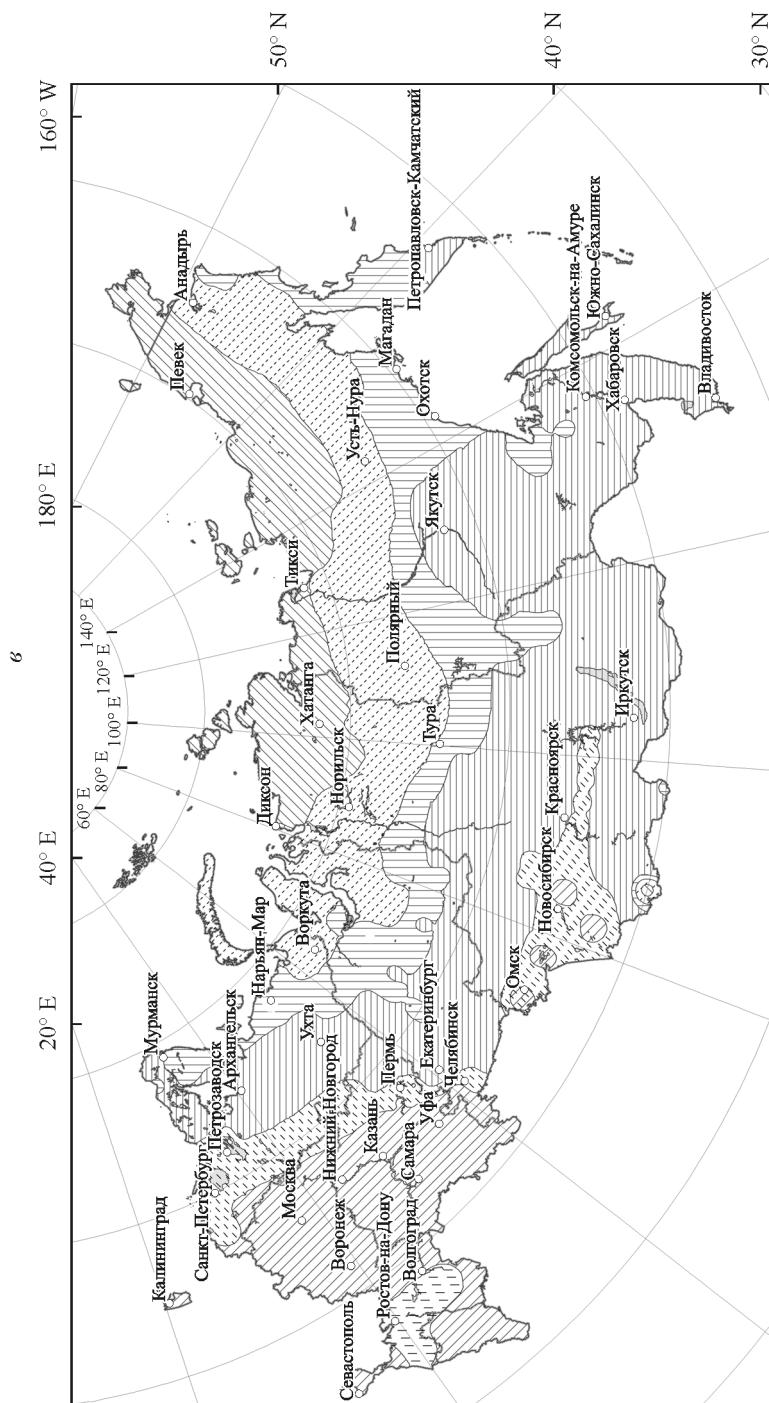


Рис. 2 (продолжение).

да 2046—2055 гг. по более «жесткому» сценарию RCP8.5 для этой же модели (табл. 2).

При моделируемом потеплении климата в АЗРФ площадь территорий с *абсолютно неблагоприятными* условиями уменьшится на 21% по сравнению с периодом 1961—1990 гг. При этом увеличатся площади *очень неблагоприятных*, *неблагоприятных* и *условно неблагоприятных* территорий на 10, 7 и 4 % соответственно. В результате потепления изменения площадей с разной степенью дискомфорта условий в АЗРФ ожидаются минимальными по сравнению с современными условиями 2001—2010 гг. (табл. 2). В середине XXI в. ожидается сокращение площади территорий с *абсолютно неблагоприятными* условиями на севере Красноярского края и небольшое расширение этих территорий (по сравнению с современным климатом) на севере Якутии и Чукотского АО (рис. 2, в).

В районах Крайнего Севера произойдет уменьшение площади *абсолютно неблагоприятных* территорий на 26 % по отношению к периоду 1961—1990 гг. за счет расширения *неблагоприятных* и *условно неблагоприятных* территорий на 6 и 21 % соответственно (табл. 2). Эти изменения затронут, в основном, азиатскую часть страны (рис. 2, в). Но изменения площадей в период 2045—2055 гг. по сравнению с периодом 2001—2010 гг. прогнозируются также минимальными: сокращение на 6 и 9 % соответственно территорий с *очень неблагоприятными* и *неблагоприятными* условиями при расширении территорий с *абсолютно неблагоприятными* и *условно неблагоприятными* условиями — соответственно на 3 и 13 %.

В местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, влияние ожидаемого потепления на изменение площадей с разной степенью трудности для проживания будет также минимальным по сравнению с периодом 2001—2010 гг. (табл. 2). По сравнению с периодом 1961—1990 гг. возможны сокращение *неблагоприятных* территорий на 29 % и соответственно увеличение площади *условно неблагоприятных* территорий на 30 %.

В южных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока, по модельному прогнозу, ожидается исчезновение зоны с *неблагоприятными* условиями, как это уже произошло в начале XXI в. (табл. 2; рис. 2, б, в). Очень существенно (до 90 % территории) может увеличиться площадь *условно неблагоприятных* районов, что на 32 % больше, чем за период 2001—2010 гг. При этом площади *условно благоприятной* и *благоприятной* зон суммарно уменьшатся на 8 % по сравнению с периодом 1961—1990 гг. и на 30 % по сравнению с периодом 2001—2010 гг. (табл. 2).

В субъектах РФ, где применяются только районные коэффициенты, к середине XXI в. (2046—2055 гг.) возможны минимальные изменения площадей по сравнению с периодами 1961—1990 и 2001—2010 гг. Но можно отметить исчезновение *очень неблагоприятной* зоны, небольшое сокращение *условно неблагоприятной* зоны и незначительное расширение *благоприятной* зоны (разница 5 и 4 % соответственно) (табл. 2; рис. 2, в).

Таким образом, в результате потепления 1991—2010 гг. в АЗРФ и районах Крайнего Севера произошло значительное сокращение территории с *абсолютно неблагоприятными* условиями; в местности, приравненной к районам Крайнего Севера, — территории с *неблагоприятными* условиями; в южных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока — территорий с *неблагоприятными* и *условно неблагоприятными* условиями; в субъектах, где применяются только районные коэффициенты, — территорий с *условно не-*

благоприятными условиями. При ожидаемом антропогенном потеплении мало вероятно дальнейшее сокращение площади с наихудшими условиями обитания в каждом из рассмотренных районов.

Изменения климатического фактора природных условий жизни населения на территориях федеральных округов Российской Федерации. Для оценки воздействия климатического фактора на природные условия жизни населения проведено сравнение площадей зон дискомфорта по федеральным округам для среднемноголетних условий (1961—1990 гг.), потепления начала XXI в. (2001—2010 гг.) и для середины XXI в. (2046—2055 гг.) по данным моделирования.

Три неблагоприятные зоны (*абсолютно неблагоприятная, очень неблагоприятная и неблагоприятная*) занимали значительные площади в восточных федеральных округах [3] в период 1961—1990 гг.: Дальневосточном, Сибирском и Уральском (рис. 2, б; табл. 3). В Дальневосточном и Сибирском ФО *абсолютно неблагоприятная* зона охватывала 45 и 20 % площади округа соответственно. В Уральском ФО эта зона составляла только 6 % территории округа. *Очень неблагоприятная* и *неблагоприятная* зоны также занимали значительные площади в Дальневосточном и Уральском ФО — по 20 и 30 % соответственно, а в Сибирском ФО — 10 и 20 % соответственно. Самой «благоприятной» для этих округов является *условно благоприятная* зона, которая занимала от 10 % площади в Дальневосточном ФО до 44 % — в Сибирском ФО (табл. 3).

Значительные площади (30 и 22 % соответственно) занимали в Северо-Западном ФО *условно неблагоприятная* и *условно благоприятная* зоны (табл. 3). На европейской территории России, за исключением Северо-Западного ФО, в 1961—1990 гг. максимальные площади занимали *благоприятные* зоны. Так, территории с *благоприятными* условиями составляли 70—80 % в Центральном и Приволжском ФО и около 30 % — в Южном ФО. Территории с *наиболее благоприятными* условиями были представлены в основном в Центральном и Южном ФО и составляли 20 и 68 % от площади округа соответственно (табл. 3).

В период 2001—2010 гг. происходит значительное сокращение неблагоприятных зон и «перераспределение дискомфорта», особенно на севере и востоке России (рис. 2, б). Так, в Дальневосточном ФО *абсолютно неблагоприятная* зона сокращается на 33 % за счет расширения *очень неблагоприятной, неблагоприятной* и *условно неблагоприятной* зон (табл. 3).

На европейской территории России в 2001—2010 гг. значительные площади по-прежнему относятся к *благоприятным* зонам (табл. 3). При этом в Центральном ФО *благоприятная* зона теперь занимает уже 90 % территории за счет исчезновения *условно благоприятной* зоны и сокращения площади *очень благоприятной* зоны. В Приволжском ФО изменения были минимальными, а в Южном и Северо-Кавказском ФО наблюдается расширение территорий с *наиболее благоприятными* условиями до 90 и 60 % соответственно. В Северо-Западном ФО наблюдалось значительное расширение (до 24 %) площади *благоприятной* зоны за счет сокращения площадей более неблагоприятных зон (табл. 3).

Оценки площадей различных зон дискомфорта в Федеральных округах в период 2046—2055 гг. представлены в табл. 3. При осуществлении модельного сценария, в середине XXI в. можно ожидать сокращение площади территорий с *абсолютно неблагоприятными* условиями в Дальневосточном

Таблица 3

Изменения площадей зон с разной степенью неблагоприятности при потеплении климата на территориях федеральных округов Российской Федерации*

Зона	Площади для периодов времени								Изменение площадей									
	1961—1990 гг.		2001—2010 гг.		2046—2055 гг., RCP4.5		2046—2055 гг., RCP8.5		II—I		III—II		III—I		IV—II		IV—I	
	I		II		III		IV											
	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%
Дальневосточный федеральный округ																		
Абсолютно неблагоприятная	2743	45	744	12	926	15	1243	20	—1999	—33	182	3	—1817	—30	499	8	—1500	—25
Очень неблагоприятная	1237	20	2225	36	1707	28	1695	28	988	16	—518	—8	470	8	—530	—8	458	8
Неблагоприятная	1217	20	1608	26	1171	19	1251	20	391	6	—437	—7	—46	—1	—357	—6	34	0
Условно неблагоприятная	625	10	1218	20	2337	38	1959	32	583	10	1119	18	1702	28	741	12	1324	22
Условно благоприятная	296	5	295	5	14	0	—	—	—1	0	—281	—5	—282	—5	—295	—5	—296	—5
Благоприятная	25	0	64	1	—	—	8	0	39	1	—64	—1	—25	0	—56	—1	—17	0
Сибирский федеральный округ																		
Абсолютно неблагоприятная	1025	20	695	14	358	7	640	13	—330	—6	—337	—7	—667	—13	—55	—1	—385	—7
Очень неблагоприятная	494	10	627	12	874	17	605	12	133	2	247	5	380	7	—22	0	111	2
Неблагоприятная	1043	20	647	13	346	7	425	8	—396	—7	—301	—6	—697	—13	—222	—5	—618	—12
Условно неблагоприятная	2231	44	2286	45	2678	52	2792	55	55	1	392	7	447	8	506	10	561	11
Условно благоприятная	267	5	795	16	721	14	569	11	528	11	—74	—2	454	9	—226	—5	302	6
Благоприятная	47	1	57	1	132	3	76	1	10	0	75	2	85	2	19	0	29	0

Таблица 3 (продолжение)

Зона	Площади для периодов времени						Изменение площадей																	
	1961— 1990 гг.		2001— 2010 гг.		2046—2055 гг., RCP4.5		2046—2055 гг., RCP8.5		II—I				III—II		III—I		IV—II		IV—I					
	I		II		III		IV		тыс. км ²		%		тыс. км ²		%		тыс. км ²		%		тыс. км ²		%	
	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%																
		тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	тыс. км ²	%	
Уральский федеральный округ																								
Абсолютно неблаго- приятная	97	6	—	—	—	—	2	0	—97	—6	0	0	—97	—6	2	0	—95	—6						
Очень неблагоприят- ная	529	30	321	19	357	21	403	23	—208	—11	36	2	—172	—9	82	4	—126	—7						
Неблагоприятная	492	28	395	23	535	31	494	28	—97	—5	140	8	43	3	99	5	2	0						
Условно неблагопри- ятная	464	27	822	47	750	43	731	42	358	20	—72	—4	286	16	—91	—5	267	15						
Условно благоприят- ная	133	8	138	8	36	2	48	3	5	0	—102	—6	—97	—6	—90	—5	—85	—5						
Благоприятная	19	1	57	3	55	3	56	3	38	2	—2	0	36	2	—1	0	37	2						
Северо-Западный федеральный округ																								
Абсолютно неблаго- приятная	128	8	16	1	—	—	—	—	—112	—7	—16	—1	—128	—8	—16	—1	—128	—8						
Очень неблагоприят- ная	278	17	239	14	164	10	193	12	—39	—3	—75	—4	—114	—7	—46	—2	—85	—5						
Неблагоприятная	261	16	260	16	367	22	277	17	—1	0	107	6	106	6	17	1	16	1						
Условно неблагопри- ятная	510	30	504	30	765	46	690	41	—6	0	261	16	255	16	186	11	180	11						
Условно благоприят- ная	379	22	245	15	158	9	429	26	—134	—7	—87	—6	—221	—13	184	11	50	4						
Благоприятная	122	7	404	24	215	13	79	5	282	17	—189	—11	93	6	—325	—19	—43	—2						

Центральный федеральный округ																	
Условно благоприятная	25	4	—	—	31	5	30	5	—25	—4	31	5	6	1	30	5	1
Благоприятная	499	76	585	90	619	95	621	95	86	14	34	5	120	19	36	5	122
Наиболее благоприятная	127	20	67	10	—	—	—	—	—60	—10	—67	—10	—127	—20	—67	—10	—127
Приволжский федеральный округ																	
Условно неблагоприятная	86	8	81	8	152	15	99	9	—5	0	71	7	66	7	18	1	13
Условно благоприятная	162	16	115	11	145	14	145	14	—47	—5	30	3	—17	—2	30	3	—17
Благоприятная	780	75	814	78	743	71	796	77	34	3	—71	—7	—37	—4	—18	—1	16
Наиболее благоприятная	9	1	29	3	—	—	—	—	20	2	—29	—3	—9	—1	—29	—3	—9
Северо-Кавказский федеральный округ																	
Условно благоприятная	77	45	68	40	—	—	—	—	—9	—5	—68	—40	—77	—45	—68	—40	—77
Благоприятная	87	51	—	—	163	96	162	95	—87	—51	163	96	76	45	162	95	75
Наиболее благоприятная	7	4	103	60	7	4	9	5	96	56	—96	—56	0	0	—94	—55	2
Южный федеральный округ																	
Условно благоприятная	22	5	—	—	—	—	—	—	—22	—5	0	0	—22	—5	0	0	—22
Благоприятная	120	27	6	1	172	39	228	51	—114	—26	166	38	52	12	222	50	108
Наиболее благоприятная	302	68	440	99	273	61	217	49	138	31	—167	—38	—29	—7	—223	—50	—85

ФО на 25 %, а в Сибирском и Уральском ФО — соответственно на 7 и 6 % по сравнению с периодом 1961—1990 гг. В Дальневосточном ФО площади *абсолютно неблагоприятной* и *очень неблагоприятной* зон составят соответственно 20 и 28 % от территории округа, в отличие от значений 12 и 36 % для современных условий (2001—2010 гг.). Как результат моделируемого потепления, вероятно расширение *очень неблагоприятной* зоны. На юге Дальневосточного ФО можно ожидать существенное улучшение природно-климатических условий и расширение *условно неблагоприятной* зоны на 22 % по сравнению с периодом 1961—1990 гг. и на 12 % — по сравнению с современным климатом. По сравнению со среднемноголетними условиями в Сибирском и Уральском ФО возможно значительное увеличение площади *условно неблагоприятной* зоны (на 11 и 15 % соответственно) за счет сокращения территории более неблагоприятных зон (табл. 3).

На европейской территории России при моделируемом потеплении климата в Северо-Западном ФО можно ожидать увеличение площади *условно неблагоприятной* зоны на 11 % за счет сокращения *очень неблагоприятной* зоны на 5 % и исчезновения *абсолютно неблагоприятной* зоны, которая во второй половине XX в. занимала 8 % территории округа (табл. 3). В Центральном ФО площадь территории с *благоприятными* условиями увеличится на 19 % по сравнению со среднемноголетними условиями за счет сокращения территорий с *наиболее благоприятными* условиями (табл. 3). В Приволжском Федеральном округе изменения не превысят 1—2 %. В Южном ФО *благоприятная* зона будет занимать более 50 % территории, за счет сокращения *условно благоприятных* и *наиболее благоприятных* зон (табл. 3). В Северо-Кавказском ФО площадь *благоприятной* зоны увеличится в 2 раза за счет сокращения *условно благоприятной* зоны.

Сравнение условий дискомфорта в периоды 2001—2010 гг. и 2046—2055 гг. по модельному прогнозу XXI в. показывает, что в дальнейшем изменения будут не столь значительны. В большинстве федеральных округов они будут порядка 10 %, что может свидетельствовать о замедлении потепления.

Выводы

1. Значимое ослабление климатического дискомфорта в районах с «особыми климатическими условиями» наблюдалось в период потепления в 1991—2010 гг. Оно выразилось в наибольшем сокращении площадей с *абсолютно неблагоприятными*, *очень неблагоприятными* и *неблагоприятными* условиями для жизнедеятельности населения и формированием в этих регионах условий с более слабой дискомфортом. Одновременно продолжалось расширение территорий с *благоприятными* и *очень благоприятными* условиями в федеральных округах южной половины европейской территории России.

2. Ослабление дискомфорта при современном потеплении климата происходило в основном в Дальневосточном, Сибирском, Уральском федеральных округах. На европейской территории России, и особенно в южной ее части, наблюдалось значительное расширение благоприятных зон. Ослабление климатической дискомфорта на территории России в результате прогнозируемого потепления к середине XXI в. может оказаться не столь значитель-

ным. В большинстве федеральных округов изменения площадей с различным уровнем дискомфорта ожидаются в пределах 10 %.

3. При современном потеплении климата изменения условий жизнедеятельности населения в значительной степени будут обусловлены тепловым и холодным факторами. Изменения связаны с уменьшением суммы отрицательных температур и числа дней с очень низкими температурами, а также с ростом суммы активных температур, увеличением безморозного периода и сокращением отопительного периода.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10236).

Список литературы

- [1] *Виноградова В. В.* Изменение суммарного балла дискомфорта природных условий жизни населения для современного климата и модельных прогнозов, на основании климатических факторов // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2018. № 3. С. 30—39.
- [2] *Виноградова В. В., Золотокрылин А. Н., Кренке А. Н.* Районирование территории Российской Федерации по природно-климатическим условиям // Изв. РАН. Сер. геогр. 2008. № 5. С. 106—117.
- [3] *Виноградова В. В., Золотокрылин А. Н.* Современные и ожидаемые изменения роли климатического фактора в оценке природных условий жизни населения в Российской Федерации // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 4. С. 16—21.
- [4] Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1009 с.
- [5] *Золотокрылин А. Н., Кренке А. Н., Виноградова В. В.* Районирование России по природным условиям жизни населения. М.: ГЕОС, 2012. 156 с.
- [6] Карта «Районирование территории России по природным условиям для жизни населения». Масштаб 1:45 000 000 // Национальный атлас России. 2008. Т. 3. С. 50—51.
- [7] Отчет по Госконтракту №15-НИР-16-159 Минтруда и социальной защиты РФ от 7 сентября 1915 г.
- [8] Электронный ресурс <http://www.government.ru/docs/22846/>.
- [9] *Volodin E. M.* Possible reasons for low climate-model sensitivity to increased carbon dioxide concentrations // Izv. RAS. Atmospheric and Oceanic Physics. 2014. Vol. 50, N 4. P. 350—355.
- [10] *Volodin E. M., Dianskii N. A., Gusev A. V.* Simulating present-day climate with the INMCM4.0 coupled model of the atmospheric and oceanic general circulations // Izv. RAS. Atmospheric and Oceanic Physics. 2010. Vol. 46, N 4. P. 414—431.

Поступило в редакцию
18 июля 2017 г.

Impact of climate warming on the conditions of human life in Russia

© A. N. Zolotokrylin,¹ V. V. Vinogradova,² I. A. Sokolov³

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: ¹ azolotokrylin1938@yandex.ru

² vvvinog@yandex.ru

³ sokolov@igras.ru

The continuing global warming and the growth of climate extremes are strongly identified at the terrain with special climatic conditions. In this regard, the urgency of using zoning of Russia by the natural conditions of life of the population increases. It is used for assessing the conditions of the modern climate and forecasting the living conditions of the population for the future climate, especially for the terrain with special climatic conditions. The zoning is based on the degree of action of the main natural factors: cold, heat, moisture, altitude, catastrophic events (hydrometeorological, seismic, geocryological). We have analyzed nature conditions of human life in the second part of the 20th century and their possible changes in the middle of the 21st century. The results of numerical experiments on global climate model of the Institute of Numerical Mathematics (INM) of RAS were used. As the result of the warming in 1991–2010 years there was a significant reduction of the territory with absolutely unfavorable and very unfavorable conditions. The scale of the reduction is similar to the change of discomfort area in the «hard» anthropogenic scenario for the period of 2046–2055 years.

Key words: terrain with special climatic conditions, climate warming, discomfort, model forecasts, natural conditions of the human population, regionalization of Russia.

References

- [1] *Vinogradova V. V.* Izmenenie summarnogo balla diskomfortnosti prirodnykh uslovii zhizni naseleniya dlya sovremennogo klimata i model'nykh prognozov, na osnovanii klimaticheskikh faktorov // *Vestn. MGU. Ser. 5. Geografiya*. 2018. N 3. S. 30–39.
- [2] *Vinogradova V. V., Zolotokrylin A. N., Krenke A. N.* Raionirovanie territorii Rossiiskoi Federatsii po prirodno-klimaticheskim usloviyam // *Izv. RAN. Ser. geogr.* 2008. N 5. S. 106–117.
- [3] *Vinogradova V. V., Zolotokrylin A. N.* Sovremennyye i ozhidaemye izmeneniya roli klimaticheskogo faktora v otsenke prirodnykh uslovii zhizni naseleniya v Rossiiskoi Federatsii // *Izv. RAN. Ser. geogr.* 2014. N 4. S. 16–21.
- [4] *Vtoroi otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii*. Moskva: Roshydromet, 2014. 1009 s.
- [5] *Zolotokrylin A. N., Krenke A. N., Vinogradova V. V.* Raionirovanie Rossii po prirodnym usloviyam zhizni naseleniya. Moskva: GEOS, 2012. 156 s.
- [6] *Karta «Raionirovanie territorii Rossii po prirodnym usloviyam dlya zhizni naseleniya»*. Masshtab 1:45 000 000 // *Natsional'nyi atlas Rossii*. 2008. T. 3. S. 50–51.
- [7] Report on the State Contract N 15-NIR-16-159 of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation of September 7, 1915.
- [8] <http://www.government.ru/docs/22846/>.
- [9] *Volodin E. M.* Possible reasons for low climate-model sensitivity to increased carbon dioxide concentrations // *Izv. RAS. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2014. Vol. 50, N 4. P. 350–355.
- [10] *Volodin E. M., Dianskii N. A., Gusev A. V.* Simulating present-day climate with the INMCM4.0 coupled model of the atmospheric and oceanic general circulations // *Izv. RAS. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2010. Vol. 46, N 4. P. 414–431.