

БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ КОМФОРТНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ПРОЖИВАНИЯ ФИННО-УГОРСКИХ НАРОДОВ (на примере Приволжского федерального округа)

П. И. МЕРКУЛОВ,

кандидат географических наук, заведующий кафедрой физической географии ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

С. В. МЕРКУЛОВА,

кандидат географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

С. В. СЕРГЕЙЧЕВА,

*аспирант кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва»
(г. Саранск, РФ)*

В настоящее время взаимодействие человека и погодных условий все еще недостаточно изучено и является одним из наиболее активно разрабатываемых направлений биоклиматологии, которому посвящено множество работ в области физической географии, экологии, климатологии, биометеорологии, экологической климатологии, медицинской географии.

Биоклимат территории – важный природный ресурс, от состояния которого зависят комфортность ощущений и самочувствие человека, работоспособность, производительность труда и здоровье организма в целом. Исследуя влияние изменений метеорологических условий на адаптационные механизмы, можно решить проблему сохранения здоровья человека в условиях ухудшения среды обитания [1].

Особую важность приобретают исследования, в задачу которых входят биоклиматическая оценка и территориальная дифференциация биоклиматических условий на региональном уровне. Биоклиматическая оценка – определение положительных и отрицательных воздействий различных климатических факторов и их комплексов на организм – выявляет

медико-климатический потенциал территории для рационального использования ландшафтно-климатических условий в здравоохранении и рекреации [2; 5; 8; 9].

Климатические условия часто определяют хозяйственное многообразие человеческой деятельности, отраслевую специализацию регионов, темпы экономического и социального развития.

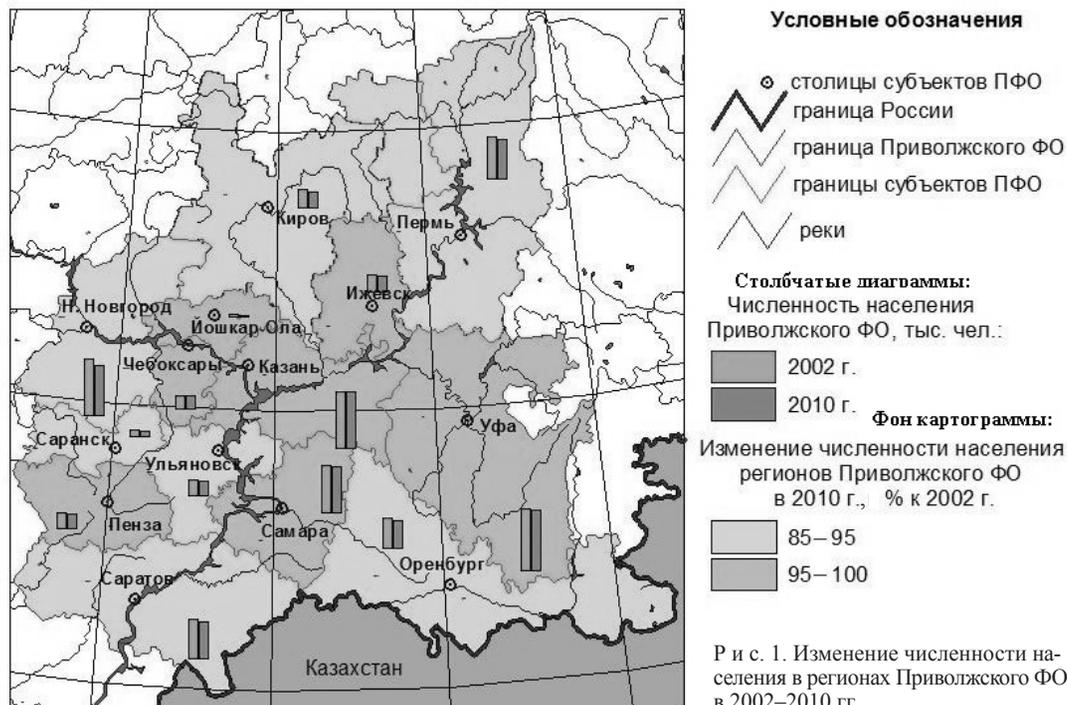
Актуальность данной работы вызвана необходимостью оценки комфортности климатических условий для проживания населения и ведения хозяйственной деятельности в регионах Приволжского федерального округа, где доля финно-угорского населения составляет 5,3 %. В титульных республиках она колеблется от 28,0 (Удмуртия) до 43,9 % (Марий Эл). Для Мордовии характерен показатель 40,0 %.

Численность населения федерального округа (ФО) в 2013 г. составила около 30 млн чел., или почти 21,0 % населения России. По этому показателю округ занимает второе место после Центрального ФО. С 2002 г. число жителей Приволжского ФО уменьшилось на 1,2 млн чел., или на 4,0 % (население РФ – на 1,6 %). Население сократилось во всех регионах округа, за исключением Рес-

ФИННО-УГРЫ В МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ

публики Татарстан, где отмечен его рост на 0,2 % за счет превышения миграционного прироста над естественной убылью. Наибольшее сокращение населения произошло в Кировской обл. (на 12,2 %),

Республике Мордовия (7,9 %) и Оренбургской обл. (7,5 %); наименьшее – в Самарской обл. (на 0,8 %) [13] (рис. 1). В результате в субъектах округа плотность населения уменьшилась (табл. 1).



Р и с. 1. Изменение численности населения в регионах Приволжского ФО в 2002–2010 гг.

Таблица 1

Динамика плотности населения регионов Приволжского ФО в 2002–2010 гг., чел./км²

Регион	Плотность населения		Изменение плотности (2010 г. – 2002 г.)
	2002 г.	2010 г.	
Приволжский ФО	29,8	28,8	-1,0
Республика Башкортостан	28,6	28,3	-0,3
Республика Марий Эл	31,4	30,0	-1,4
Республика Мордовия	33,9	31,8	-2,1
Республика Татарстан	55,6	55,7	+0,1
Удмуртская Республика	37,3	36,2	-1,1
Чувашская Республика	71,8	68,4	-3,4
Пермский край	17,6	16,4	-1,2
Кировская обл.	12,4	11,1	-1,3
Нижегородская обл.	47,1	43,0	-4,1
Оренбургская обл.	17,6	16,4	-1,2
Пензенская обл.	33,6	32,1	-1,5
Самарская обл.	60,4	57,9	-2,5
Саратовская обл.	26,6	25,2	-1,4
Ульяновская обл.	37,0	34,6	-2,4

Для размещения населения по субъектам Приволжского ФО характерно большое разнообразие: наименьшая плотность отмечается в Оренбургской обл. (16,4 чел./км²), наибольшая – в Чувашской Республике (68,4 чел./км²) [10].

Климатические условия и плотность населения наибольшее значение имеют для развития сельского хозяйства, рекреации, организации городского коммунального хозяйства и пр. Стоимость отопления, водоснабжения, канализации, освещения жилищ, их строительства находится в зависимости от климатических условий.

Изучив влияние изменений метеорологических условий на адаптационные механизмы, можно решить проблему сохранения здоровья человека на фоне ухудшения среды обитания, а следовательно, увеличить продолжительность жизни.

Для характеристики погодных условий с медико-метеорологической точки зрения используются различные биометеорологические индексы (параметры), полученные исследователями разных стран. Разнообразие этих индексов свидетельствует о сложности их разработки [12].

В настоящее время известны и применяются для расчетов около 30 биометеорологических показателей (индексов). Биоклиматические показатели и ресурсы разработаны применительно к человеку и характеризуют связь климата с его тепловым состоянием, здоровьем, особенностями рекреации и санитарно-гигиенической оценкой в естественных условиях [14].

Для оценки теплового состояния человека предложен ряд биоклиматических показателей, которые позволяют определить уровень его тепловой или холодовой нагрузки в летнее и зимнее время года [11]. В результате анализа многочисленных публикаций, тщательного их изучения и сопоставления нами для определения биоклиматической комфортности Приволжского ФО были отобраны следующие показатели:

- *эффективная температура неподвижного воздуха (ЭТ):*

$$ЭТ = t - 0,4(t - 10)(1 - f/100),$$

где t – температура воздуха, °С; f – относительная влажность воздуха, %;

- *эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) – показатель тепловой чувствительности с учетом влияния ветра:*

$$ЭЭТ = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4v^{0,75}}} - 0,29t(1 - \frac{f}{100}),$$

где t – температура воздуха, °С; f – относительная влажность воздуха, %; v – скорость ветра, м/с;

- *индекс суровости по Бодману (S):*

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,27v),$$

где S – индекс суровости (баллы); t – температура воздуха, °С; v – скорость ветра, м/с;

- *приведенная температура по Адаменко и Хайруллину ($t_{прив}$):*

$$t_{прив} = t_b - 8,2\sqrt{V},$$

где $t_{прив}$ – приведенная температура, °С; t_b – фактическая температура воздуха, °С; V – скорость ветра, м/с;

- *индекс ветрового охлаждения по Хиллу (H_w):*

$$H_w = H_d + (0,085 + 0,102v^{0,3})(61,1 - e)^{0,75},$$

где $H_d = (0,13 + 0,47v^{0,5})(36,6 - t)$; v – скорость ветра, м/с; t – температура воздуха, °С; e – упругость водяного пара, гПа;

- *радиационно-эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ):*

$$РЭЭТ = 125 \lg[1 + 0,02T + 0,001(T - 8) \times (f - 60) - 0,45(33 - T)\sqrt{V + 185B}],$$

где T – температура воздуха, °С; f – относительная влажность воздуха, %; V – скорость ветра, м/с; B – поглощенная поверхностью тела солнечная радиация, кВт/м².

В соответствии с рекомендациями Е. Г. Головиной [10] РЭЭТ может быть рассчитана по формулам:

$$РЭЭТ = НЭЭТ + 6,2 \text{ } ^\circ\text{С} \quad \text{или}$$

$$РЭЭТ = 0,83ЭЭТ + 12 \text{ } ^\circ\text{С},$$

где $НЭЭТ$ – нормальная эквивалентно-эффективная температура; $ЭЭТ$ – эквивалентно-эффективная температура по Миссенарду;

• *нормальная эквивалентно-эффективная температура (НЭЭТ)* – показатель тепловой чувствительности с учетом влияния ветра для одетого человека:

$$НЭЭТ = 0,8ЭЭТ + 7 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где ЭЭТ – эквивалентно-эффективная температура по Миссенарду;

• *биологически активная температура (БАТ)*:

$$БАТ = 0,8НЭЭТ + 9 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где НЭЭТ – нормальная эквивалентно-эффективная температура;

• *индекс патогенности метеорологической ситуации по Бокше (I)*:

$$I = I_t + I_h + I_v + I_n + I_{\Delta p} + I_{\Delta t},$$

где I_t – индекс патогенности температуры воздуха, $I_t = 0,02(18 - t)^2$ при $t \leq 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ и $I_t = 0,02(t - 18)^2$ при $t > 18 \text{ } ^\circ\text{C}$, t – среднесуточная температура, $^\circ\text{C}$; I_h – индекс патогенности влажности воздуха, h – среднесуточная относительная влажность, %; I_v – индекс патогенности ветра, v – среднесуточная скорость ветра, м/с; I_n – индекс патогенности продолжительности солнечного сияния, $n = 10 - 10S_\phi/S_{\max}$, S_ϕ и S_{\max} – соответственно фактическая и максимально возможная продолжительность солнечного сияния по гелиографу; $I_{\Delta p}$ – индекс патогенности межсуточного изменения атмосферного давления Δp ; $I_{\Delta t}$ – патогенность межсуточного изменения температуры Δt .

В качестве исходных использованы статистические данные Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных г. Обнинска сети метеостанций Приволжского ФО (всего 28). Биоклиматические показатели рассчитывались по среднесуточным метеорологическим показателям за 30-летний интервал – 1978–2008 гг. Моделирование проводилось с целью построения аналитических карт распределения биоклиматических показателей, которые в дальнейшем послужили основой для составления оценочных карт по биоклиматической комфортности территории Приволжского ФО [7].

Погода и климат на территории Приволжского ФО в основном определяются атмосферной циркуляцией, особенно преобладанием западных потоков воздуха, что обуславливает существенное влияние на местный климат атлантических воздушных течений, которые смягчают и увлажняют его. Вместе с тем сюда поступают и воздушные массы, сформировавшиеся в других, в том числе арктических и резко континентальных районах Сибири, Казахстана и Средней Азии. В случае ослабления внешних воздействий пришедшие воздушные массы под влиянием местных трансформационных факторов приобретают свойства данного географического района. Влияние местных условий (мезо- и микрорельефа, растительности, почвы, непосредственной близости водоемов, застройки территории) порождает климатические вариации различной интенсивности на фоне устойчивых атмосферных процессов.

Особенностью зимы служит интенсивная циклоническая деятельность, сопровождаемая усилением западного переноса, что наиболее четко проявляется в распределении температуры воздуха. Изотермы зимних месяцев имеют почти меридиональное направление. Средняя температура января меняется с юго-запада на северо-восток и восток от $-8,8$ до $-18,0 \text{ } ^\circ\text{C}$. Зима на исследуемой территории длится от 3,5 до 5 и более месяцев.

Продолжительность лета уменьшается с юга на север и северо-восток от 4–4,5 до 3–3,5 месяцев. Летом погода формируется за счет трансформации воздушных масс, чему способствует большой приток солнечной энергии. Циклоническая деятельность уменьшается, особенно в восточной части территории. Поэтому летом преобладает жаркая сухая погода, прежде всего это касается юга Заволжья и востока Оренбургской обл. [12].

В связи с довольно большой протяженностью территории Приволжского ФО с севера на юг (около 1 200 км) и с запада на восток (1 000 км) радиационный режим здесь варьируется в значительных пределах.

Кроме радиационных и циркуляционных факторов на температуру воздуха летом оказывают влияние подстилающая поверхность и условия рельефа. По этой причине распределение всех температурных характеристик имеет некоторое отклонение от зонального. На территории округа среднеиюльская температура воздуха изменяется от 15,9 (север Пермского края) до 21,4 °С (юго-восток Саратовской обл.). Распределение основных биоклиматических показателей на территории Приволжского ФО характеризуется сравнительно большой пространственной неоднородностью и временной изменчивостью в различные периоды года с формированием отдельных локальных очагов их значений, обусловленных процессами различного масштаба.

С помощью функции «Картографический калькулятор» модуля Spatial Analyst в ГИС ArcView был вычислен суммарный интегральный показатель биоклиматической комфортности, на основе которого была дифференцирована территория с выделением четырех типов уровня биоклиматической комфортности:

– остродискомфортные зоны биоклиматической комфортности, представляющие собой территории с раздражающим тепловым воздействием;

– дискомфортные зоны биоклиматической комфортности – территории с жестким тепловым воздействием;

– субкомфортные зоны биоклиматической комфортности – территории с умеренным тепловым воздействием;

– комфортные зоны биоклиматической комфортности – территории с комфортным тепловым воздействием.

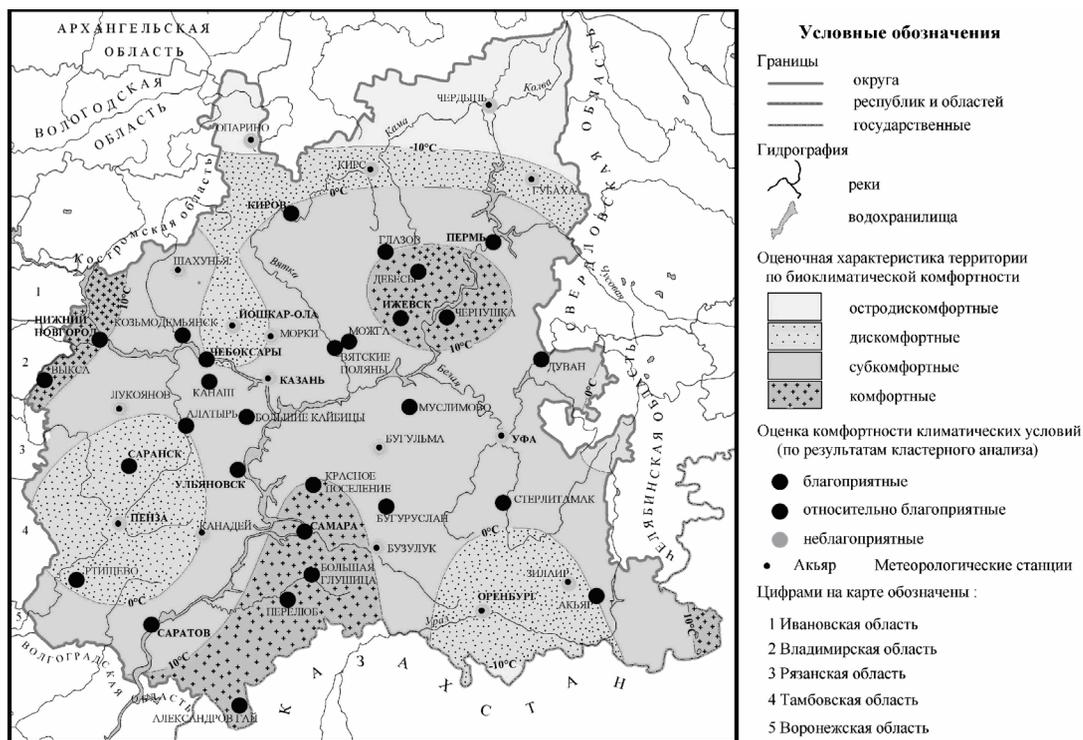
Результаты расчетов сезонного пространственного распределения биоклиматических показателей с оценкой комфортности территории позволили выявить закономерности и построить карты их пространственного распределения на территории округа [9].

Анализ полученных данных показывает, что на территории Приволжского ФО за весенний период (с марта по май) категории климатической комфортности

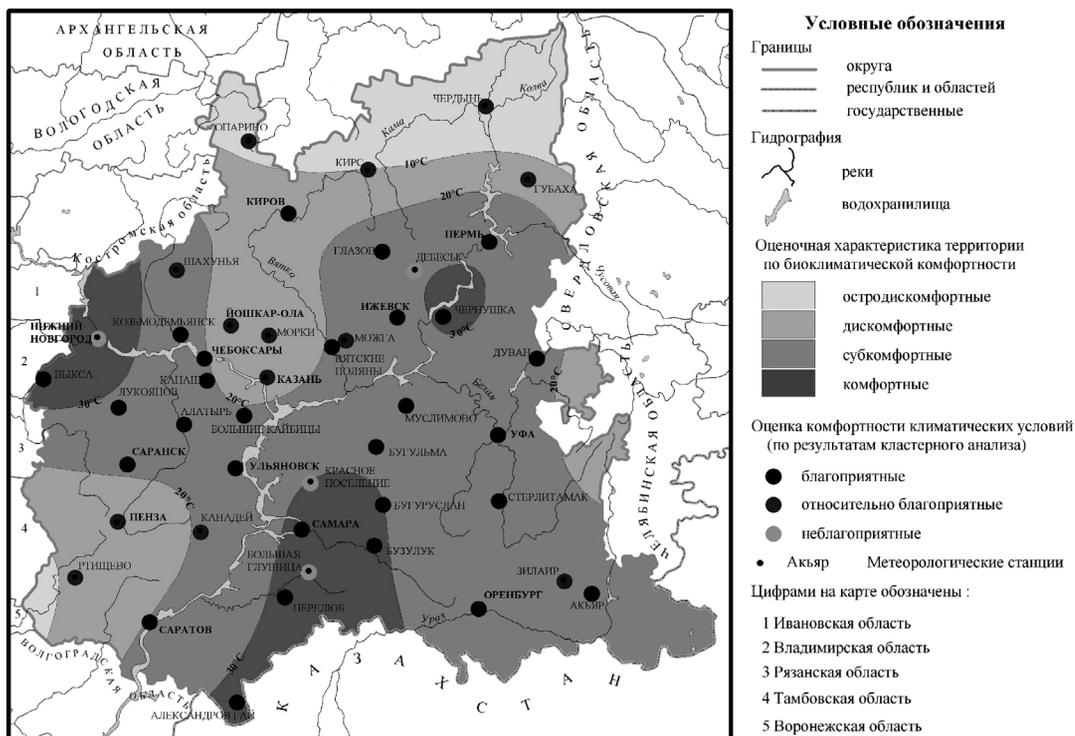
распределяются следующим образом. 58 % всей площади территории округа находится в зоне субкомфортных климатических условий. Комфортные условия (около 13 % территории) наблюдаются в Удмуртской Республике, на западе Нижегородской обл., в Самарской обл. и на юго-востоке Саратовской обл. Дискомфортные климатические условия охватывают 22 % территории округа – это центральная часть Оренбургской обл., юг Республики Башкортостан, Пензенская обл., запад Саратовской обл., Республика Мордовия, Республика Марий Эл, а также центральные части Кировской обл. и Пермского края. Остродискомфортные условия составляют 7 % от общей площади округа и охватывают северную часть Кировской обл. и Пермского края (рис. 2).

Расположение изолиний в летний период года на территории Приволжского ФО свидетельствует о том, что 60 % ее находится в зоне субкомфортных климатических условий. Комфортные условия, занимающие 11 % территории, наблюдаются в центральной части Пермского края, на северо-западе Нижегородской, в Самарской и на юго-востоке Саратовской обл. Дискомфортные климатические условия, характерные для 20 % территории, складываются в Пензенской обл., на западе Саратовской обл., в южной части Республики Мордовия, Республике Марий Эл, а также в центральных частях Кировской обл. и Пермского края. Остродискомфортные условия, занимающие почти 9 % территории, наблюдаются в северной части Кировской обл. и Пермского края (рис. 3).

В осенний период распределение климатической комфортности на территории Приволжского ФО характеризуется на значительной ее части (49 %) как субкомфорт. Комфортные условия – 7 % территории – отмечаются в Удмуртской Республике, на северо-западе Нижегородской обл., в Самарской обл. и на юго-востоке Саратовской обл. Дискомфортные климатические условия – 32 % – наблюдаются в республиках Мордовия, Марий Эл, Чувашия, Башкортостан, Оренбургской обл., а также в центральных частях



Р и с. 2. Оценка биоклиматических условий за весенний период в регионах Приволжского ФО



Р и с. 3. Оценка биоклиматических условий за летний период в регионах Приволжского ФО

Кировской обл. и Пермского края. Остро-дискомфортные условия – почти 12 % – складываются в Пензенской обл., на западе Саратовской обл., в северной части Кировской обл. и Пермском крае (рис. 4).

В зимний период большая часть территории, а именно 62 % общей площади Приволжского ФО, находится в зоне субкомфорт. Комфортные условия расположены на северо-западе Нижегородской обл., в центральной и южной частях округа – это 32 % территории. Дискомфортные (5 %) и остродискомфортные климатические условия (1 %) наблюдаются в северной части территории округа (рис. 5).

Наблюдаемые на территории Приволжского ФО в последние десятилетия изменения климата в условиях глобального потепления характеризуются повышением температуры холодного сезона, уменьшением количества осадков в теплый период года, возрастанием числа засух, более частой повторяемостью опасных гидрометеорологических явлений. Последствия подобных эффектов существенным образом влияют на деятельность различных секторов экономики и на здоровье человека.

Таким образом, исследование пространственного распределения индексов по сезонам позволяет сделать следующие выводы:

– в целом в течение года на территории округа преобладают субкомфортные погодные условия (близкие к комфорту и слабо раздражающие);

– умеренно раздражающие – дискомфортные условия на северо-востоке округа объясняются наиболее активной циркуляцией в зимний период;

– оценка комфортности климатических условий (по результатам кластерного анализа) показала наличие в городах «островов тепла», которые смягчают погодные условия. В окрестностях городов наблюдаются более жесткие климатические

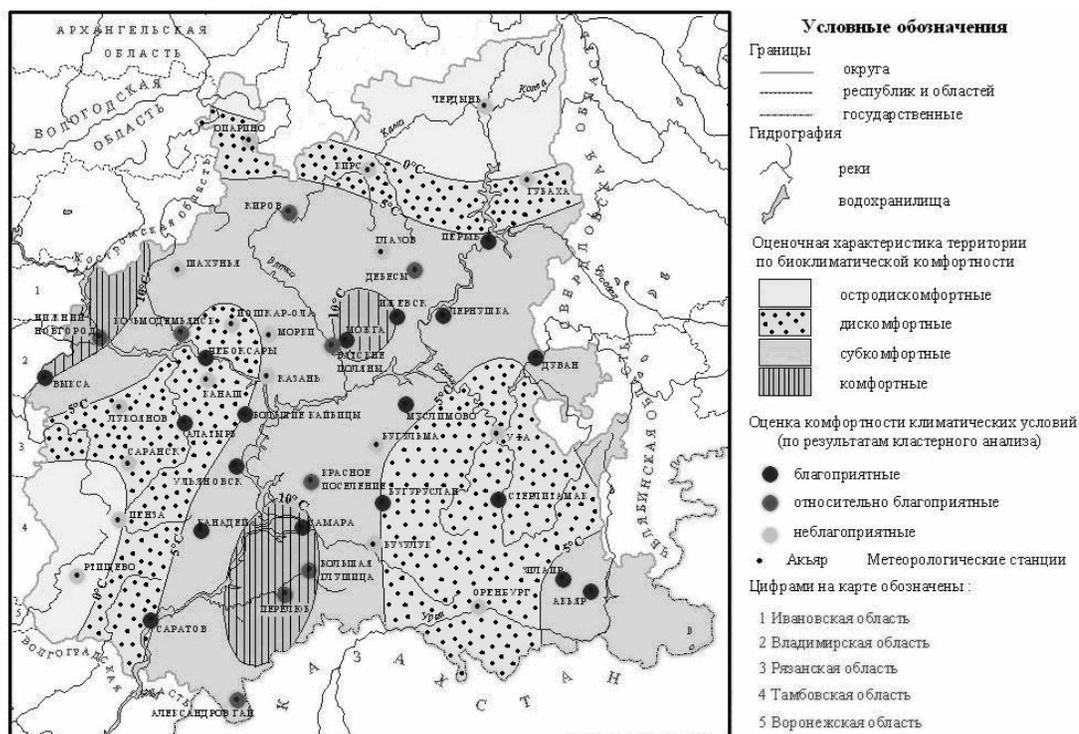
условия. «Острова тепла» обычно сдвинуты от центра города в ту сторону, куда направлены преобладающие ветры [4].

Тенденция к повышению температуры имеется в каждом большом и маленьком городе на территории округа. Различия между урбанизированной территорией и сельским ландшафтом во многом зависят от синоптических условий. Значительный вклад в эти различия вносят своеобразные топоклиматы (местные климаты) и, следовательно, различия в радиационном и турбулентном теплообмене. Указанные контрасты наиболее ярко проявляются в ясную спокойную погоду и исчезают в условиях облачности и сильного ветра. Следовательно, своеобразие климата города определяется наиболее отчетливо при устойчивых антициклональных типах погоды. Именно при таких синоптических условиях различия температуры воздуха между городом и сельской местностью оказываются значительными.

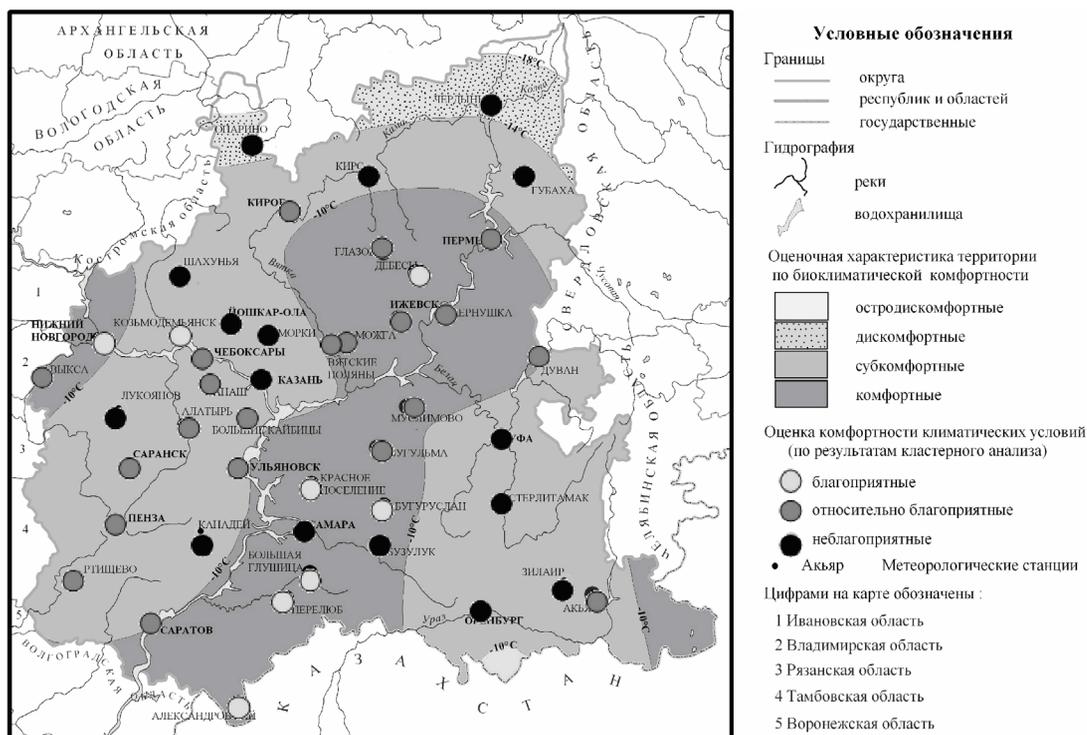
Наблюдаемые на территории Приволжского ФО в последние десятилетия изменения климата в условиях глобального потепления характеризуются повышением температуры холодного сезона, уменьшением количества осадков в теплый период года, возрастанием числа засух, более частой повторяемостью опасных гидрометеорологических явлений. Последствия подобных эффектов существенным образом влияют на деятельность различных секторов экономики и на здоровье человека. Поэтому оценка современных климатических ресурсов и их возможных изменений в будущем служит основой для выработки долгосрочной стратегии планирования в различных отраслях производства, а также организации отдыха и туризма.

Стратегическими направлениями инновационной модели развития системы расселения Приволжского ФО, его регионов и муниципальных образований являются социально-экономическое обустройство и преобразование как городских, так и сельских муниципальных территорий, преодоление деструктивных социально-демографических тенденций

ФИННО-УГРЫ В МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ



Р и с. 4. Оценка биоклиматических условий за осенний период в регионах Приволжского ФО



Р и с. 5. Оценка биоклиматических условий за зимний период в регионах Приволжского ФО

в регионах, оздоровление условий жизнеобеспечения, формирование высокой квалифицированности, доходности и престижности труда, совершенствование социальной и производственной инфраструктуры.

Некоторые выводы, сформулированные авторами данной статьи, могут быть использованы для биоклиматического обоснования выбора зон отдыха, туризма и проектирования оздоровительных учреждений; улучшения показателей демографического развития регионов

Приволжского ФО, прогнозирования и профилактики сезонных заболеваний; выбора наиболее продуктивного режима труда на открытом воздухе (продолжительности, частоты и длительности перерывов); проведения на открытом воздухе спортивных мероприятий регионального и международного уровней. Результаты исследования могут быть использованы в научной работе специалистами в области географии, демографии, социальной политики, метеорологии и климатологии.

Поступила 25.03.2014

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бокша, В. Г. Медицинская климатология и климатотерапия / В. Г. Бокша, Б. В. Богущий. – Киев, 1980. – 256 с.
2. Головина, Е. Г. Некоторые вопросы биометеорологии / Е. Г. Головина, В. И. Русанов. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1993. – 90 с.
3. Ивлиева, Н. Г. Пространственно-временной анализ изменения климата в зоне широколиственных лесов правобережья Волги / Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов, С. Е. Хлевина // ИнтерКарто/ИнтерГИС-19 : Устойчивое развитие территорий : теория ГИС и практический опыт : материалы Междунар. конф., Курск, Богота (Колумбия), 2–7 февр. 2013 г. – Курск, 2013. – С. 62–68.
4. Исаев, А. А. Экологическая климатология / А. А. Исаев. – М. : Научный мир. – 2003. – 472 с.
5. Макаркин, Н. П. Геоэкологический анализ территории этногенеза мордовского народа (на примере муниципального образования Ковылкино) / Н. П. Макаркин, П. И. Меркулов, С. В. Меркулова. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 180 с.
6. Манухов, В. Ф. Непрерывное образование применительно к картографо-геодезической специальности / В. Ф. Манухов, Н. Г. Ивлиева, А. С. Тюряхин // Геодезия и картография. – 2009. – № 8. – С. 58–63.
7. Меркулов, П. И. Анализ структуры землепользования территории Республики Мордовия / П. И. Меркулов, А. Ф. Варфоломеев, С. В. Меркулова и др. // Юг России : экология, развитие. – 2007. – № 3. – С. 76–83.
8. Меркулов, П. И. Динамика самоочищающей способности атмосферы и биоклиматическая характеристика г. Саранска / П. И. Меркулов, С. В. Меркулова, К. О. Колокотрони // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 5. – С. 192–198.
9. Меркулов П. И. Картографирование биоклиматической комфортности на основе ГИС-технологий (на примере Приволжского федерального округа) / П. И. Меркулов, А. Ф. Варфоломеев, С. В. Меркулова и др. // Картография и геодезия в современном мире. – Саранск, 2011. – С. 42–52.
10. О ходе реализации демографической политики в регионах Приволжского федерального округа : докл. – Ижевск, 2013. – 61 с.
11. Переведенцев, Ю. П. Биоклиматическая характеристика Республики Татарстан / Ю. П. Переведенцев, Э. П. Наумов, К. М. Шанталинский и др. // Учен. зап. Казан. ун-та. Естественные науки. – Казань, 2009. – Т. 151, кн. 3. – С. 32–64.
12. Переведенцев, Ю. П. Прикладные показатели климата / Ю. П. Переведенцев, Б. Г. Шерстюков, М. В. Исаева // Климатические условия и ресурсы Ульяновской области. – Казань, 2008. – С. 175–190.
13. Социально-демографический портрет России : по итогам Всероссийской переписи населения 2010 г. – М. : ИИЦ «Статистика России», 2012. – 183 с.
14. Хайруллин, К. Ш. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей / К. Ш. Хайруллин. – СПб. : Гидрометеиздат, 2005. – 231 с.