

МЕТЕОРОЛОГИЯ

УДК 551.582 551.586

DOI 10.17072/2079-7877-2018-2-116-128

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ИРАКА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА***Юрий Петрович Переведенцев**

Scopus ID: 6603045210, WoS Researcher ID: B-2420-2016, ORCID ID: 0000-0002-3181-6227,

SPIN-код: 4472-4369

e-mail: ypereved@kpfu.ru

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань***Самир Кассим Аль-Маамури**

e-mail: samirkassim9@gmail.com

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань***Тимур Ринатович Аухадеев**

Scopus ID 56521721900, ORCID ID 0000-0002-6818-7794, SPIN-код: 1958-4855

e-mail: TRAUhadееv@kpfu.ru

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань***Альбина Владимировна Антонова**

e-mail: AlbiVAntonova@yandex.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Представлена краткая характеристика климатического режима Ирака по суточным данным реанализа ERA-Interim с разрешением $0,75^\circ \times 0,75^\circ$. Рассмотрено пространственно-временное распределение средних месячных значений температуры воздуха, атмосферного давления, скорости ветра и облачности. Согласно рассчитанным коэффициентам наклона линейного тренда для рядов температуры и относительной влажности воздуха сделан вывод об усилении засушливости климата в регионе. Выполнено описание биоклимата территории Ирака с помощью ряда биометеорологических индексов, что позволило оценить вероятность комфортной (дискомфортной) погоды: комфортные условия погоды для проживания человека формируются в холодный период, в летний период эти условия характеризуются как дискомфортные (острые). Дана оценка вероятности значительных межсуточных колебаний температуры воздуха и атмосферного давления.

Ключевые слова: изменения климата, индекс континентальности, биометеорологические индексы, индекс патогенности, межсуточные колебания.

EVALUATION OF CLIMATIC CONDITIONS AND BIOCLIMATIC POTENTIAL OF IRAQ IN THE MODERN PERIOD WITH REANALYSIS DATA**Yuri P. Perevedentsev**

Scopus ID: 6603045210, WoS Researcher ID: B-2420-2016, ORCID ID: 0000-0002-3181-6227,

SPIN-code: 4472-4369

e-mail: ypereved@kpfu.ru

*Kazan (Volga) Federal University, Kazan***Samir K. Al-Maamuri**

e-mail: samirkassim9@gmail.com

*Kazan (Volga) Federal University, Kazan***Timur R. Auhadeev**

Scopus ID 56521721900, ORCID ID 0000-0002-6818-7794, SPIN-code: 1958-4855

e-mail: TRAUhadееv@kpfu.ru

Kazan (Volga) Federal University, Kazan

Albina V. Antonova

e-mail: AlbiVAntonova@yandex.ru

Kazan (Volga) Federal University, Kazan

The paper provides a brief description of the climatic conditions of Iraq according to the daily data of an ERA-Interim reanalysis with the resolution of $0.75^{\circ} \times 0.75^{\circ}$. Spatiotemporal distribution of average monthly values of air temperature, atmospheric pressure, wind speed and cloudiness is considered. According to the calculated coefficients of a linear trend slope for ranks of temperature and relative humidity of air, the conclusion is drawn about increasing dryness of climate in the region. The bioclimate of Iraq is described by means of a number of biometeorological indexes, which has allowed us to estimate the probability of comfortable (uncomfortable) weather: comfortable weather conditions for human habitation are created during the cold period, while during the summer period these conditions are characterized as uncomfortable. The probability of considerable interdaily fluctuations of air temperature and atmospheric pressure is estimated.

Keywords: climate changes, index of continentality, biometeorological indexes, index of pathogenicity, interdaily fluctuations.

Введение

В последние годы много внимания уделяется изучению современных изменений климата и их последствий для природных и социально-экономических систем, включая влияние погодно-климатических факторов на жизнедеятельность и здоровье человека. Согласно Пятому оценочному докладу МГЭИК [20], в период 1880–2012 гг. средняя годовая приповерхностная температура земного шара повысилась на $0,85^{\circ}\text{C}$. Динамика температуры воздуха и циркуляции атмосферы в Северном полушарии рассмотрена в [8, 10]. К концу XXI в. по модельным оценкам ожидается прирост средней годовой глобальной температуры в пределах $1,5\text{--}4,5^{\circ}\text{C}$, что создаст дополнительные негативные проблемы для засушливых регионов [20]. Страны Ближнего Востока, отличающиеся засушливым континентальным климатом, находятся в зоне риска, где создаются благоприятные условия для возникновения пыльных бурь и обезвоживания окружающей среды. Данная статья посвящена краткому анализу изменений температуры воздуха и атмосферного давления на территории Ирака и дополняет ранее опубликованные статьи [7, 9, 16]. Главное внимание в ней уделяется оценке состояния биоклимата, степени комфортности среды проживания человека, выявлению негативных тенденций. Согласно [13], будущие воздействия изменений климата на здоровье человека будут отрицательными, особенно в странах с низким доходом, где способность к адаптации наиболее слаба.

Материалы и методы исследования

В качестве исходного материала использовались суточные данные реанализа ERA-Interim с разрешением $0,75 \times 0,75^{\circ}$ [17]. На первом этапе в узлах сетки рассчитывались многолетние средние месячные значения атмосферного давления (p), температуры воздуха (T), относительной влажности (f), скорости ветра, общей облачности, коэффициенты наклона линейного тренда (КНЛТ) и другие характеристики, что позволило построить карты распределения указанных величин. На втором этапе для оценки степени комфортности погоды вычислялись биометеорологические индексы по методике, изложенной в работах [1–6]. По формулам, приведенным в тексте статьи, рассчитывались значения эффективной и эквивалентно-эффективной температуры, эффективной температуры по Р. Стедмену, индекса жары Стедмена, эквивалентно-эффективной температуры по Б.А. Айзенштату как по суточным данным, так и срочным (15 ч местного времени). С использованием индекса патогенности I определялась повторяемость дней с различными условиями погоды (от комфортных до острых), а учет значительных межсуточных перепадов температуры воздуха и атмосферного давления на территории Ирака позволил оценить повторяемость (%) экстремальных условий для центральных месяцев сезонов. Указанные характеристики по данным реанализа ERA-Interim рассчитаны для Ирака впервые.

Результаты и их обсуждение

Пространственно-временные изменения метеорологических величин на территории Ирака. Ирак расположен на Ближнем Востоке, его площадь 438317 км^2 , население около 33 млн чел. Большую часть его территории занимает Месопотамская низменность, находящаяся между реками Тигр и Евфрат. На севере и востоке страны располагаются горные хребты Армянского и Иранского нагорий. К западу от Евфрата простирается Сирийская пустыня. Климат Ирака субтропический с жарким

сухим летом и теплой дождливой зимой. Средние температуры июля 32–35°C, абсолютный максимум 57°C, средние температуры января 10–13°C, абсолютный минимум на севере Ирака достигает –18°C.

Одной из характеристик климата является его континентальность, которую можно оценить с помощью известных показателей – индекса Л.А. Горчинского и индекса С.П. Хромова [15]. Индекс Л.А. Горчинского рассчитывался по формуле

$$K = \frac{1,7 \cdot A}{\sin \varphi} - 20,4, \quad (1)$$

где A – годовая амплитуда температуры воздуха, φ – широта места.

Индекс континентальности С.П. Хромова определялся по формуле

$$K = \frac{A - 5,4 \sin \varphi}{A} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Результаты расчетов показали, что по территории Ирака индекс Горчинского уменьшается от значения 68 (юго-восток) до 62 (север страны), а индекс Хромова более постоянен и меняется в пределах от 88 (север) до 90% (юг), что говорит о резко континентальном характере климата.

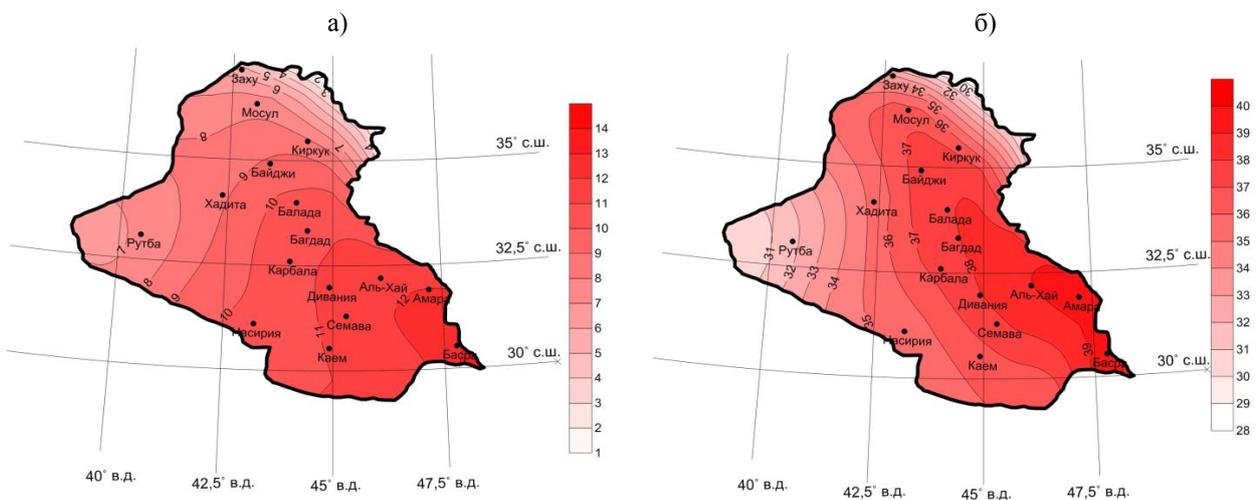


Рис. 1. Среднее месячное значение температуры воздуха (°C): а – январь, б – июль

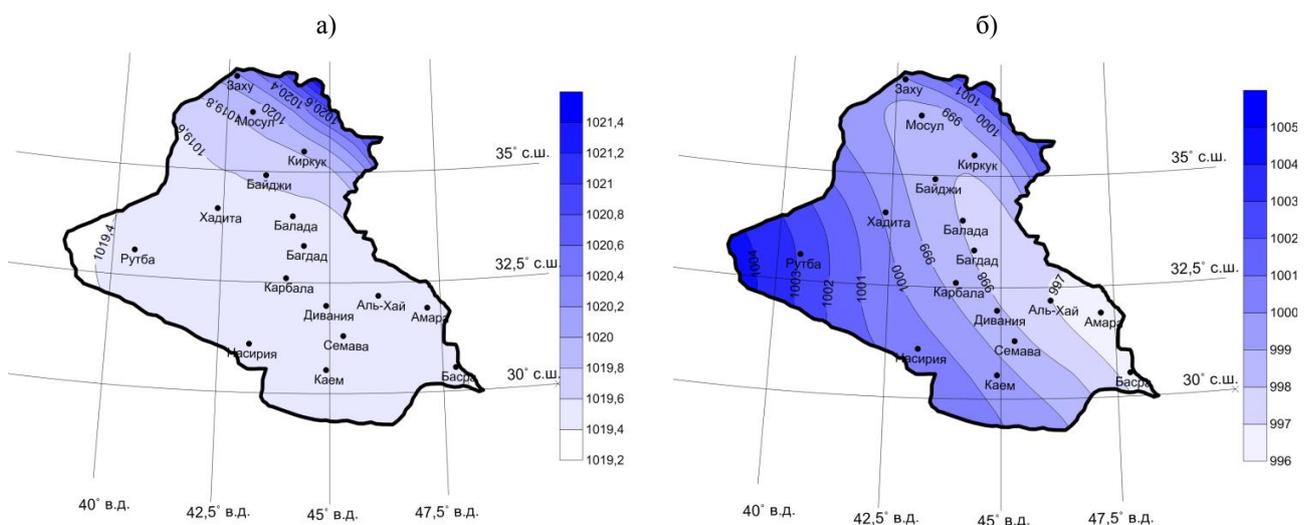


Рис. 2. Среднее месячное значение атмосферного давления на уровне моря (гПа): а – январь, б – июль

Распределение средней месячной температуры воздуха (ТВ) на территории Ирака по данным реанализа ERA-Interim (1979–2016 гг.) во многом определяется характером подстилающей поверхности (рис. 1). Так, в январе она убывает от 14°C (крайний юго-восток) до 1°C в гористой

местности северной части Ирака, где изотермы сгущаются и приводят к большим перепадам ТВ. В центральной части страны (Багдад) ТВ составляет $10,5^{\circ}\text{C}$. Ось гребня тепла направлена с юго-востока на северо-запад. В апреле происходит значительное повышение ТВ от 27°C в районе Басра (крайний юго-восток) до 13°C на крайнем севере. В центре температура повышается до $23-25^{\circ}\text{C}$, гребень тепла сохраняет свое направление. Заметно возрастает температура в западной части Ирака (Рутба) от 7°C в январе до 20°C в апреле, что объясняется действием радиационного фактора. Максимальных значений ТВ достигает в июле, на всей территории страны она превышает 30°C , убывая, согласно конфигурации изотерм, с юго-востока от 39°C до 32°C на крайнем севере и западе Ирака. Запад Ирака занят пустыней, где происходит ночное выхолаживание. В октябре по-прежнему температурный фон высокий: на юго-востоке 29°C , в центре $\sim 27^{\circ}\text{C}$ и лишь на крайнем севере она опускается до 18°C . Амплитуда годового хода составляет порядка 26°C на юго-западе и 28°C на севере. Расчеты сделаны на основе суточных данных ERA-Interim с разрешением $0,75 \times 0,75^{\circ}$.

Распределение среднемесячных значений атмосферного давления на уровне моря в январе на территории Ирака характеризуется его относительно повышенным фоном: на северо-востоке давление достигает 1021 гПа, а на западе в районе Рутба давление составляет $1019,4$ гПа (рис. 2). В апреле с юго-востока на северо-запад вытянута ложбина низкого давления, в районе Багдада значение давления составляет ~ 1010 гПа, оно несколько выше на северо-востоке (~ 1013 гПа). В июле барическая ложбина углубляется, и самое низкое значение наблюдается на крайнем юго-востоке ($996,5$ гПа). Ось ложбины простирается с юго-востока на северо-запад рассматриваемой территории. В октябре фон атмосферного давления возрастает, но конфигурация изобар сохраняется. Давление на юго-востоке составляет $1011,5$ гПа, а на крайнем севере – порядка 1015 гПа. Таким образом, наблюдается годовой ход давления с максимальными значениями в январе и минимальными в июле. Перепад давления в течение года составляет порядка 21 гПа в районе Багдада.

Значительные колебания в течение года испытывает величина относительной влажности (f). Так, в январе ее значения наиболее высокие и меняются от 58% на юге до 75% на севере страны. В апреле изолинии равных значений f имеют широтный характер и величина относительной влажности возрастает с 30% (на юге) до 58% (на севере). В июле воздух наиболее сухой и относительная влажность растет с 16% (в районе Басры) до 24% (район Заху), т.е. на всей территории отмечается засушливая погода. Как известно, засуха формируется тогда, когда максимальная температура воздуха в южных регионах превышает 30°C , а относительная влажность становится ниже 30% . Эти условия на территории Ирака наблюдаются. В октябре воздух несколько увлажняется и перепад относительной влажности с юго-востока на северо-восток составляет 16% (f меняется от 26 до 42%). Во все сезоны величина f наибольших значений достигает на севере страны и самые низкие ее значения – в пустынных районах.

Общая облачность в течение года меняется в следующих пределах: в январе, имея зональное распределение, она увеличивается с юга на север от 28 до 52% , в апреле наблюдается ее небольшое уменьшение и она возрастает с юга на север от 24 до 40% , в июле на всей территории Ирака практически безоблачное небо ($\sim 2\%$), в октябре меняется от 14 до 22% с юга на север. В целом облачный покров невелик и типичен для субтропиков.

Средние многолетние значения скорости ветра испытывают небольшой годовой ход. В январе значения скорости ветра меняются по территории Ирака в пределах от $1,8$ м/с (север) до $3,4$ м/с (запад), в апреле – от 2 до $3,6$ м/с. В июле поле изотак перестраивается и скорость ветра заметно усиливается. Повсеместно она превышает 4 м/с, достигая на юго-востоке и северо-западе 5 м/с. В октябре наблюдается заметное снижение скорости ветра: она падает от $3,3$ м/с (юго-восток) до $1,7$ м/с (север). Таким образом, конвективная неустойчивость в летний период способствует усилению скорости воздушных потоков, что, в свою очередь, обуславливает возникновение пыльных бурь на иссушенной территории Ирака.

Для выявления тенденций изменения метеовеличин во времени в период 1979–2016 гг. рассчитывались коэффициенты наклона линейного тренда (КНЛТ) α для рядов температуры, давления, относительной влажности и скорости ветра. Рассмотрим долговременные тенденции изменения ТВ. В январе значения КНЛТ мало меняются по территории, повсеместно значение α положительное и составляет $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет, лишь на западе в районе Рутбы $\alpha=0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет. В апреле значения величины α немного возрастают и достигают максимальных значений на северо-востоке ($0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет). На остальной территории $\alpha \sim 0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет. В июле прирост α происходит с востока на запад: α возрастает от $0,3$ до $0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет и, наконец, в октябре наблюдается наиболее сложная структура пространственного распределения КНЛТ. Наиболее низкие значения α на крайнем юго-

востоке вблизи Басры ($\sim 0,3^\circ\text{C}/10$ лет), на севере и западе α достигают значений $0,6^\circ\text{C}/10$ лет, а на небольшой территории на юго-западе $\alpha=0,7^\circ\text{C}/10$ лет. Таким образом, в поле температуры повсеместно прослеживается хорошо выраженная тенденция ее роста в течение рассмотренных центральных месяцев сезонов, что свидетельствует об усилении засушливости региона.

В распределении КНЛТ атмосферного давления p в различные сезоны года обнаруживается общая закономерность: атмосферное давление на уровне моря повсеместно снижается. Так, в январе величина КНЛТ достигает значения $-0,27$ гПа/10 лет на западе Ирака (в целом по Ираку КНЛТ колеблется в пределах от $-0,12$ до $-0,27$ гПа/10 лет). В апреле наибольшее падение p отмечается в центре и на севере страны ($-0,32$ гПа/10 лет), в июле численные значения КНЛТ уменьшаются до $-0,1$ гПа/10 лет, при этом наименьшая скорость падения отмечается в районе Басры ($-0,05$ гПа/10 лет). В октябре скорость понижения давления возрастает и КНЛТ меняются в пределах от $-0,26$ до $-0,36$ гПа/10 лет.

Как уже отмечалось ранее, на территории Ирака скорости ветра невелики и, следовательно, численные значения КНЛТ также незначительны. Так, в январе КНЛТ меняется в пределах $0,03-0,06$ м/с/10 лет. В апреле на большей части территории наблюдается слабая тенденция понижения скорости ветра ($\alpha = -0,02 \div -0,01$ м/с/10 лет) и лишь на севере скорость ветра растет ($\alpha = 0,06$ м/с/10 лет). В июле на всей территории отмечается усиление скорости ветра. Величина α достигает максимальных значений на юго-востоке ($0,2$ м/с/10 лет) и на западе ($0,1$ м/с/10 лет). На юге и севере да и в центре Ирака усиление скорости ветра незначительно ($\alpha=0,05$ м/с/10 лет). В октябре на востоке наблюдается усиление скорости ветра ($\alpha=0,12$ м/с/10 лет), а на западе, наоборот, ослабление со скоростью $-0,12$ м/с/10 лет. В центре скорость ветра во времени практически не меняется, а на севере ветер усиливается со скоростью $0,04$ м/с/10 лет.

Изменение относительной влажности в январе имеет отрицательную тенденцию на большей части территории, так, на северо-востоке страны ее КНЛТ достигает значения $-1,5\%/10$ лет, в центре и на западе значения α близки к нулю. В апреле наблюдается заметное понижение f на севере и северо-востоке, где $\alpha = -4,0\%/10$ лет, однако на большей части территории особенно на засушливом западе f практически не меняется. В июле практически на всей территории Ирака наблюдается положительная тенденция изменения относительной влажности. Она растет со скоростью $0,7\%/10$ лет. Более заметный прирост f отмечается в октябре, когда в центре страны величина КНЛТ достигает значения $1,2\%/10$ лет и лишь на крайнем северо-востоке $\alpha = -0,8\%/10$ лет. Таким образом, во всех рассмотренных полях метеовеличин гористый север страны создает климатические условия отличные от равнинных территорий.

В связи с этим территорию Ирака поделили на 3 района: 1-й – северный гористый (широта $\varphi > 35^\circ$ с.ш.), 2-й – центральный (32° с.ш. $\leq \varphi \leq 35^\circ$ с.ш.), 3-й – южный ($\varphi < 32^\circ$ с.ш.). Для каждого из этих районов рассчитали средние значения температуры воздуха и атмосферного давления, величины средних квадратических отклонений (СКО) σ и КНЛТ. Результаты представлены в табл. 1–3.

Таблица 1

Средние по районам характеристики термического режима (1979–2016 гг.)

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Среднемесячные значения температуры воздуха ($^\circ\text{C}$)</i>												
1-й	5,93	6,88	12,33	18,48	24,74	30,51	33,82	33,00	28,36	21,63	13,28	7,60
2-й	8,77	9,90	15,71	22,07	28,08	32,75	35,26	34,79	30,77	24,40	15,81	10,24
3-й	10,56	11,75	17,89	24,39	30,49	34,72	36,78	36,52	32,83	26,57	17,82	12,11
<i>СКО среднемесячных значений температуры воздуха ($^\circ\text{C}$)</i>												
1-й	1,66	1,60	2,11	1,77	1,49	1,03	1,04	1,21	1,03	1,28	1,64	1,81
2-й	1,59	1,49	1,91	1,38	1,22	0,88	1,06	1,38	1,04	1,33	1,50	1,69
3-й	1,54	1,43	1,75	1,18	1,11	0,86	0,97	1,41	0,91	1,29	1,36	1,74
<i>КНЛТ среднемесячных значений температуры воздуха ($^\circ\text{C}/10$ лет)</i>												
1-й	0,39	0,65	1,09	0,75	0,62	0,62	0,44	0,67	0,27	0,63	0,30	0,43
2-й	0,34	0,52	0,96	0,54	0,45	0,51	0,44	0,66	0,20	0,52	0,09	0,35
3-й	0,33	0,51	0,88	0,40	0,45	0,50	0,41	0,69	0,23	0,48	0,00	0,30

Таблица 2

Средние по районам характеристики атмосферного давления (1979–2016 гг.)

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Среднемесячные значения атмосферного давления (гПа)</i>												
1-й	1020,1	1019,0	1014,8	1011,8	1008,8	1003,7	999,9	1002,0	1007,8	1014,0	1018,2	1020,6
2-й	1019,5	1018,4	1014,3	1011,1	1008,0	1003,4	999,9	1001,6	1007,1	1013,1	1017,6	1020,0
3-й	1019,5	1018,4	1014,1	1010,7	1007,3	1002,3	999,0	1000,6	1006,1	1012,4	1017,2	1019,8
<i>СКО среднемесячных значений атмосферного давления (гПа)</i>												
1-й	1,39	1,17	1,46	1,01	1,02	1,16	0,95	0,84	0,90	0,84	0,87	1,35
2-й	1,47	1,21	1,44	0,99	0,95	1,06	0,91	0,89	0,81	0,83	0,90	1,37
3-й	1,42	1,14	1,33	0,91	0,96	1,02	0,83	0,89	0,78	0,84	0,82	1,29
<i>КНЛТ среднемесячных значений атмосферного давления (гПа/10 лет)</i>												
1-й	-0,23	-0,20	-0,23	-0,36	-0,39	-0,31	-0,21	0,00	-0,36	-0,30	-0,07	0,11
2-й	-0,24	-0,20	-0,13	-0,30	-0,28	-0,22	-0,12	0,02	-0,22	-0,32	-0,09	0,03
3-й	-0,20	-0,18	-0,05	-0,21	-0,27	-0,17	-0,07	0,02	-0,17	-0,30	-0,12	0,00

Таблица 3

Повторяемость интенсивности аномалий среднемесячных значений температуры воздуха по градациям σ , %

Градация	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>1-й район</i>												
$-\sigma \leq \Delta t \leq \sigma$	71,1	68,4	68,4	60,5	78,9	65,8	71,1	63,2	76,3	63,2	60,5	68,4
$\Delta t > \sigma$	15,8	18,4	13,2	18,4	7,9	15,8	13,2	23,7	10,5	21,1	21,1	15,8
$\Delta t < -\sigma$	13,2	13,2	18,4	21,1	13,2	18,4	15,8	13,2	13,2	15,8	18,4	15,8
$\Delta t > 1,5\sigma$	2,6	2,6	5,3	5,3	5,3	5,3	2,6	7,9	7,9	2,6	2,6	10,5
$\Delta t < -1,5\sigma$	7,9	7,9	10,5	2,6	10,5	10,5	7,9	7,9	5,3	7,9	7,9	7,9
$\Delta t > 2\sigma$	2,6	2,6	2,6	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	7,9	0,0	2,6	0,0
$\Delta t < -2\sigma$	5,3	5,3	0,0	0,0	10,5	2,6	5,3	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0
<i>2-й район</i>												
$-\sigma \leq \Delta t \leq \sigma$	76,3	71,1	65,8	68,4	71,1	68,4	68,4	65,8	71,1	65,8	68,4	65,8
$\Delta t > \sigma$	10,5	13,2	18,4	15,8	13,2	18,4	15,8	15,8	13,2	15,8	18,4	18,4
$\Delta t < -\sigma$	13,2	15,8	15,8	15,8	15,8	13,2	15,8	18,4	15,8	18,4	13,2	15,8
$\Delta t > 1,5\sigma$	2,6	2,6	5,3	10,5	5,3	7,9	5,3	5,3	10,5	5,3	5,3	10,5
$\Delta t < -1,5\sigma$	10,5	7,9	10,5	2,6	10,5	5,3	10,5	5,3	2,6	5,3	7,9	5,3
$\Delta t > 2\sigma$	2,6	2,6	2,6	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	2,6	0,0	2,6	2,6
$\Delta t < -2\sigma$	5,3	2,6	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	2,6	5,3	0,0
<i>3-й район</i>												
$-\sigma \leq \Delta t \leq \sigma$	73,7	71,1	68,4	65,8	60,5	71,1	71,1	63,2	65,8	63,2	71,1	60,5
$\Delta t > \sigma$	10,5	10,5	15,8	21,1	18,4	18,4	13,2	21,1	18,4	21,1	18,4	23,7
$\Delta t < -\sigma$	15,8	18,4	15,8	13,2	21,1	10,5	15,8	15,8	15,8	15,8	10,5	15,8
$\Delta t > 1,5\sigma$	5,3	2,6	5,3	5,3	5,3	10,5	7,9	2,6	10,5	7,9	2,6	10,5
$\Delta t < -1,5\sigma$	10,5	10,5	5,3	5,3	15,8	5,3	7,9	7,9	5,3	7,9	7,9	5,3
$\Delta t > 2\sigma$	2,6	2,6	2,6	2,6	0,0	2,6	2,6	0,0	2,6	0,0	2,6	0,0
$\Delta t < -2\sigma$	2,6	5,3	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	5,3	0,0

Как видно из данных таблиц, осредненная по площадям температура воздуха заметно повышается с севера на юг, при этом ее годовая амплитуда меняется в следующих пределах: 27,89°C (1-й район), 26,49°C (2-й район), 26,22°C (3-й район). Величина СКО в Ираке не столь велика по сравнению с умеренными и полярными широтами, особенно в летний период. При этом во все месяцы отмечается тенденция роста температуры (значения КНЛТ положительны). Распределение рассчитанных аномалий среднемесячных значений температуры ΔT_i по районам ($\Delta T_i = T_i - \bar{T}$, где T_i - температура конкретного месяца года, \bar{T} - среднее многолетнее значение температуры) показало, что на градацию $-\sigma_i \leq \Delta T_i \leq \sigma_i$ приходится основное число случаев, что свидетельствует о близости распределения

температуры нормальному закону, аномалии более крупных размеров встречаются реже (табл. 3). При этом время жизни аномалий температуры ΔT_i уменьшается примерно по экспоненциальному закону. Практически время жизни аномалий температуры в большинстве случаев не превышает трех месяцев, долгоживущих аномалий относительно немного.

Давление меняется в пределах от 999,9 (июль) до 1020,6 гПа (декабрь) в 1-м районе, от 999,9 (июль) до 1020, 0 гПа (декабрь) во 2-м районе, от 999,0 (июль) до 1019,8 гПа (декабрь) в 3-м районе. Годовой перепад составляет ~20 гПа. Значения СКО давления невелики: они меняются в пределах от 0,8 до 1,47 гПа. В холодный период σ_p больше, чем в теплый.

Значения КНЛТ атмосферного давления за исключением августа и декабря отрицательны. При этом положительные значения невелики и незначимы, особенно в августе. Таким образом, если температура в регионе повышается, то давление, наоборот, понижается.

Характеристика биоклимата на территории Ирака. Авторами ряда работ [11, 13, 14] установлено, что экстремальные климатические события негативно влияют на здоровье человека. Для оценки биоклимата предложены методики определения влияния различных метеорологических факторов (температура – влажность воздуха, температура – скорость ветра, температура – атмосферное давление) на обнаженное тело человек или на человека в одежде с различными теплозащитными свойствами [3, 12]. При этом в зависимости от температуры, давления и упругости водяного пара меняется содержание кислорода O_2 в воздушной массе.

Величина парциальной плотности кислорода (ρ_{O_2}) в г/м³ рассчитывается, согласно В.Ф. Овчаровой, по формуле [6]

$$\rho_{O_2} = 83 \cdot \frac{p - e}{T}, \quad (3)$$

где p – атмосферное давление, гПа, e – упругость водяного пара, гПа, T – температура воздуха, К.

Из формулы (3) следует, что в условиях равнины воздух тем более насыщен кислородом, чем выше атмосферное давление, тем ниже температура и упругость водяного пара.

Согласно выполненным расчетам плотность ρ_{O_2} является достаточно изменчивой характеристикой содержания кислорода в воздушных массах на территории Ирака в центральные месяцы сезонов. В январе парциальная плотность O_2 меняется от 265 (крайний северо-восток – возвышенная территория) до 295 г/м³ в центре и на юге страны, в апреле происходит небольшое снижение содержания O_2 в атмосферном воздухе до 250 (северо-восток) и 275 г/м³ (центр и юго-восток). В июле в условиях жары наблюдается минимальная величина парциальной плотности O_2 , ее минимум формируется на крайнем северо-востоке 235 г/м³, в центре и на юго-востоке страны значения ρ_{O_2} возрастают до 260 г/м³. В октябре в связи с понижением температуры и ростом давления величина ρ_{O_2} увеличивается до 245 (северо-восток) и 275 г/м³ в центре и на юго-востоке. Таким образом, колебания парциальной плотности кислорода в течение года колеблются на территории Ирака в пределах 30–35 г/м³. Интересно отметить, что в Москве в условиях умеренно-континентального климата годовая амплитуда ρ_{O_2} составляет порядка 30 г/м³ [6].

Степень комфортности условий погоды в отечественной и зарубежной практике часто оценивается с помощью биометеорологических индексов, которые являются косвенными индикаторами оценки состояния окружающей человека среды, характеризуя в физическом отношении особенности ее тепловой структуры [6, 18, 19]. Так, оценку воздействия высоких температур и повторяемости душных погод на человека рекомендуется проводить с использованием эффективной температуры TE , впервые предложенной в работе [21] и представленной в виде формулы

$$TE = T - 0,4(T - 10)(1 - (f/100)), \quad (4)$$

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

Эффективная температура – температура насыщенного влагой неподвижного воздуха, которая будет давать то же ощущение комфорта (дискомфорта), что и реальная температура окружающего воздуха с определенным уровнем влажности. Для оценки теплового стресса на основании эффективной температуры используется ее следующая классификация [6]: выше 30°С – сильные тепловые нагрузки, от 30 до 24°С – умеренные тепловые нагрузки, от 24 до 18°С – «тепло», от 18 до 12°С – «умеренно тепло», от 12 до 6°С – «прохладно», от 6 до 0°С – «очень прохладно». Зона комфорта по значениям эффективной температуры находится в пределах значений индекса 22,5–24,5°С.

Из формулы (4) следует, что при температуре воздуха ниже 10°C сухой воздух кажется теплее, чем влажный, а при температуре выше 10°C, наоборот, – холоднее.

Как следует из [4], группа американских ученых провела сравнительный анализ нескольких широко используемых алгоритмов расчета эффективной температуры и пришла к выводу, что наиболее полным является алгоритм, доработанный Стедменом в 1994 г. [22]. Для разработки этой модели были проведены лабораторные исследования с использованием широкого ряда биометрических измерений, рассчитывали скорость охлаждения или нагревания кожи человека вследствие конвективного теплообмена: эта модель эффективной температуры объединяет физиологические факторы тела и кожного покрова, физические особенности одежды и воздушного слоя, находящегося в непосредственной близости к телу, а также метеорологические факторы окружающей среды. Формула Стедмена имеет вид

$$ET_C = 2,719 + 0,994T + 0,016(T_d)^2, \quad (5)$$

где T_d – температура точки росы (°C).

Риск термической опасности по значениям ET_C считается следующим образом: <18 – минимальная опасность, 18–22 – средняя, 23–28 – высокая, >28°C – экстремальная.

Наряду с эффективной температурой широко используется эквивалентно-эффективная температура (ET), представляющая собой сочетание метеорологических величин, производящих тот же тепловой эффект, что и неподвижный воздух при 100%-ной относительной влажности и определенной температуре, и оценивающая теплоощущения обнаженного по пояс человека. Величина ET рассчитывается по формуле А. Миссенарда [12]

$$ET = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4V^{0,75}}} - 0,29t \left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (6)$$

где t – температура воздуха, °C; f – относительная влажность, %, V – скорость ветра (м/с) на высоте 1,5 м.

Установлено, что данный показатель наиболее хорошо отражает влияние климатических условий на состояние человека. Изменение ряда физиологических функций организма идет параллельно с изменением значений эквивалентно-эффективной температуры ET [18].

В работе [6] приводится классификация ET , позволяющая оценить теплоощущения человека.

Таблица 4

Классификация тепловой чувствительности по значениям ET – эквивалентно-эффективной температуры

Интервал эквивалентно-эффективной температуры, °ET	Уровень комфорта
Более +30	Тепловая нагрузка сильная
24 ... 30	Тепловая нагрузка умеренная
18 ... 24	Комфортно тепло
12 ... 18	Умеренно тепло
6 ... 12	Прохладно
0 ... 6	Умеренно-прохладно
Менее 6	Холодный дискомфорт

В России для совместной оценки воздействия T , f и V используется так называемая эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), предложенная Б.А. Айзенштатом [1]:

$$\text{ЭЭТ} = T[1 - 0,003(100 - f)] - 0,385V^{0,59}[(36,6 - T) + 0,622(V - 1)] + [(0,0015V + 0,008)(36,6 - T) - 0,0167](100 - f) \quad (7)$$

В табл. 5 приведены категории теплоощущения, комфортности, границы зоны охлаждения и перегрева эквивалентно-эффективной температуры.

Наибольший интерес представляет зона комфорта. Ее можно определить как совокупность метеорологических условий, в которых человек получает субъективно хорошее теплоощущение, удерживает нормальный теплообмен, сохраняет нормальную температуру тела и не выделяет пота. По повторяемости оценок ЭЭТ в пределах 17–22°C определяют потенциальные климатические ресурсы местности: менее 30% – минимальные, 30–50% – достаточные, 50–70% – оптимальные, более 70% – наиболее оптимальные [6].

Таблица 5

Категории теплоощущения в градусах ЭЭТ в условиях умеренных широт

Категория теплоощущения	ЭЭТ для раздетого человека	ЭЭТ для одетого человека
Комфортно	17,3–21,7	16,7–20,6
Зона охлаждения	Ниже 17,3	Ниже 16,7
Зона перегрева	Выше 21,7	Выше 20,6

Для оценки кратковременных воздействий погодных условий на самочувствие и здоровье человека рассчитывался суммарный метеорологический индекс патогенности I , предложенный В.Г. Бокшей и Б.В. Богуцким [2]:

$$I = I_t + I_f + I_v + I_n + I_{\Delta p} + I_{\Delta t}, \quad (8)$$

где I_t – индекс патогенности температуры воздуха: $I_t = 0,02(18-t)^2$ при температуре меньшей или равной 18°C ; $I_t = 0,02(t-18)^2$ при $t > 18^\circ\text{C}$; t – среднесуточная температура, $I_{\Delta t}$ – индекс патогенности межсуточного изменения температуры Δt ; I_f – индекс патогенности влажности воздуха; f – среднесуточная относительная влажность, %; I_v – индекс патогенности ветра; V – среднесуточная скорость ветра, м/с; I_n – индекс патогенности облачности, которую определяют по 11-балльной шкале: 0 соответствует полному отсутствию облаков, 10 баллов – сплошная облачность, n – балл облачности; $I_{\Delta p}$ – индекс патогенности межсуточного изменения атмосферного давления Δp .

На практике для расчета индекса патогенности I (баллы) используют рабочую формулу

$$I = 10^{\frac{f-70}{20}} + 0,2 V^2 + 0,06 n^2 + 0,06 (\Delta p)^2 + 0,3 (\Delta t)^2 + I_t. \quad (9)$$

При этом авторами [2] предложены три градации индекса патогенности метеорологической ситуации:

Индекс патогенности	0–9	10–24	>24
Условия погоды	оптимальные (комфортные)	раздражающие	острые

В мировой практике для оценки совместного воздействия на организм человека температуры и влажности воздуха используется «индекс жары» (HI), расчеты которого производятся по сложной формуле, представленной в [12].

Рассмотрим результаты расчетов биоклиматических индексов по представленным формулам. Расчеты показали, что в январе величина эффективной температуры TE уменьшается с юго-востока на север страны от 13 до 5°C , в апреле величины TE значительно возрастают и меняются от $14,5$ до $20,5^\circ\text{C}$ (изолинии TE в течение всего года сохраняют свою конфигурацию – ось гребня тепла направлена с юго-востока на северо-запад). В июле величина TE достигает своего максимума, меняясь по территории от 24 (северо-восток) до 29°C (юг). В центре Ирака поле TE размытое и величина TE превышает 27°C . В октябре наблюдается понижение эффективной температуры до 16°C на северо-востоке и 24°C на крайнем юго-востоке (Басра). В районе Багдада $TE = 22^\circ\text{C}$.

Анализ пространственно-временного распределения эквивалентно-эффективной температуры (ΣET) по Миссенарду показывает, что конфигурация изолиний та же, что и для TE , так как главную роль в этих показателях играет температура воздуха (ось гребня тепла направлена с юго-востока на северо-запад). В январе величина ET убывает с юго-востока от 6 до -2°C на крайнем северо-востоке. В районе Багдада (центр Ирака) $ET \approx 4^\circ\text{C}$. В апреле значения ET возрастают и достигают на крайнем северо-востоке 10° , а на юго-востоке 20°C . В июле на всей территории страны величина ET порядка 26°C , а в районе Багдада несколько превышает это значение. В октябре значения ET уменьшаются с юго-востока от 22 до 14°C на северо-востоке. Рассчитанный показатель Стедмена также подтверждает выявленную закономерность в поведении рассмотренных ранее показателей TE и ET . В январе величины ET_C минимальны, порядка $13,5^\circ\text{C}$ в районе Багдада. При этом на всей территории страны значения ET_C меняются в пределах от 17 до 5°C (с юга на север). Следует отметить, что расчеты биометеорологических индексов, выполненные по данным наблюдений за 15 ч по местному времени (температура воздуха достигает своего максимума в суточном ходе), показали, что природные условия характеризуются как сильные тепловые нагрузки. Так, индекс жары Стедмена в июле меняется по территории Ирака от 35° до 43°C (юго-восток), что фиксирует опасные условия для здоровья человека.

Было сосчитано число дней с максимальной температурой, превышающей 25 и 30°C . Оказалось, что в 1-м районе практически с мая по сентябрь, во 2-м с мая по октябрь и в 3-м с апреля по октябрь ежедневно отмечались максимальные температуры, превышающие 25°C , среднее число дней с максимальной температурой более 30°C распределилось по месяцам в следующем порядке: в 1-м районе с июня по сентябрь, во 2-м – с мая по сентябрь и в 3-м с мая по октябрь практически ежедневно столбики термометров заходили за отметку в 30°C . В годовом измерении повторяемость числа дней (%) с максимальной температурой $t \geq 25^\circ\text{C}$ по стране распределилась так: от 45% (крайний север) до 70% крайний юго-восток, в центральной части эта величина меняется от 60 до 65% . Повторяемость количества дней с $t \geq 30^\circ\text{C}$ снижается и колеблется в пределах от 30 (север) до 55% (юго-восток). Следует отметить, что КНЛТ количества дней с экстремальными температурами в большинстве случаев положительны, что свидетельствует об ухудшении климатических условий.

Анализ индекса патогенности I позволил оценить степень комфортности погодных условий проживания населения.

В табл. 6 представлено распределение по 3-м ранее выделенным районам Ирака числа дней по 3-м градациям суммарного индекса патогенности: $I = 0-9$ – оптимальные, $I = 10-24$ – раздражающие, $I > 24$ – острые, которые характеризуют степень раздражающего воздействия погоды на организм человека [2]. Как следует из данных этой таблицы, в 1-м районе комфортные условия наблюдаются в большинстве случаев в холодный период, острые – в период июнь-сентябрь. Эта закономерность характерна и для других более южных районов, где в летний период все дни попадают в экстремальную градацию $I > 24$, т.е. негативное воздействие погодных условий на здоровье человека достигает своего максимума. Так, в 3-м южном районе в июле и августе практически во все дни формируются экстремальные острые условия.

Таблица 6

Количество дней, попадающих в различные градации индекса патогенности I , рассчитанных для 3 районов Ирака

Месяц	Градация		
	0-9	10-24	> 24
I	15, 20, 23	15, 10, 8	1, 1, 0
II	17, 20, 22	10, 7, 6	1, 1, 0
III	23, 23, 22	7, 7, 8	1, 1, 1
IV	22, 14, 9	7, 13, 15	1, 3, 6
V	12, 3, 1	11, 11, 6	8, 17, 24
VI	1, 0, 0	7, 2, 1	22, 28, 29
VII	0, 0, 0	1, 0, 0	29, 30, 30
VIII	0, 0, 0	3, 1, 0	28, 30, 31
IX	4, 0, 0	11, 7, 2	15, 23, 28
X	20, 11, 5	10, 15, 14	1, 5, 12
XI	25, 25, 24	5, 5, 6	0, 0, 0
XII	18, 22, 24	12, 9, 7	1, 0, 0

Примечание: первое число в каждом вертикальном столбце относится к 1-му району, второе – ко 2-му и третье – к 3-му.

Дополнительно нами определялось распределение количества дней по градациям ЭЭТ, относящихся к комфортным условиям погоды для одетого или раздетого человека. Расчеты выполнялись по формуле Айзенштата (7) при значениях скорости ветра на высоте 1,5 м. Результаты расчетов по 3 районам показали, что в 1-м (северном) районе число дней в году с комфортной погодой составляет для одетого человека 48 дней (для раздетого 57 дней), во 2-м районе (центральном) эти показатели соответственно равны 53 и 62 дням и для 3-го южного района: 60 и 68 дням. Таким образом ~ в 20 % случаев человек чувствует себя комфортно. И если в высоких широтах острые условия создает холод, то в Ираке – жара.

Выводы

1. Исследована динамика пространственно-временных изменений метеорологических полей на территории Ирака в период 1979–2016 гг. по данным реанализа. Отмечаются рост температуры воздуха в регионе, понижение атмосферного давления и относительной влажности, что свидетельствует об усилении засушливости в регионе.

2. Расчет биометеорологических индексов показал, что на территории Ирака комфортные условия погоды для проживания человека формируются в холодный период, в летний же период эти условия характеризуются как дискомфортные (острые).

3. В целом данные реанализа ERA-Interim позволяют построить объективную картину современных климатических изменений на территории Ирака и соседних регионов.

Библиографический список

1. Айзенштат Б.А. Методы расчета некоторых биоклиматических показателей // Метеорология и гидрология. 1964. № 12. С. 9-16.

2. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. Киев: Здоровье, 1980. 262 с.

3. Виноградова В.В. Воздействие климатических условий на человека в засушливых землях Европейской России // Известия РАН. Сер. географическая. 2012. №2. С. 68–81.
4. Емелина С.В., Константинов П.Н., Малинина Е.П., Рубинштейн К.Г. Оценка информативности некоторых биометеорологических индексов для разных районов России // Метеорология и гидрология. 2014. №7. С. 25–37.
5. Емелина С.В., Рубинштейн К.Г., Гурьянов В.В., Переведенцев Ю.П., Иванов А.В. Влияние краткосрочных изменений погоды на людей с ишемической болезнью сердца в г. Набережные Челны // Метеорология и гидрология. 2015. №12. С. 87–94.
6. Исаев А.А. Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2001. 458 с.
7. Переведенцев Ю.П., Аль-Маамури С.К., Аухадеев Т.Р. Термобарический режим Ирака за период 1948-2013 гг. // Уч. зап. Казан. ун-та. Сер. Естественные науки. 2016. Т. 158. Кн. 1. С. 148–159.
8. Переведенцев Ю.П., Гоголь Ф.В., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Динамика полей температуры воздуха Северного полушария в современный период // Проблемы анализа риска. 2007. Т. 4. №1. С. 73–80.
9. Переведенцев Ю.П., Занди Р., Аухадеев Т.Р., Шанталинский К.М. Оценка влияния на человека в засушливых условиях юго-западного Ирака // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25. Вып. 1. С. 104–112.
10. Переведенцев Ю.П., Мохов И.И., Елисеев А.В. Теория общей циркуляции атмосферы. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2013. 224 с.
11. Ревич Б.А., Шапошиников Д.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых регионах России // Проблемы прогнозирования. 2012. №2. С. 122–138.
12. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / под ред. Н.В. Кобышевой. СПб.: ГГО им. А.И. Воейкова, 2008. 336 с.
13. Хайнес А., Коватс Р.С., Кэмпбелл-Лендрус Д., Корвалан К. Изменение климата и здоровье человека – воздействия, уязвимость и адаптация // Тр. Всемирной конференции по изменению климата. 2004. С. 307–322.
14. Хентшел Г. Крупномасштабная и локальная классификация климата с точки зрения биометеорологии человека // Климат и здоровье человека. 1988. Т. 1. С. 117–121.
15. Хромов С.П., Петросянци М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 584 с.
16. Bilal D.A., Al-Jumaily K.J., Habbib E.A. Air temperature trends in Bagdad, Iraq for the period 1941-2000 // International Journal of Scientific and Research Publications. 2013. Vol. 9. Iss. 9. P. 1–5.
17. Dee D.P., Appala S.M., Summons A.J. et al. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system // Q.J.R. Meteorol. Soc. 2011. No. 137. P. 552–597.
18. Jendrizky G. Select questions of tropical interest in human biometeorology // Int. J. Biometeorol. 1991. Vol. 35. P. 139–150.
19. Houghton F.C., Yagloglou C.P. (1923) Determining lines of equal comfort // J. Amer. Soc. Heat. and Ventilating Engineers. 1923. Vol. 29. P. 165–176.
20. IPCC Report. The physical science basis, 2013. Cambridge: Cambridge University press, 2013. 2216 p.
21. Missenard A. L'homme et le climat. Paris, 1937. 186 p.
22. Steadman R.G. Norms of apparent temperature in Australia // Austral. Meteorol. Mag. 1994. Vol. 43. P. 1–16.

References

1. Eizenstat, B.A. (1964) Methods of calculation of certain bioclimatic indicators, *Meteorology and hydrology*, no. 12, pp. 9–16.
2. Boksha, V.G. and Bogutskiy, V.B. (1980) *Medical climatology and climatotherapy*, Health, Kiev, Ukraine.
3. Vinogradova, V.V. (2012) Impact of climatic conditions on man in arid lands of European Russia, *Izv. Geographical series*, no. 2, pp. 68–81.
4. Emelina, S.V., Konstantinov, P.N., Malinina, E.P. and Rubinshtein, K.G. (2014) Evaluation of the informativity of some biometeorological indices for different regions of Russia, *Meteorology and hydrology*, no. 7, pp. 25–37.

5. Emelina, S.V., Rubinshtein, K.G., Guryanov, V.V., Perevedentsev, Y.P. and Ivanov, A.V. (2015) The Impact of short weather changes on people with coronary heart disease in Naberezhnye Chelny, *Meteorology and hydrology*, no. 12, pp. 87–94.
6. Isaev A.A. (2001) *Ecological climatology*, Scientific world, Moscow, Russia.
7. Perevedentsev, Y.P., Al-Maamari, S.K., Auhadeev T.R. (2016) Thermobaric regime of Iraq for the period 1948-2013, *Scientific notes of Kazan University. Series of Natural Sciences*, vol. 158 (1), pp. 148-159.
8. Perevedentsev, Y.P., Gogol, F.V., Naumov, E.P. and Shantalinskiy, K.M. (2007) The dynamics of fields air temperature in the Northern hemisphere in the modern period, *Problems of risk analysis*, vol. 4, no. 1, pp. 73-80.
9. Perevedentsev, Y.P., Zandi, R., Auhadeev, T.R. and Shantalinskiy, K.M. (2015) Assessment of the impact on people in the arid conditions of South-Western Iraq, *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth science*, vol. 25, no. 1, pp. 104–112.
10. Perevedentsev, Y.P., Mokhov, I.I., Eliseev, A.V. et al. (2013) *The theory of the General circulation of the atmosphere*, Kazan University, Kazan, Russia.
11. Revich, B.A. and Shaposhnikov, D.A. (2012) Climate change, heat-waves and cold as risk factors of increased mortality in some regions of Russia, *Problems of forecasting*, no. 2, pp. 122–138.
12. *Guide to specialized climate services economy* (2008), ed. N.V. Kobysheva, GGO nam. A.I. Voeikov, St. Petersburg, Russia.
13. Haynes, A., Kovats, R.S., Campbell Landrus, D. and Corvalan, K. (2004) Climate change and human health – impacts, vulnerability and adaptation, *Proceedings of world conference on climate change*, pp. 307-322.
14. Hentschel, G. (1988) Large-scale and local classification of climate from the point of view of human Biometeorology, *Climate and human health*, vol. 1, pp. 117–121.
15. Khromov, S.P. and Petrosyants, M.A. (2004) *Meteorology and climatology*, MSU, Moscow, Russia.
16. Bilal D.A., Al-Jumaily K.J. and Habbib E.A. (2013), Air temperature trends in Bagdad, Iraq for the period 1941-2000, *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 9, iss. 9, pp. 1–5.
17. Dee D.P. Appala S.M., Summons A.J. et al. (2011) The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, no. 137, pp. 552–597.
18. Jendrizky G. (1991) Select questions of tropical interest in human biometeorology, *Int. J. Biometeorol.*, vol. 35, pp. 139–150.
19. Houghton F.C. and Yagloglou C.P. (1923) Determining lines of equal comfort, *J. Amer. Soc. Heat. and Ventilating Engineers*, vol. 29, pp. 165–176.
20. *IPCC Report. The physical science basis* (2013) Cambridge University press, Cambridge, UK.
21. Missenard A. (1937) *L'homme et le climat*, Paris, France.
22. Steadman R.G. (1994) Norms of apparent temperature in Australia, *Austral. Meteorol. Mag.*, vol. 43, pp. 1–16.

Поступила в редакцию: 05.12.2017

Сведения об авторах

Переведенцев Юрий Петрович

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Казанский (Приволжский) федеральный университет; Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

About the authors

Yuri P. Perevedentsev

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Meteorology, Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan (Volga) Federal University; 18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: ypereved@kpfu.ru

Аль-Маамури Самир Кассим

аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Казанский (Приволжский) федеральный университет; Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Samir K. Al-Maamuri

Postgraduate Student, Department of Meteorology, Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan (Volga) Federal University; 18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: samirkassim9@gmail.com

Аухадеев Тимур Ринатович

кандидат географических наук, ассистент
кафедры метеорологии, климатологии и экологии
атмосферы, Казанский (Приволжский)
федеральный университет;
Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Timur R. Auhadeev

Candidate of Geographical Sciences, Assistant,
Department of Meteorology, Climatology and
Ecology of the Atmosphere, Kazan (Volga) Federal
University;
18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: TRAuhadeev@kpfu.ru

Антонова Альбина Владимировна

магистрант кафедры метеорологии,
климатологии и экологии атмосферы, Казанский
(Приволжский) федеральный университет;
Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Albina V. Antonova

Master`s Student, Department of Meteorology,
Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan
(Volga) Federal University;
18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: AlbiVAntonova@yandex.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Переведенцев Ю.П., Аль-Маамури С.К., Аухадеев Т.Р., Антонова А.В. Оценка климатических условий и биоклиматического потенциала Ирака в современный период по данным реанализа // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №2(45). С. 116–128. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-116-128

Please cite this article in English as:

Perevedentsev Y.P., Al-Maamuri S.K., Auhadeev T.R., Antonova A.V. Evaluation of climatic conditions and bioclimatic potential of Iraq in the modern period with reanalysis data // Geographical bulletin. 2018. №2(45). P. 116–128. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-116-128

УДК 504.3.054(571.5)

DOI 10.17072/2079-7877-2018-2-128-138

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ
ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ*****Саяна Жамсарановна Вологжина**

WoS Researcher ID: N-2525-2016, Scopus ID: 56951195000, ORCID ID: 0000-0001-9248-138X,
SPIN-код: 9187-8039, Author ID: 643713

e-mail: svologzhina@gmail.com

Иркутский государственный университет, Иркутск

Елена Владимировна Сафонова

SPIN-код: 9313-7208

e-mail: safonovae14@yandex.ru

Управление Росприроднадзора по Иркутской области, Иркутск

На основе метеорологических данных и инвентаризационных данных промышленных предприятий для территории Южного Прибайкалья проведена оценка загрязнения атмосферного воздуха. Методами математической статистики обработаны данные 8-срочных метеорологических наблюдений за вектором скорости ветра и температурой воздуха по 9 метеостанциям с 2010 по 2015 г. с целью получения средних метеорологических характеристик, на основании которых для оценки потенциала самоочищения атмосферы построены климатические эллипсы рассеяния ветрового потока для января, апреля, августа. По математической модели рассчитаны длительность и площадь воздействия концентраций загрязняющих веществ, превышающих установленные нормативы. В качестве входной информации использовались инвентаризационные данные промышленных предприятий и метеорологические характеристики территории. По данным проведённых расчетов