

УДК 551.5

ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ИРАКА ЗА ПЕРИОД 1948–2013 гг.

Ю.П. Переведенцев, С.К. Аль-Маамури, Т.Р. Аухадеев

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, 420008, Россия

Аннотация

Рассмотрены пространственно-временные изменения термобарического режима на территории Ирака и прилегающих к нему стран Ближнего Востока, ограниченной координатами 27.5–37.5° с.ш., 37.5–50.0° в.д. В качестве исходных данных послужили данные реанализа NCEP/NCAR в узлах сетки с разрешением 2.5° × 2.5° и индексы атмосферной циркуляции в период 1948–2013 гг. Статистическая обработка материала, построение линейных трендов и композитов позволили выявить динамику изменения температуры воздуха и атмосферного давления, ее зависимость от колебаний циркуляции атмосферы. Выявлена тенденция понижения температуры в холодный период и ее повышения в теплый, дана оценка отклонений (аномалий) распределения фактической температуры и атмосферного давления от климатической нормы, построены карты распределения температуры и давления для региона.

Ключевые слова: атмосферное давление, температура воздуха, линейный тренд, аномалии температуры и давления

Введение

Согласно данным Пятого оценочного доклада МГЭИК (IPCC, 2013) за период 1880–2012 гг. средняя глобальная температура повысилась на 0.85 °C [1]. Однако региональные изменения могут быть в 2–3 раза больше. Этот процесс ускорился с середины 70-х годов XX в. и продолжается по настоящее время [2, 3]. При этом основные изменения температурного режима и их последствия для окружающей среды наиболее сильно проявляются в умеренных и высоких широтах. Вопросам изучения различных аспектов современного потепления климата посвящен ряд работ, выполненных на кафедре метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского федерального университета в конце XX – начале XXI в. [4–7].

Здесь рассматриваются пространственно-временные изменения температурного и барического режима на территории ряда стран Ближнего Востока в пределах 27.5–37.5° с.ш., 37.5–50.5° в.д. в период 1948–2013 гг. Особое внимание уделено процессам, происходящим на территории Ирака. Настоящая статья выполнена в развитие ранее опубликованной авторами статьи [8], посвященной анализу долгопериодных изменений ряда метеовеличин на территории стран Персидского залива.

Площадь Ирака составляет 434 924 кв. км. Северный регион Ирака – Аль-Джазра – занимает Армянское нагорье, высота которого достигает 2135 м

в районе турецкой границы. На северо-востоке располагается Иранское нагорье с самой высокой точкой (3600 м). На юге лежит обширная равнина долины рек Тигр и Евфрат. На крайнем юге Ирака находится заболоченная равнина, а на запад от Евфрата долина переходит в Сирийскую пустыню. Большая часть Ирака находится в зоне континентального климата, в центральном Ираке лето долгое и жаркое, зима короткая и прохладная [9].

Исходный материал и методы исследования

В качестве исходных материалов использовались данные NCEP NCAR реанализа приповерхностной температуры и атмосферного давления за последние 66 лет (1948–2013 гг.) в узлах регулярной широтно-долготной сетки ($2.5^\circ \times 2.5^\circ$), распространяемые отделением физических наук научно-исследовательской лабораторией по изучению Земли (NOAA/OAR/ESRL/PSD), г. Боулдер, Колорадо, США. Данные о циркуляционных индексах были взяты с сайта Центра климатического прогнозирования Национальной метеорологической службы США (www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/).

Исходные данные подвергались статистической обработке и тренд-анализу. Связи между индексами атмосферной циркуляции и полями температуры и давления определялись методами композитного анализа.

Результаты и их обсуждение

По данным реанализа для центральных месяцев сезонов построены климатические карты распределения температуры воздуха и атмосферного давления, приведенного к уровню моря, для территории Ближнего Востока. Рассматривалась территория в виде трапеции ограниченная координатами $27.5\text{--}37.5^\circ$ с.ш., $37.5\text{--}50.0^\circ$ в.д. Информация находилась в узлах регулярной сетки с разрешением $2.5^\circ \times 2.5^\circ$. Всего рассматривалось 30 узлов, из них на территорию Ирака приходится 9 узлов. Исходные среднемесячные данные относятся к 66-летнему периоду (1948–2013 гг.). Предварительно формировались временные ряды температуры и давления для каждого месяца и года осредненные как по всей указанной территории Ближневосточного региона, так и по территории Ирака с целью их последующей статистической обработки. При этом находились следующие климатические показатели: средние, средние квадратические отклонения σ (СКО), аномалии. Карты строились по всей территории региона с тем, чтобы изолинии были надежными особенно на границах для вложенной сетки Ирака, оконтуренной на рис. 1.

Рассмотрим климатическое распределение температуры воздуха. Как видно из рис. 1, в январе температура воздуха растет с севера на юг от -1.0°C до $12\text{--}13^\circ\text{C}$ при ее среднемноголетнем значении по всей территории Ирака за 1948–2013 гг. в 7.8°C . В апреле она растет от 10°C до 26°C (при средней на территории температуре 20.1°C), в июле конфигурация изотерм представляет собой гребень тепла с юго-востока на северо-запад и среднеиюльская температура понижается с 37°C на юго-востоке до 27°C на севере (средняя по территории 34.4°C), в октябре структура температурного поля сохраняется и температура убывает с юга на север от 28°C до 16°C (средняя 23.8°C).

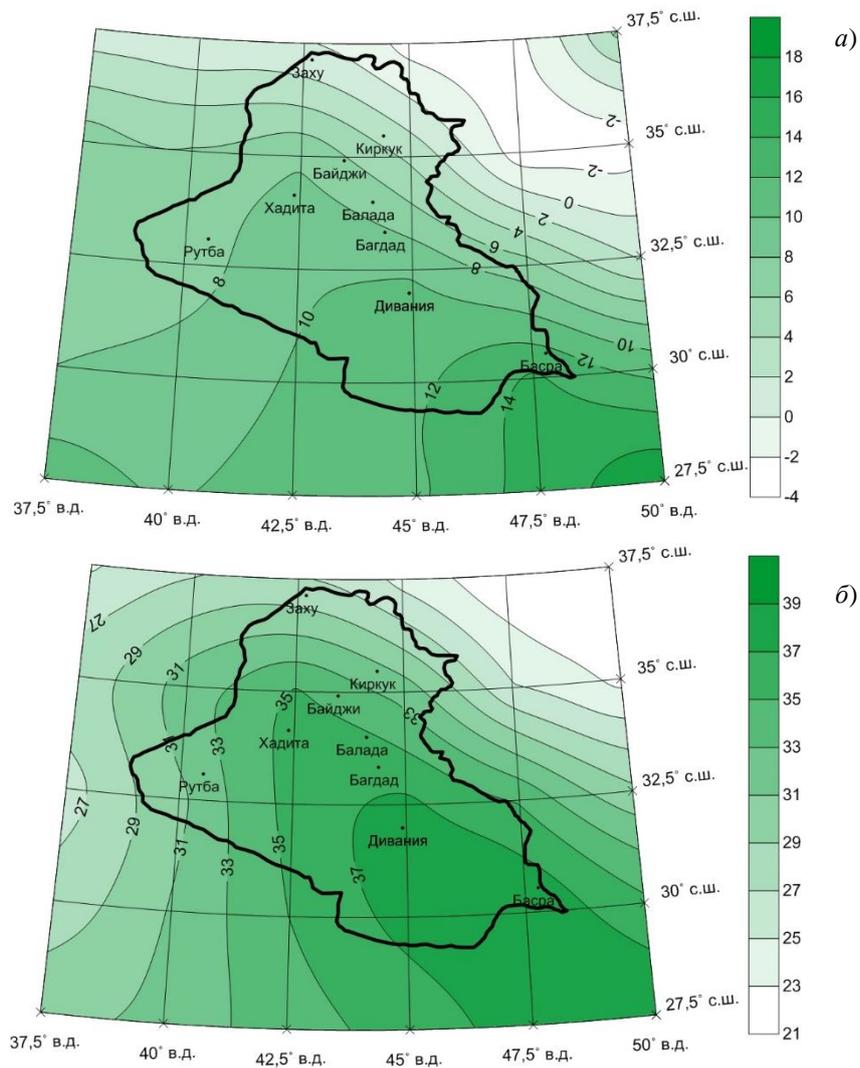


Рис. 1. Температура воздуха у земли, °С: а) январь, б) июль

В табл. 1 представлены многолетние среднемесячные значения температуры воздуха и ее среднеквадратические отклонения σ , рассчитанные для различных периодов, а также значения коэффициентов наклона линейного тренда (КНЛТ), рассчитанные по всему временному ряду 1948–2013 гг. для Ирака.

Как видно из табл. 1, многолетняя среднемесячная температура по территории изменяется в пределах от 7.8 °С (январь) до 34.4 °С (июль), поэтому годовая амплитуда составляет 26.6 °С, что ниже амплитуды в умеренных широтах, СКО меняется в следующих пределах: от 1.0 °С (июнь) до 1.9 °С (январь), что свидетельствует о достаточно однородном характере годового изменения температуры. Рассчитаны дополнительно характеристики и для других периодов: нормы температуры и СКО для периодов 1961–1990 гг., 1981–2010 гг. незначительно отличаются друг друга, но можно выделить слабую тенденцию понижения зимних температур и повышения летних. Коэффициенты линейного

Табл. 1

Статистические характеристики температуры воздуха, осредненной по территории Ирака

Период, годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя температура воздуха, °С												
1948–2013	7.8	9.6	14.2	20.1	26.4	31.4	34.4	34.2	30.3	23.8	15.6	9.7
1961–1990	7.5	9.3	14.0	19.5	26.0	30.9	34.1	33.6	30.1	23.4	15.4	9.5
1981–2010	7.4	9.2	14.3	20.6	26.9	31.7	34.7	34.6	30.6	24.2	15.4	9.6
Среднее квадратическое отклонение температуры воздуха, °С												
1948–2013	1.9	1.9	1.6	1.4	1.3	1.0	1.1	1.3	1.1	1.3	1.6	1.9
1961–1990	2.1	2.0	1.5	1.3	1.3	1.0	1.0	1.3	1.1	1.3	1.8	1.8
1981–2010	1.8	1.7	1.7	1.3	1.2	0.9	1.0	1.3	0.9	1.2	1.4	1.9
КНЛТ, °С/10лет												
1948–2013	-0.2	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.2	-0.1

тренда, рассчитанные для каждого месяца по временным рядам осредненных по территории Ирака, также подтверждают эту тенденцию. Значения КНЛТ возрастают с $-0.1 \dots -0.2$ °С/10 лет (ноябрь – февраль) до $0.2-0.3$ °С/10 лет (апрель – август), то есть зимние температуры понижаются, а летние растут.

Рассмотрено также территориальное распределение разностей температур между двумя периодами: 1976–2013 гг. (поздний) и 1948–1975 гг. (ранний). В январе на рубеже XX и XXI вв. выявилось понижение температуры воздуха. Наиболее заметные расхождения между этими двумя выборками отмечаются на севере страны, разница составляет -1.4 °С, а на юге она равна -0.6 °С. В апреле величина разности между выборками также заметная: от -0.4 °С на крайнем севере до $+1.8$ °С на крайнем юго-востоке, в целом по территории наблюдается рост температур. Он продолжается в июле, разность меняется по территории Ирака от 0.6 °С до 1.0 °С. Наиболее сильное повышение температуры происходит в восточной части Сирийской пустыни на западе страны до 1.1 °С. В октябре положительная тенденция сохраняется, меньшие перепады между периодами отмечаются на севере страны (0.1 °С), более значительные – на ее крайнем западе (0.7 °С) и на юго-востоке (0.6 °С). Таким образом, отмечается рост температуры в засушливых районах Ирака.

Распределение КНЛТ по территории Ирака таково: в январе эта величина меняется от -0.24 (юг) до -0.32 °С/10 лет (север), что свидетельствует о понижении температуры по всей территории Ирака, в апреле от 0.1 (север) до 0.35 °С/10 лет (крайний восток страны), в июле от 0.15 (крайний север) до 0.27 °С/10 лет (юго-запад), и, наконец, в октябре картина достаточно однородная по территории и КНЛТ принимает значения $0.12-0.14$ °С/10 лет. Таким образом, только в январе из четырех центральных месяцев сезонов наблюдается понижение температур, в остальные месяцы она растет, что представляет серьезную проблему, учитывая сухость климата Ирака и практически полное отсутствие атмосферных осадков в мае – сентябре.

Следует отметить, что распределение по территории Ирака разностей температур между двумя ранее рассмотренными выборками и коэффициентов наклона линейного тренда, как и следовало ожидать, идентично.

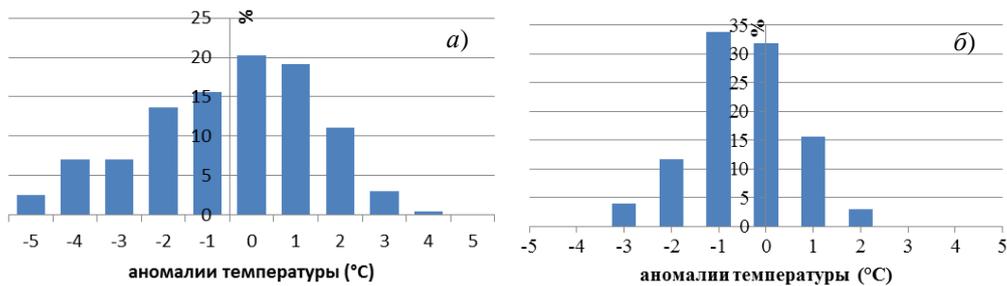


Рис. 2. Распределение аномалий температуры по градациям: а) зима; б) лето

Табл. 2

Асимметрия и эксцесс аномалий температуры Ирака

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>A</i>	-0.27	-0.25	0.08	0.13	-0.69	-0.27	0.05	-0.27	0.13	-0.35	-0.03	-0.33
<i>E</i>	-0.18	-0.76	-0.13	-0.89	1.26	0.53	0.02	-0.07	-0.04	-0.55	0.09	-0.49

Определенный практический интерес представляет анализ распределения аномалий температуры в период 1948–2013 гг. Для территории Ирака для каждого месяца и года рассчитывались отклонения среднемесячной температуры от нормы по формуле:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij} - \bar{t}_i,$$

где t_{ij} – среднемесячная температура i -го месяца и j -года, \bar{t}_i – многолетняя средняя температура i -го месяца осредненная за 66 лет, Δt_{ij} – аномалия температуры, принимающая как положительные, так и отрицательные значения.

На рис. 2 представлена диаграмма распределения аномалий Δt_{ij} для холодного (декабрь – февраль) и теплого (июнь – август) периодов. Выборки были укрупнены для сезонов, чтобы результаты были более представительными (по 198 значений для каждого из сезонов).

Визуальный анализ данных рис. 2 показывает, что распределение аномалий температуры по градациям достаточно близко к нормальному. При этом в холодном периоде наблюдается правая асимметрия (превалируют положительные аномалии), а в теплый период возникает небольшая левосторонняя асимметрия. Примерно 2/3 аномалий группируются в диапазоне от $-\sigma$ до σ , где $\sigma = 1.9$ °C для зимы и $\sigma = 1.1$ °C для лета.

Для количественной оценки близости фактического распределения к нормальному рассчитывались асимметрия (A) и эксцесс (E) по известным из статистики формулам [10]. Результаты расчетов по месяцам представлены в табл. 2.

Согласно статистическим законам [10], в случае правосторонней асимметрии $A > 0$, а при левосторонней – $A < 0$. При этом асимметричность распределения принято считать малой при $|A| \leq 0.25$, умеренной при $0.25 < |A| \leq 0.50$ и большой при $|A| > 0.50$. Как видно из табл. 2, практически для всех месяцев асимметрия слабая и лишь в мае она становится большой.

Коэффициент эксцесса характеризует крутость кривой по сравнению с кривой нормального распределения. При $E < 0$ кривые менее островершинны, чем нормальные, при $E > 0$, наоборот. Эксцесс малый, если $|E| \leq 0.5$, умеренный, если

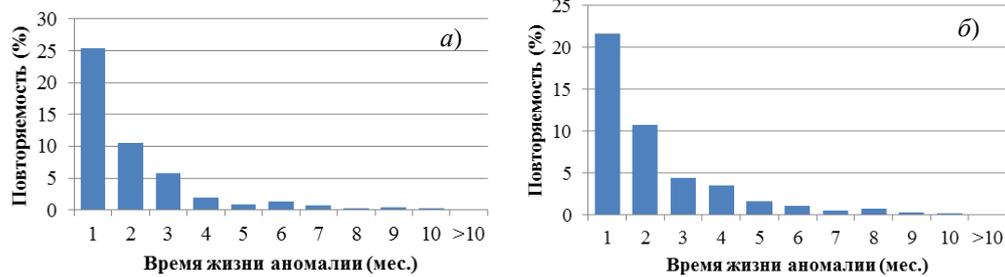


Рис. 3. Распределение по времени жизни аномалий температуры: а) отрицательные; б) положительные

$0.5 < |E| \leq 1.0$, и большой при $|E| > 1.0$. Как видно из табл. 2, в большинстве случаев эксцесс малый, в мае он большой. Таким образом, анализ распределения величин A и E показывает, что распределение температуры достаточно близко к нормальному закону распределения, что свидетельствует о достаточно однородном характере процесса.

Что касается значений асимметрии и эксцесса, рассчитанных по всей выборке для холодного и теплого периодов, то они соответственно равны: $A = -0.28$, $E = -0.39$ (холодный период); $A = -0.28$, $E = -0.59$ (теплый период), то есть коэффициенты близки к малым значениям.

Как известно, аномалии метеовеличин характеризуются повторяемостью, интенсивностью и временем жизни. Как видно из диаграммы (рис. 3), время жизни аномалий в большинстве случаев составляет от 1 до 5 месяцев. Наиболее часто (~25%) встречаются отрицательные аномалии с продолжительностью жизни в 1 месяц и практически не отмечаются случаи с продолжительностью жизни более 10 месяцев. Этот вывод имеет значение для прогностической практики, поскольку указывает на степень сохранения знака процесса, его устойчивость. Действительно, правильно спрогнозировав знак аномалии температуры на ближайший месяц, можно оценить вероятность сохранения ее знака на последующие месяцы. Диаграмма для положительных аномалий практически мало отличается от диаграммы для отрицательных.

Рассмотрим барико-циркуляционный режим региона. Как видно из рис. 4, зимой он определяется западной периферией обширного Сибирского антициклона с давлением в центре более 1030 гПа, поэтому в январе давление на территории Ирака возрастает с юго-запада на северо-восток от 1018 до 1020 гПа. Начиная с апреля барическое поле региона характеризуется ложбиной, вытянутой с юго-востока на северо-запад и являющейся частью обширной азиатской депрессии низкого давления, которая расположена на западе в субтропической зоне Северной Африки, Аравийского полуострова и занимает практически весь Азиатский континент. В апреле давление растет от 1002 (крайний юго-восток) до 1006 гПа (крайний северо-запад), в июле ложбина углубляется и давление на территории Ирака меняется в пределах от 998 (юг) до 1002 гПа (север страны). В октябре территория Ирака находится под влиянием гребня высокого давления, давление возрастает с 1012 на юге до 1014 гПа на севере.

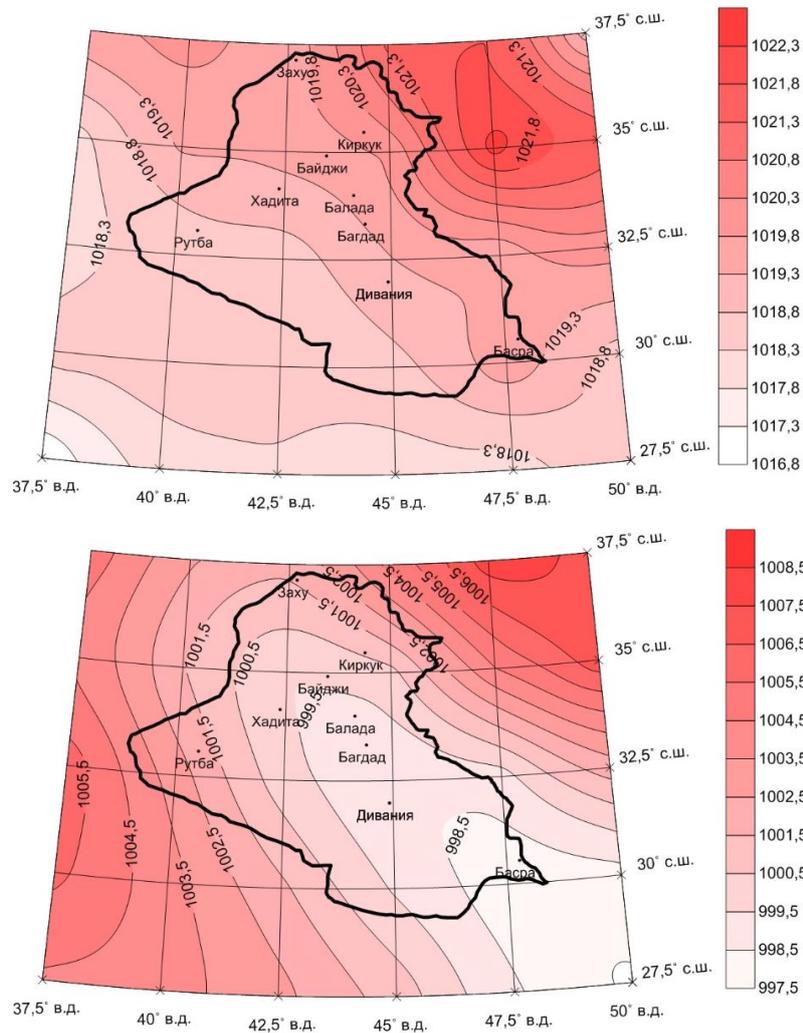


Рис. 4. Атмосферное давление на уровне моря, гПа: а) январь, б) июль

Табл. 3

Распределение статистических характеристик атмосферного давления, осредненного по территории Ирака

Период, годы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее давление, гПа												
1948–2013	1019.2	1017.2	1014.1	1011.0	1008.2	1003.6	1000.0	1001.4	1006.8	1012.9	1017.4	1019.4
1961–1990	1019.1	1017.0	1014.0	1010.8	1008.2	1003.8	1000.0	1001.5	1006.9	1012.9	1017.5	1019.0
1981–2010	1020.2	1018.1	1014.8	1011.8	1008.8	1004.1	1000.7	1002.3	1007.6	1013.6	1018.0	1020.3
Среднее квадратическое отклонение давления, гПа												
1948–2013	1.9	1.9	1.7	1.4	1.1	1.2	1.4	1.5	1.4	1.3	1.3	1.8
1961–1990	2.0	1.8	1.7	1.6	1.3	1.4	1.8	1.8	1.5	1.2	1.2	1.5
1981–2010	1.5	1.8	1.4	0.8	0.9	0.9	1.0	0.7	0.7	0.8	0.9	1.2
КНЛТ, гПа/10лет												
1948–2013	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5

Оценка геострофического ветра по данным поля давления в узлах сетки выявила его неоднородный характер: в северных районах средняя скорость возрастает от 0.7–0.8 м/с в зимние месяцы до 5–7 м/с в летние, а в южной части региона скорости более слабые: зимой ~3 м/с, а летом становятся восточными со скоростью до 1 м/с, что объясняется влиянием пассатов.

В табл. 3 представлены многолетние среднемесячные значения атмосферного давления и его среднеквадратические отклонения, рассчитанные для различных периодов, а также значения КНЛТ, рассчитанные по 66-летнему временному ряду (1948–2013 гг.).

Как видно из табл. 3, во всех случаях величины среднего давления 30-летнего периода 1981–2010 гг. превышают аналогичные значения более раннего (1961–1990 гг.), что свидетельствует о повышении давления на территории Ирака, значения КНЛТ повсеместно положительны и меняются в течение года в пределах 0.2–0.5 гПа/10 лет, что также подтверждает положение об усилении антициклоничности в регионе.

Разности давления между значениями осредненных по двум периодам 1976–2013 гг. и 1948–1975 гг. также подтверждают факт возрастания давления. Разности между выборками двух периодов колеблются от 1.0 до 2.3 гПа по территории страны.

Рассмотрим влияние атмосферной циркуляции на изменения температуры воздуха и атмосферного давления всего региона. В качестве характеристик атмосферной макроциркуляции в работе использовались циркуляционные индексы: североатлантическое колебание (NAO) и арктическое колебание (арктическая осцилляция (АО)), которые рассчитываются по барическому полю AT_{700} [11, 12]. Исследование проводилось для зимних месяцев, которые отличаются наибольшей активностью.

В качестве основного метода статистической обработки исходных данных был выбран композитный анализ [14]. Следуя этой работе, для выделения чистого сигнала, соответствующего влиянию отдельной циркуляционной моды на термический и барический режим рассматриваемой территории стран Ближнего Востока в зимний период, были выполнены следующие операции. Сначала для конкретного месяца составлялся временной ряд одного из индексов циркуляции с вычислением его средних значений и СКО, затем формировалась выборка аномальных лет, в которых значение индекса циркуляции либо превышает среднее значение на величину σ и более или, наоборот, меньше на σ . Для полученных выборок лет (с положительными и отрицательными фазами колебаний циркуляции атмосферы) подбирались среднемесячные значения температуры воздуха и давления в каждом узле исходной сетки. Для вновь сформированных выборок метеовеличин находились средние значения, дисперсия и СКО. На заключительном этапе получен чистый сигнал посредством определения разности между средними по выборкам для каждого узла сетки (в нашем случае их 30), то есть разностный композит. Статистическая значимость полученных сигналов была определена по стандартному алгоритму с использованием критерия Стьюдента [14].

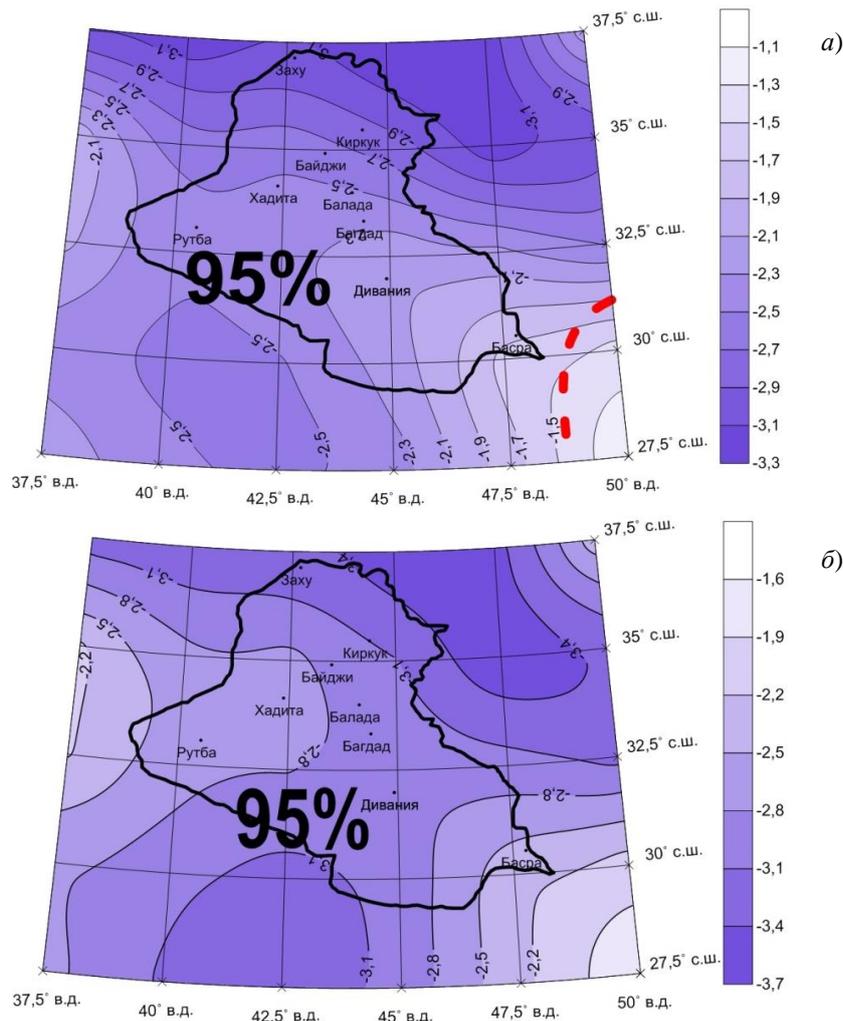


Рис. 5. Поля разностных композитов температуры воздуха января: а) для NAO; б) для АО

Таким образом, по изложенной методике нами были построены поля разностных композитов температуры воздуха и атмосферного давления на территории, ограниченной координатами 27.5–37.5° с.ш., 37.5–50.0° в.д. для североатлантического и арктического колебаний в декабре, январе и феврале.

Выявилось, что лишь в январе на уровне 95%-ной значимости существуют статистические связи колебаний температуры и давления с индексами NAO и АО (рис. 5). Однако на 90%-ном уровне значимости связи отмечаются и для других зимних месяцев. Таким образом, циркуляционный фактор эффективен только в холодный период. В теплый период главная роль принадлежит радиационному фактору и влиянию подстилающей поверхности.

Заключение

Исследована динамика пространственно-временных изменений полей температуры воздуха и атмосферного давления на территории Ирака в период 1948–2013 гг. по данным реанализа.

Анализ интенсивности и продолжительности времени жизни аномалий температуры воздуха и атмосферного давления по территории Ирака показал, что примерно в 70% случаев их величина по модулю не превышает СКО, продолжительность жизни аномалий в 25% случаев составляет 1 месяц.

Дана оценка КНЛТ температуры воздуха и атмосферного давления по территории Ирака. Выявлена тенденция понижения температуры в зимний период ($-0.1 \dots -0.2$ °C/10 лет) и роста в летний ($0.2-0.3$ °C/10 лет), атмосферное давление испытывает рост в течение всего года со средней скоростью 0.4 гПа/10 лет.

Композитный анализ показал, что наибольшее влияние как на барический, так и термический режим Ирака зимой оказывают макроциркуляционные моды – североатлантическое колебание и арктическая осцилляция.

Благодарности. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 15–05–06349).

Литература

1. IPCC Report. The Physical Science Basis, 2013. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. – 2216 p.
2. *Переведенцев Ю.П.* Теория климата. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2009. – 503 с.
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М., 2014. – 1008 с.
4. *Верещагин М.А., Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Тудрий В.Д.* Факторный анализ многолетней динамики глобального термического режима приземного слоя воздуха // Изв. РАН, Сер. геогр. – 2004. – № 5. – С. 34–41.
5. *Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М., Николаев А.А.* Региональные проявления современного климата в тропо-стратосфере Северного полушария // Изв. РАН, Сер. геогр. – 2005. – № 6. – С. 6–16.
6. *Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б.* Изменение основных климатических показателей Ульяновской области // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. – 2012. – № 6–1. – С. 136–144.
7. *Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Аухадеев Т.Р., Исмагилов Н.В., Занди Р.* О влиянии макроциркуляционных систем на термобарический режим Приволжского федерального округа // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2014. – Т. 156, кн. 2. – С. 156–169.
8. *Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Занди Р., Аухадеев Т.Р.* Долгопериодные изменения температуры, влажности воздуха и скорости ветра на территории стран Персидского залива // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2015. – Т. 157, кн. 1. – С. 7–19.
9. Все страны мира. Энцикл. справочник. – М.: ВЕЧЕ, 2003. – 559 с.
10. *Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я.* Климатическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 295 с.
11. *Крыжов В.Н., Горелиц О.В.* Арктическая осцилляция и ее влияние на температуру и осадки в Северной Евразии в XX в. // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 11. – С. 5–19.
12. *Переведенцев Ю.П., Мохов И.И., Елисеев А.В.* Теория общей циркуляции атмосферы. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2013. – 224 с.
13. *Fahrutdinova A.N., Perevedencev Yu.P., Guryanov V.V., Kulikov V.V.* Dynamical processes and correlations at midlatitudes in the lower and middle atmosphere // Adv. Space Res. – 2001. – V. 27, No 10. – P. 1667–1672. – doi: 10.1016/S0273–1177(01)00234–4.

14. Полонский А.Б., Кибальчич И.А. Циркуляционные индексы и температурный режим Восточной Европы в зимний период // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 1. – С. 5–17.

Поступила в редакцию
28.01.16

Переведенцев Юрий Петрович, доктор географических наук, профессор кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: ypereved@kpfu.ru

Аль-Маамури Самир Кассим, аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия

Аухадеев Тимур Ринатович, ассистент кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

Казанский (Приволжский) федеральный университет
ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, 420008, Россия
E-mail: TRAuhadeev@kpfu.ru

ISSN 1815-6169 (Print)
ISSN 2500-218X (Online)

UCHENYE ZAPISKI KAZANSKOGO UNIVERSITETA. SERIYA ESTESTVENNYE NAUKI
(Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series)

2016, vol. 158, no. 1, pp. 148–159

The Pressure-Temperature Regime of Iraq during the Period of 1948–2013

Yu.P. Perevedentsev^{}, S.K. Al-Maamuri, T.R. Aukhadeev^{**}*

Kazan Federal University, Kazan, 420008 Russia
E-mail: ^{*}ypereved@kpfu.ru, ^{**}TRAuhadeev@kpfu.ru

Received January 28, 2016

Abstract

We have considered spatiotemporal changes in the pressure-temperature regime at the territory of Iraq and Middle Eastern countries, which is limited by the following geographical coordinates: 27.5–37.5° N, 37.5–50.0° E. The initial data have been obtained from NCEP/NCAR reanalysis in the nodes of 2.5° × 2.5° grids, as well as from the indices of atmospheric circulation during the period of 1948–2013. Statistical processing of the material and construction of the linear trends and composites have allowed to reveal the dynamics of changes in the air temperature and pressure, its dependence on fluctuations in the atmospheric circulation. A tendency has been revealed towards a decrease in the temperature during the cold period and its increase during the warm period. Deviations (anomalies) of the distribution of actual temperature and atmospheric pressure from the climatological norm have been estimated. Maps of temperature and pressure distribution in the regions have been created.

Keywords: atmospheric pressure, air temperature, linear trend, temperature and pressure anomalies

Acknowledgments. This study was supported in part by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 15-05-06349).

Figure captions

Fig. 1. Surface air temperatures, °C: *a*) January, *b*) July.

Fig. 2. Distribution of temperature anomalies according to gradations: *a*) winter; *b*) summer.

Fig. 3. Distribution of temperature anomalies according to their life span: *a*) negative; *b*) positive.

Fig. 4. Sea level pressure, hPa: *a*) January, *b*) July.

Fig. 5. Fields of the differential composites of air temperature in January: *a*) for NAO; *b*) for AO.

References

1. IPCC Report. The Physical Science Basis, 2013. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2013. 2216 p.
2. Perevedentsev Yu.P. Theory of Climate. Kazan, Izd. Kazan. Univ., 2009. 503 p. (In Russian)
3. The Second Assessment Report of the Roshydromet on Climate Changes and Their Consequences at the Territory of the Russian Federation. General Summary. Moscow, 2014. 1008 p. (In Russian)
4. Vereshchagin M.A., Perevedentsev Yu.P., Shantalinskii K.M., Tudrii V.D. Factor analysis of long-term dynamics of the global thermal regime of the surface air layer. *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2004, no. 5, pp. 34–41. (In Russian)
5. Perevedentsev Yu.P., Vereshchagin M.A., Naumov E.P., Shantalinskii K.M. Regional signs of climate warming in the tropo-stratosphere of the Northern Hemisphere. *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2005, no. 6, pp. 6–16. (In Russian)
6. Perevedentsev Yu.P., Sharipova R.B. Changes in the basic climate indicators at the territory of Ulyanovsk oblast. *Vestn. Udmurt. Univ. Ser. Biol. Nauki Zemle*, 2012, nos. 6–1, pp. 136–144. (In Russian)
7. Perevedentsev Yu.P., Shantalinskii K.M., Aukhadееv T.R., Ismagilov N.V., Zandi R. Effect of macrocirculation systems on the thermobaric conditions of the Volga Federal district. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2014, vol. 156, no. 2, pp. 156–169. (In Russian)
8. Perevedentsev Yu.P., Shantalinskii K.M., Zandi R., Aukhadееv T.R. Long-term changes in near-surface temperature, air humidity, and wind speed of the Persian Gulf region. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2015, vol. 157, no. 1, pp. 7–19. (In Russian)
9. All Countries of the World. Moscow, VECHЕ, 2003. 559 p. (In Russian)
10. Kobysheva N.V., Narovlyanskii G.Ya. Climatological Processing of Meteorological Information. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1978. 295 p. (In Russian)
11. Kryzhov V.N., Gorelits O.V. The Arctic oscillation and its impact on temperature and precipitation in northern Eurasia during the 20th century. *Meteorol. Gidrol.*, 2015, no. 11, pp. 5–19. (In Russian)
12. Perevedentsev Yu.P., Mokhov I.I., Eliseev A.V. Theory of Atmospheric General Circulation. Kazan, Izd. Kazan. Univ., 2013. 224 p. (In Russian)
13. Fahrutdinova A.N., Perevedentsev Yu.P., Guryanov V.V., Kulikov V.V. Dynamical processes and correlations at midlatitudes in the lower and middle atmosphere. *Adv. Space Res.*, 2001, vol. 27, no. 10, pp. 1667–1672. doi: 10.1016/S0273-1177(01)00234-4.
14. Polonskii A.B., Kibal'chich I.A. Circulation indices and thermal regime of Eastern Europe in winter. *Meteorol. Gidrol.*, 2015, no. 1, pp. 5–17. (In Russian)

⟨ **Для цитирования:** Переведенцев Ю.П., Аль-Маамури С.К., Аухадеев Т.Р. Термобарический режим Ирака за период 1948–2013 гг. // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2016. – Т. 158, кн. 1. – С. 148–159. ⟩

⟨ **For citation:** Perevedentsev Yu.P., Al-Maamuri S.K., Aukhadееv T.R. The pressure-temperature regime of Iraq during the period of 1948–2013. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2016, vol. 158, no. 1, pp. 148–159. (In Russian) ⟩