

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-4-84-98>

УДК 551.515:001.891.57

Методика анализа обобщенных характеристик структуры Южноазиатской депрессии с учетом термического режима подстилающей поверхности

***Ю.В. Шипко¹, О.В. Кольчев¹, С.А. Дьяков²,
И.Е. Кузнецов², В.П. Закусилов²***

*¹Центральный научно-исследовательский институт ВВС
(Минобороны России), г. Москва, Россия;*

*²Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина (Минобороны России), г. Воронеж, Россия
yshipko@mail.ru*

Рассматривается Южноазиатская депрессия – сезонный центр действия атмосферы, преобладающий тип циркуляции нижней тропосферы в теплый период года, который особенно выражен над территорией Ближнего и Среднего Востока. Представлена обобщенная факторная модель депрессии для изобарических уровней 1000, 925 и 850 гПа. Дана оценка зависимости обобщенных характеристик структуры депрессии от приземной температуры воздуха в летние месяцы для различных типов депрессии. Полученные в исследовании результаты расширяют сведения о сезонном центре действия атмосферы: позволяют получить типовые поля депрессии с учетом особенностей внутренней структуры; выявить особенности метеорологических условий при различных типах депрессии (в различных районах рассматриваемого макрорегиона); выделенные обобщенные характеристики структуры депрессии могут быть использованы при построении прогностических моделей.

Ключевые слова: Южноазиатская депрессия, геопотенциальная высота, реанализ, изобарический уровень, фактор, кластер, коэффициент корреляции

A method for analyzing generalized characteristics of the South Asia Low structure taking into account a thermal regime of underlying surface

***Yu.V. Shipko¹, O.V. Kolychev¹, S.A. Dykov²,
I.E. Kuznetsov², V.P. Zakusilov²***

*¹Central Scientific Research Institute of Air Force
(RF Ministry of Defense), Moscow, Russia;*

*²MERC of Air Force «Air Force Academy
named after professor N.E. Zhukovskiy and Yu.A. Gagarin»
(RF Ministry of Defense), Voronezh, Russia
yshipko@mail.ru*

The South Asia Low is considered, that is a seasonal center of atmospheric action, a predominant type of circulation in the lower troposphere during the warm season over the Near and Middle East. The generalized factorial model of the low for the levels of 1000, 925, and 850 hPa is presented. The dependence of generalized characteristics of the low structure on surface air temperature in the summer months is estimated for different types of the low. The results of the present study extend information about the seasonal center of atmospheric action: they allow obtaining typical fields of the low taking into account the features of internal structure; revealing peculiarities of meteorological conditions for different types of the low (in different parts of the analyzed macroregion). The identified generalized characteristics of the low structure can be used for constructing forecast models.

Keywords: South Asia Low, geopotential height, reanalysis, isobaric level, factor, cluster, correlation coefficient

Введение

Объектом исследования является сезонный центр действия атмосферы теплого периода года (апрель–октябрь) – Южноазиатская депрессия (или Азиатский минимум [5]), которая простирается от Восточной Сибири через Монголию и Центральную Азию на Пакистан, Иран, Ирак. Над территорией Ближнего и Среднего Востока депрессия представляет собой глубокую область низкого давления (с центром над южными районами Афганистана и северо-западными районами Пакистана) и носит название переднеазиатской депрессии (ПАД) [1, 2]. В работе рассматривается область: 10–40° северной широты и 30–90° восточной долготы.

ПАД формируется в результате сильного нагревания подстилающей поверхности макрорегиона, поэтому иначе называется термической депрессией. Объекты ПАД относятся к низким и средним барическим образованиям (имеют место до высот 3–4 км) [1, 2].

Географическое положение центра циркуляции, мощность, конфигурация ложбин и другие параметры ПАД оказывают влияние на формирование погодно-климатических условий в различных районах макрорегиона в летний период, которые могут ограничивать функционирование различных метеозависимых организационно-технических систем. Это определяет актуальность исследования особенностей ПАД, в частности оценки влияния термического состояния подстилающей поверхности на структурные компоненты ПАД.

Исходный материал

В качестве исходной информации использовались данные реанализа NCEP/DOE AMIP-II [9] в узлах регулярной сетки с шагом 2,5° по широте и долготе за летние месяцы (июнь, июль, август) периода 2005–2019 гг.: значения геопотенциальной высоты (сроки 00, 06, 12, 18 ч ВСВ) на изобарических уровнях 1000, 925, 850 гПа и температуры воздуха (срок 12 ч

BCB) на уровне 1000 гПа. Предварительно по срочным данным полей геопотенциальной высоты выполнен расчет среднесуточных значений в узлах сетки.

Обобщенная факторная модель ПАД для уровней 1000, 925, 850 гПа

Представленный материал является продолжением исследования ПАД. Разработанная программно-реализованная модель ПАД уровня 925 гПа [8] расширена для изобарических уровней 1000, 925, 850 гПа, поскольку объекты ПАД относятся к барическим образованиям нижней тропосферы. В модели среднесуточного объекта циклонической циркуляции на уровнях 925 и 850 гПа, согласно подходу Н.А. Багрова [6, 7], рассматривалась «чаша», образованная соответствующей поверхностью геопотенциальной высоты с ограничивающей (краевой) изогипсой H_o и проходящей через эту изогипсу плоскостью (рис. 1).

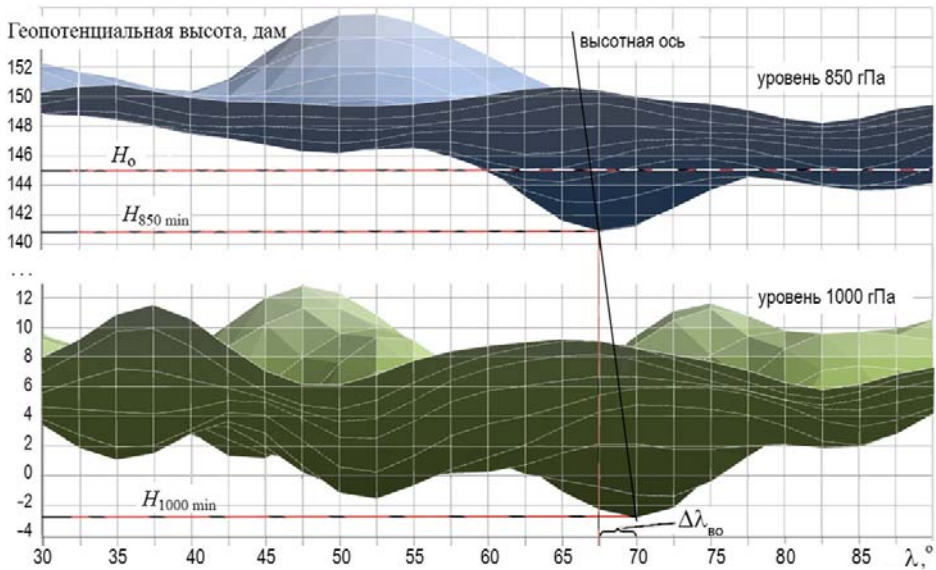


Рис. 1. Схема определения краевой изогипсы и высотной оси по среднесуточным поверхностям геопотенциальной высоты.

Fig. 1. Scheme for determining the edge isohypse and the height axis on the average daily surfaces of geopotential height.

Используется оперативное определение краевой изогипсы по алгоритму: вычисление минимального значения геопотенциальной высоты (H_{\min}) на поверхностях H_{925} , H_{850} в рассматриваемой области; расчет значения $H_o = H_{\min} + 4$, которое принимается за краевую изогипсу

каждой поверхности, с учетом, что изогипсы принято проводить через 4 дам (рис. 1).

Определены модельные параметры объектов ПАД в широтно-долготной области $\varphi = 10 - 40^\circ$, $\lambda = 30 - 90^\circ$ в летние месяцы периода 2005–2019 гг. (с использованием расчетных формул, приведенных в работах [6, 7]):

– для уровней 925 и 850 гПа: H_{\min} – минимальное значение поверхностей H_{925} , H_{850} ; S , M – соответственно, площадь, ограниченная изогипсой H_0 , и условная масса объема «чаши»; плотность $Z = M/S$; σ_u , σ_v – средние квадратические отклонения главных осей единичного эллипса рассеяния условных «масс» и коэффициент сжатия эллипса $k = \sigma_v / \sigma_u$; x_c , y_c – координаты центра циркуляции как центра масс и географические координаты φ_c , λ_c (широта, долгота); β – угол положения оси ложбины циклонического образования;

– для уровней 1000 и 850 гПа: $\Delta\lambda_{\text{во}}$, $\Delta\varphi_{\text{во}}$ – отклонения координат высотной оси ПАД по долготе и широте (рис. 1).

Таким образом, модель объекта ПАД описывается 26 параметрами. Чтобы сократить это пространство признаков, использованы процедуры факторного анализа: параметры модели p_j , $j = 1, 2, \dots, m$, представляются в виде линейной комбинации $k < m$ скрытых общих факторов [3]:

$$p_j = a_{j1} \cdot f_1 + a_{j2} \cdot f_2 + \dots + a_{jk} \cdot f_k + e_j,$$

где a_{ji} – коэффициенты (факторные нагрузки); f_i ($i = 1, 2, \dots, k$) – общие факторы, некоррелированные величины; e_j – остаток.

В результате проведенного факторного анализа получены общие факторы, объясняющие почти 80 % общей дисперсии параметров. Матрица факторных нагрузок приведена в таблице, где выделены значения, превышающие по модулю 0,6 [3]. С учетом значений этих нагрузок факторам дана следующая интерпретация:

- f_1 – фактор условной «мощности» ПАД (35 % дисперсии);
- f_2 – фактор конфигурации (19 % дисперсии);
- f_3 – фактор положения центра циркуляции (11 % дисперсии);
- f_4 – фактор наклона высотной оси по долготе (8 % дисперсии);
- f_5 – фактор условной «плотности» (6 % дисперсии).

Полученная факторная модель ПАД (обобщенная для уровней 1000, 925, 850 гПа) удобна для использования при разработке прогностических моделей атмосферных параметров, где применяется небольшое число некоррелированных предикторов.

Таблица. Факторные нагрузки
Table. Factor loadings

Параметр ПАД	Общий фактор модели				
	1	2	3	4	5
Изобарический уровень 925 гПа					
H_{\min}	0,834551	0,026733	0,005075	0,092197	0,153971
S	0,884687	0,055712	0,302417	-0,158792	-0,116858
M	0,815442	0,046411	0,294371	-0,169920	-0,294862
Z	0,173240	-0,003397	0,124073	-0,087126	-0,674578
σ_u	0,781847	0,109382	0,111365	-0,462131	0,066810
σ_v	0,623667	-0,593182	0,242192	-0,114652	0,105694
k	0,033112	-0,780739	0,137656	0,266560	0,038108
x_c	0,293522	-0,020393	0,909398	-0,109050	0,085028
y_c	-0,197020	0,389369	-0,830946	0,262762	-0,001160
λ_c	-0,284847	0,069394	-0,912805	0,128215	-0,083065
φ_c	-0,155302	-0,711286	0,108578	-0,441972	-0,082644
β	0,060841	0,602153	0,078963	0,182842	0,336079
Изобарический уровень 850 гПа					
H_{\min}	0,759288	0,085641	0,133858	0,269039	0,105899
S	0,716846	0,046522	0,495662	0,284951	-0,220357
M	0,659105	0,056165	0,432227	0,301023	-0,391841
Z	0,091928	0,012651	-0,029859	0,178925	-0,807185
σ_u	0,549471	0,009680	0,646994	0,017993	-0,084946
σ_v	0,560541	-0,507119	0,278397	0,407656	0,085362
k	0,127457	-0,657968	-0,367493	0,388253	0,147824
x_c	0,151618	0,027548	0,927644	0,231799	-0,102490
y_c	0,025735	0,609644	-0,755981	-0,043201	0,088561
λ_c	-0,134014	0,037443	-0,937890	-0,221691	0,096219
φ_c	-0,183304	-0,838014	0,217388	-0,172409	0,001075
β	0,000283	0,686154	0,241801	0,047709	-0,017566
Изобарические уровни 1000, 850 гПа					
$\Delta\lambda_{\text{во}}$	0,200612	-0,136096	-0,166547	-0,713669	0,236406
$\Delta\varphi_{\text{во}}$	-0,109165	-0,815707	0,286973	0,008769	0,036320

Типологизация объектов ПАД

Проведена типологизация внутренней структуры ПАД на основе кластер-анализа, задачей которого является идентификация кластеров (в данном случае – однородных по структуре групп образований термической депрессии) из многомерных данных. Используется процедура иерархической кластеризации, когда априорная информация о распределении всей совокупности объектов не требуется. Мерой близости объектов ПАД принято евклидово расстояние (D) [3]. Проведенная процедура кластеризации на базе полученных значений общих факторов за летний период 2005–2019 гг. показала, что можно выделить три однородные группы (типы) ПАД. На рис. 2 представлено дерево кластеризации объектов, где отчетливо проявляются три ветви «сгустков», кластеры. Обозначим их как 1, 2 и 3 типы ПАД.

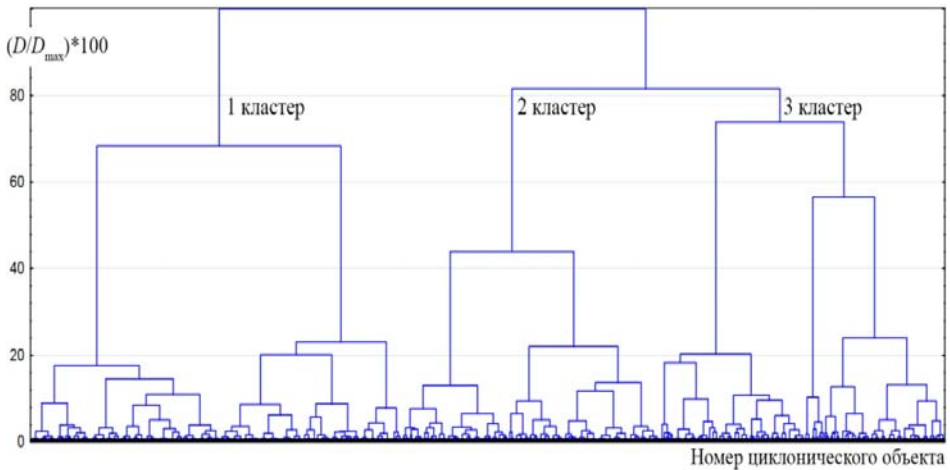


Рис. 2. Дерево кластеризации объектов ПАД (июнь–август, 2005–2019).

Fig. 2. Clustering tree of SAL objects (June–August, 2005–2019).

Визуализация объектов ПАД на факторной плоскости (рис. 3а) показывает, что образования 1 типа (в отличие от объектов 2 и 3 типа) характеризуются (в среднем) отрицательными значениями фактора мощности f_1 и положительными значениями фактора конфигурации f_2 . Объекты 2 и 3 типа ПАД различаются (в среднем) по фактору плотности f_5 (рис. 3б).

Повторяемость (P) типов ПАД в летнем сезоне приведена на рис. 4, где можно заметить, что в июле преобладает 1 тип ПАД (почти 50 % случаев), в августе все типы примерно одинаковой повторяемости.

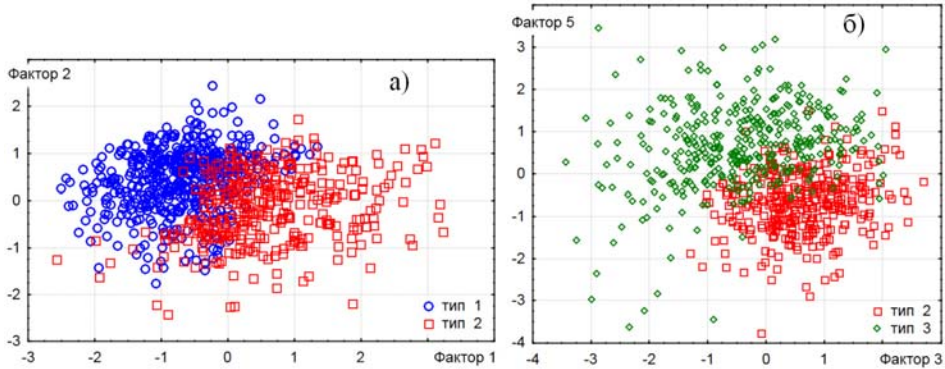


Рис. 3. Распределение объектов ПАД на факторной плоскости с учетом кластеризации: на плоскости f_1, f_2 (не показаны объекты кластера 3 типа) (а); на плоскости f_3, f_5 (не показаны объекты кластера 1 типа) (б).

Fig. 3. Distribution of SAL objects on the factor plane considering clustering: factor plane f_1, f_2 (cluster objects of type 3 are not shown) (a); factor plane f_3, f_5 (cluster objects of type 1 are not shown) (b).

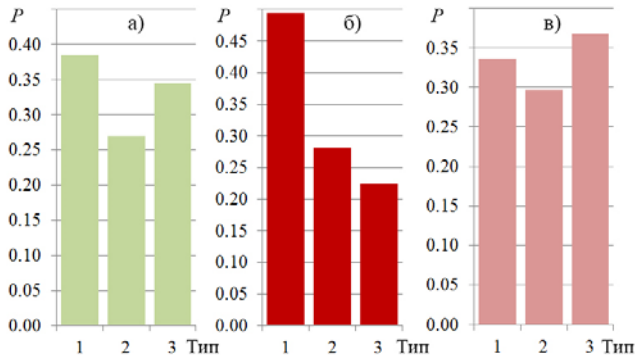


Рис. 4. Повторяемость типов ПАД (2005–2019 гг.): июнь (а); июль (б); август (в).

Fig. 4. Type repeatability of SAL (2005–2019): June (a); July (б); August (в).

Оценка зависимости факторов ПАД от приземной температуры воздуха

В качестве показателя зависимости факторов обобщенной модели ПАД в отношении термического состояния подстилающей поверхности районов Ближнего и Среднего Востока использовалась статистическая оценка коэффициента линейной корреляции между факторами f_k ($k = \overline{1,5}$) и температурой воздуха t_{ij} в узлах (φ_i, λ_j) регулярной сетки изобарического уровня 1000 гПа [4]:

$$r^* = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n \left(\frac{f_{kl} - \bar{f}_k}{\sigma_{f_k}} \right) \left(\frac{t_{ijl} - \bar{t}_{ij}}{\sigma_{t_{ij}}} \right),$$

где n – объем выборки (июнь, июль, август 2005–2019 гг.); f_{kl}, t_{ijl} – значения l ($l=1, 2, \dots, n$) общего фактора f_k и температуры приземного воздуха t_{ij} ; $\bar{f}_k, \bar{t}_{ij}, \sigma_{f_k}, \sigma_{t_{ij}}$ – выборочные средние и средние квадратические отклонения рассматриваемых параметров.

Значимость оценки коэффициента корреляции устанавливается проверкой гипотезы об отсутствии корреляционной связи по условию [4]:

$$|r^*| \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^{*2}} < t_{0,05}(n-2),$$

где $t_{0,05}(n-2)$ – 5 % точка распределения Стьюдента с $(n-2)$ степенями свободы.

При $|r^*| > 0,1$ нулевая гипотеза отсутствия связи между переменными отвергается (при используемых объемах выборок). Это позволяет считать значимыми связи между факторами ПАД и температурой воздуха в узлах сетки при $|r^*| > 0,1$. В этом случае величина коэффициента корреляции позволяет оценить степень влияния приземной температуры воздуха на факторы ПАД, а его распределение по территории – выделить районы этого влияния.

Пространственные распределения значений коэффициента корреляции между f_k и t_{ij} представлены на карте Ближнего и Среднего Востока для летнего сезона при различных типах ПАД в виде полей модуля $|r^*|$ (рис. 5–9).

Анализ рис. 5а позволяет заключить, что термическое состояние Аравийского моря определяет (в основном) фактор f_1 (мощности) 1 типа ПАД. Как следует из рис. 5б, фактор f_1 при 2 типе ПАД имеет значительную площадь распределения корреляционной связи с температурой приземного слоя континентальной части (Аравийского полуострова). Фактор f_1 3 типа ПАД зависит от термического состояния поверхности Средиземного и Аравийского морей (рис. 5в).

Как показано на рис. 6а, термический режим пустыни Тар (на юго-западе Индии), где среднесуточная максимальная температура составляет 40 °С [2], оказывает основное влияние на фактор f_2 (конфигурации депрессии) при формировании 1 типа ПАД. Основное влияние на фактор f_2 2 типа ПАД отмечается (рис. 6б) со стороны Сирийской пустыни и Большой Нефуд (Сирия, Ирак, Иордания, Саудовская Аравия). Как отражено на рис. 6в, на конфигурацию 3 типа ПАД оказывают влияние температуры подстилающей поверхности горных массивов Пакистана, Афганистана, Непала и северной части Индии, а также Средиземного моря и Саудовской Аравии.

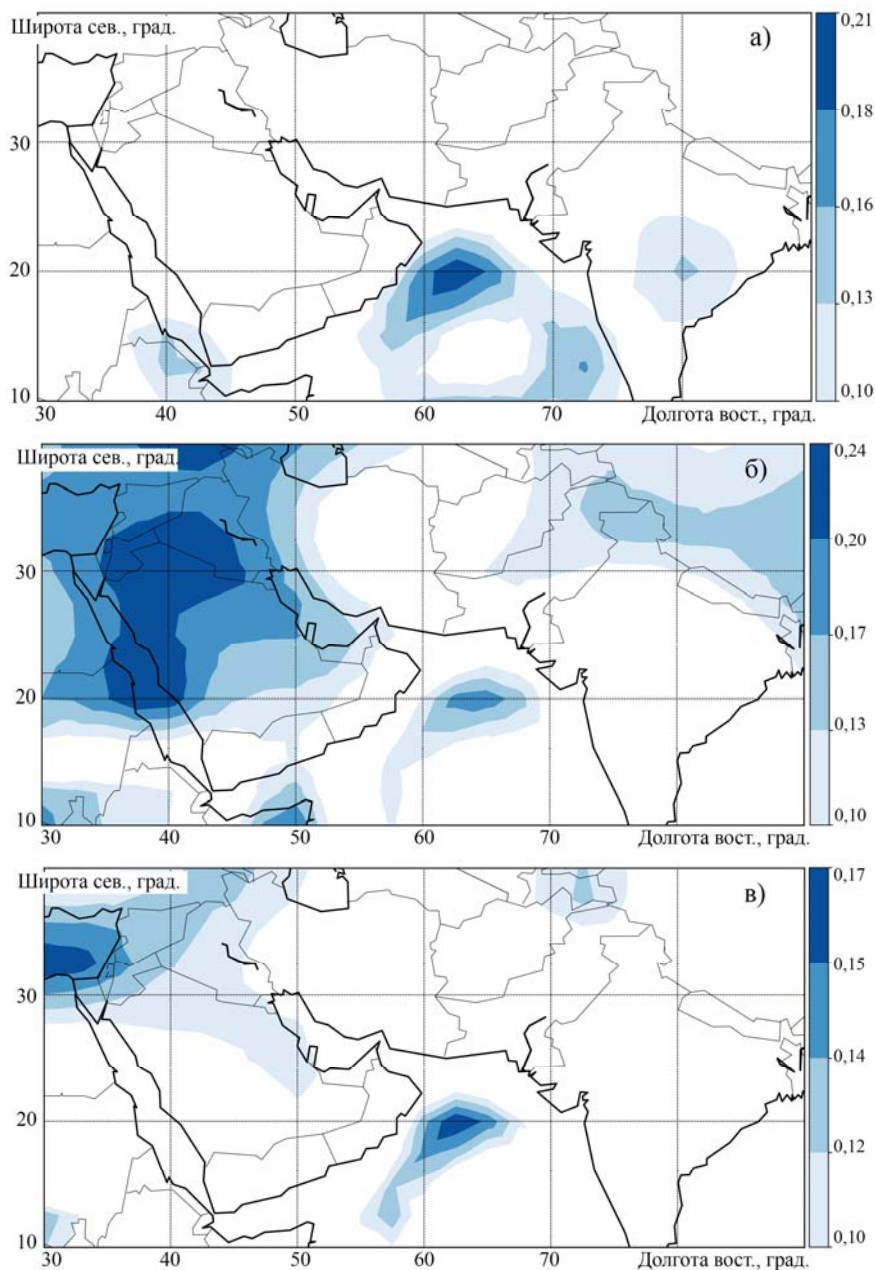


Рис. 5. Пространственное распределение коэффициента корреляции между температурой и фактором f_1 при различных типах ПАД (июнь, июль, август 2005–2019 гг.): 1 тип (а); 2 тип (б); 3 тип (в).

Fig. 5. Spatial distribution of the correlation coefficient between temperature and factor f_1 for various SAL types (June, July, August, 2005–2019): 1 type (a); 2 type (б); 3 type (в).

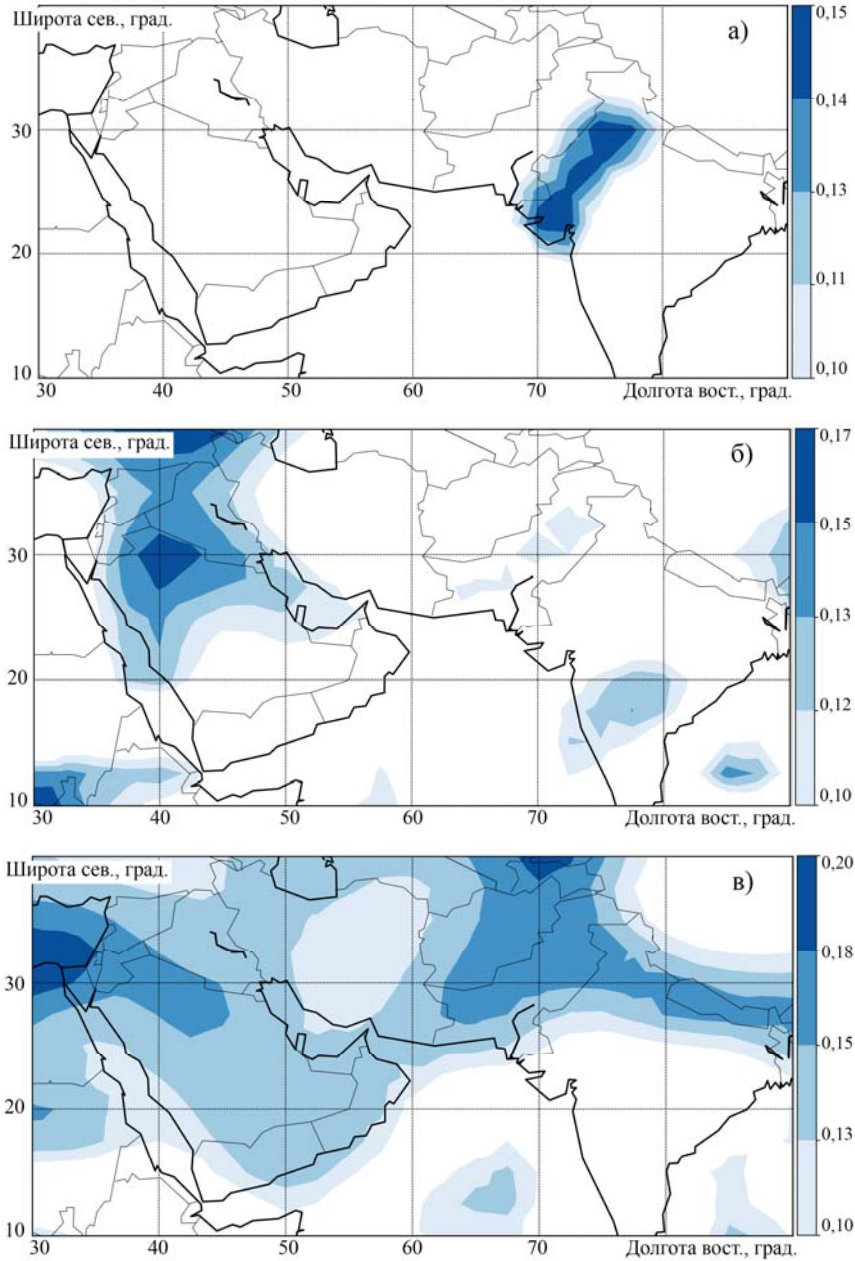


Рис. 6. Пространственное распределение коэффициента корреляции между температурой и фактором f_2 при различных типах ПАД (июнь, июль, август 2005–2019 гг.): 1 тип (а); 2 тип (б); 3 тип (в).

Fig. 6. Spatial distribution of the correlation coefficient between temperature and factor f_2 for various SAL types (June, July, August, 2005–2019): 1 type (а); 2 type (б); 3 type (в).

Корреляционная зависимость температуры и фактора f_3 (положения центра циркуляции) для 1 и 2 типа ПАД незначительна (на рисунках не отображена). Для 3 типа ПАД на f_3 оказывает влияние термическое состояние подстилающей поверхности всей северной части Ближнего и Среднего Востока (рис. 7).

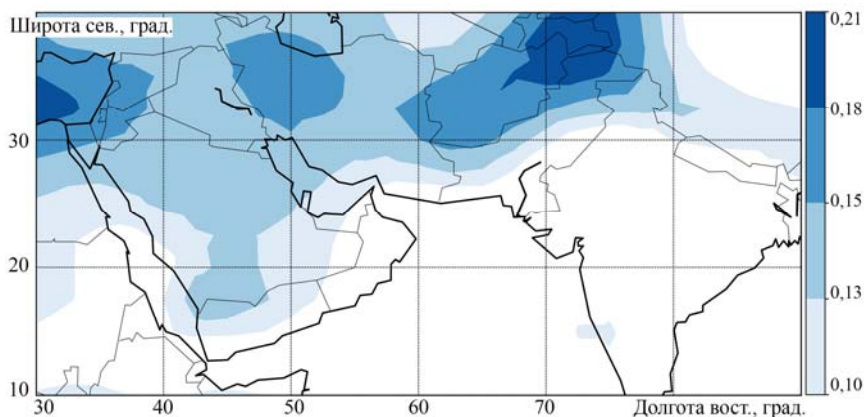


Рис. 7. Пространственное распределение коэффициента корреляции между температурой и фактором f_3 при 3 типе ПАД (июнь, июль, август 2005–2019 гг.).

Fig. 7. Spatial distribution of the correlation coefficient between temperature and factor f_3 for 3 type SAL (June, July, August, 2005–2019).

Пространственное распределение коэффициента корреляции температуры и фактора f_4 (наклон высотной оси ПАД по долготе) представлено на рис. 8. Термические состояния плоскогорья Декан (п-ов Индостан) и горных поверхностей (Памир, Гиндукуш, Гималаи) определяют фактор f_4 1 типа ПАД (рис. 8а); при 2 типе ПАД на f_4 оказывает влияние температура подстилающей поверхности африканского континента (Эфиопия) и, в некоторой степени, районы Аравийского моря, Бенгальского залива, п-ова Индостан (рис. 8б); фактор f_4 для 3 типа ПАД значительно зависит от термического состояния северо-западной части Ближнего Востока, горных массивов северной части Среднего Востока, центральной части полуострова Индостан, западной части африканского континента (рис. 8в).

Фактор f_5 (плотности депрессии) имеет малую корреляционную взаимосвязь с температурой приземного воздуха. Районы термического влияния подстилающей поверхности для 1 и 2 типов ПАД показаны на рис. 9.

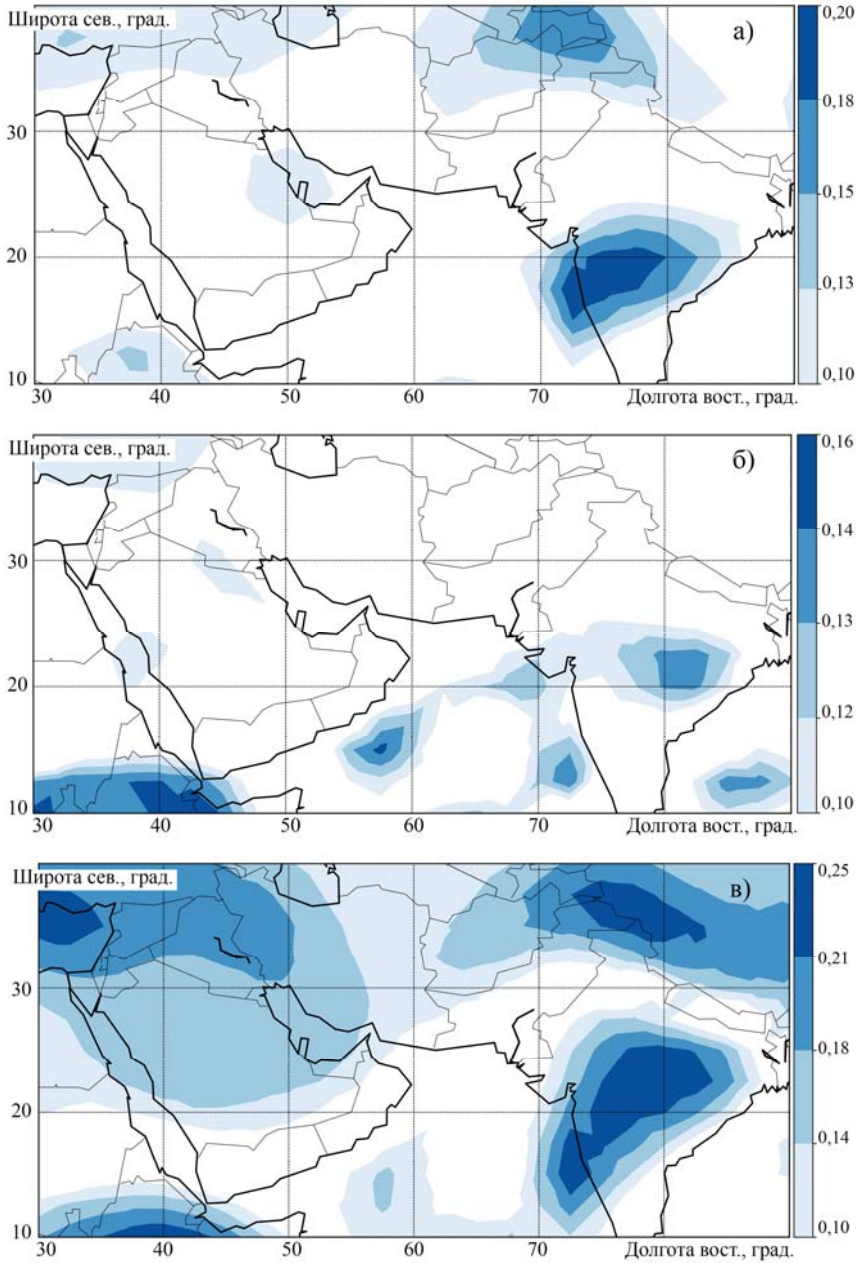


Рис. 8. Пространственное распределение коэффициента корреляции между температурой и фактором f_4 при различных типах ПАД (июнь, июль, август 2005–2019 гг.): 1 тип (а); 2 тип (б); 3 тип (в).

Fig. 8. Spatial distribution of the correlation coefficient between temperature and factor f_4 for various SAL types (June, July, August, 2005–2019): 1 type (а); 2 type (б); 3 type (в).

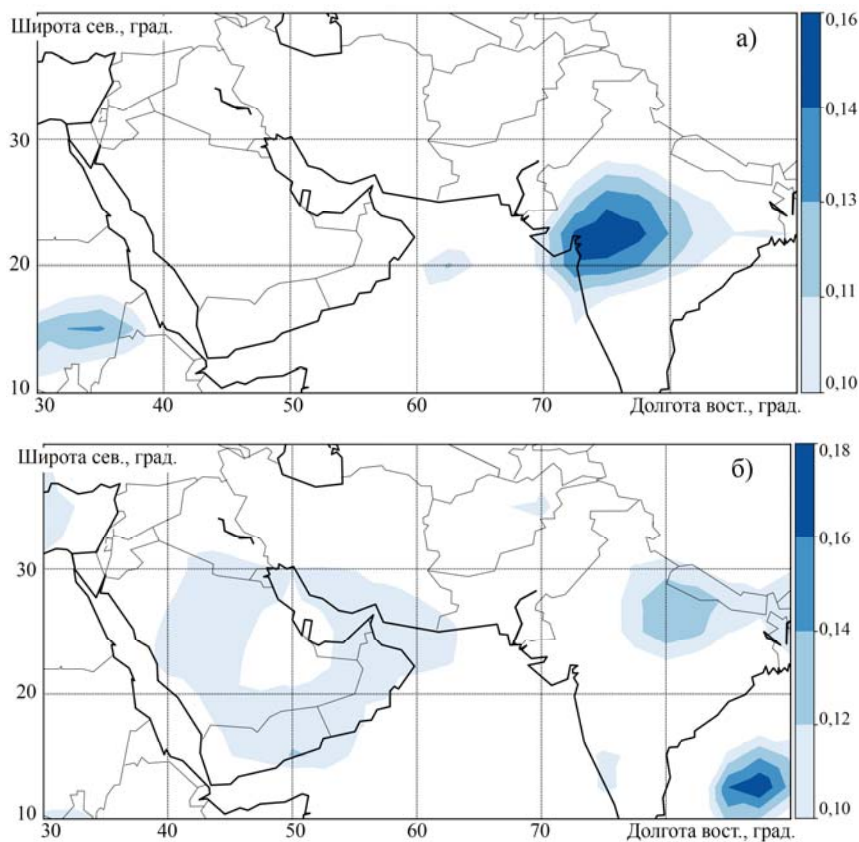


Рис. 9. Пространственное распределение коэффициента корреляции между температурой и фактором f_5 при различных типах ПАД (июнь, июль, август 2005–2019 гг.): 1 тип (а); 2 тип (б).

Fig. 9. Spatial distribution of the correlation coefficient between temperature and factor f_5 for various SAL types (June, July, August, 2005–2019): 1 type (а); 2 type (б).

Таким образом, обобщенные характеристики структуры циркуляции нижней тропосферы связаны с географическими особенностями термического состояния подстилающей поверхности. Однако к использованию того или иного фактора ПАД при построении модельных зависимостей следует подходить дифференцированно. Анализ пространственного распределения коэффициента корреляции показал, что влияние приземной температуры воздуха на каждый фактор термической депрессии различается: в зависимости от типа ПАД; по районам Ближнего, Среднего Востока, Восточной части Африканского континента; по величине корреляционной связи.

Заключение

Региональные атмосферные процессы Ближнего и Среднего Востока определяются в летнем периоде главным образом термической депрессией, характеристики которой оказывают влияние на формирование и пространственное распределение многих метеорологических величин. Полученные в исследовании результаты расширяют сведения о сезонном центре действия атмосферы: позволяют получить типовые поля ПАД с учетом особенностей внутренней структуры; выявить особенности метеорологических условий при различных типах ПАД (в различных районах рассматриваемого макрорегиона); выделенные обобщенные характеристики структуры ПАД могут быть использованы при построении прогностических моделей. Прогнозируя приземную температуру воздуха известными методами, используя полученные оценки зависимостей общих факторов ПАД от температуры, можно с использованием регрессионного анализа прогнозировать эволюцию ПАД.

Список литературы

1. Авиационно-климатическая характеристика Ближнего Востока. М.: Воениздат, 1969. 112 с.
2. Авиационно-климатическая характеристика Среднего Востока. М.: Воениздат, 1977. 110 с.
3. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
4. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: Справочное издание. М.: Финансы и статистика, 1985. 487 с.
5. Анасова Е.Г. О характеристиках местоположения центров действия атмосферы // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1979. Вып. 58. С. 89-97.
6. Багров Н.А., Орлова И.И. К вопросу определения центра циркуляции атмосферы // Труды ГМЦ. 1978. Вып. 211. С. 3-14.
7. Глызь Г.А. О некоторых характеристиках циркумполярного вихря // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1979. Вып. 58. С. 98-104.
8. Шипко Ю.В., Балакин В.С., Шувакин Е.В. Факторная модель переднеазиатской депрессии на изобарическом уровне 925 гПа // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2020. № 1. С. 22-28. DOI: 10.17308/geo.2020.1/2657.
9. NCEP/DOE AMIP II Reanalysis [Электронный ресурс]. URL: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.pressure.html> (дата обращения: 22.02.2021).

References

1. Aviacionno-klimaticheskaya harakteristika Blizhnego Vostoka. [Aviation-climatic characteristics of the Near East]. Moscow: Voenizdat Publ., 1969, 112 p. [in Russ.].
2. Aviacionno-klimaticheskaya harakteristika Srednego Vostoka. [Aviation-climatic characteristic of the Middle East]. Moscow: Voenizdat Publ., 1977, 110 p. [in Russ.].

3. Ayvazyan S.A., Buhstaber V.M., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. Prikladnaya statistika: Klassifikaciya i snizhenie razmernosti. [Applied Statistics: Classification and Reduction of Dimension]. Moscow: Finansy i statistika [Finance and statistics] Publ., 1989, 607 p. [in Russ.].

4. Ayvazyan S.A., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. Prikladnaya statistika: Issledovanie zavisimostey. [Applied Statistics: Study of relationships]. Reference edition. Moscow: Finansy i statistika [Finance and statistics] Publ., 1985, 487 p. [in Russ.].

5. Apasova E.G. About the characteristics of the location of atmospheric action centers. *Trudy VNIIGMI-MTSD [Proceedings of RIHMI-WDC]*, 1979, vol. 58, pp. 89-97 [in Russ.].

6. Bagrov N.A., Orlova I.I. On the issue of determining the center of atmospheric circulation. *Trudy Gidromettsentra SSSR [Proceedings of the Hydrometcentre of the USSR]*, 1978, vol. 211, pp. 3-14 [in Russ.].

7. Glyz' G.A. On some characteristics of circumpolar vortex. *Trudy VNIIGMI-MTSD [Proceedings of RIHMI-WDC]*, 1979, vol. 58, pp. 98-104 [in Russ.].

8. Shipko Yu.V., Balakin V.S., Shuvakin E.V. Factor model of the South Asia Low at the isobaric level 925 hPa. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology]*. 2020, vol. 1, pp. 22-28. DOI: 10.17308/geo.2020.1/2657 [in Russ.].

9. NCEP/DOE AMIP II Reanalysis. Available at: https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep_reanalysis2_pressure.html (accessed: 22.02.2021).

*Поступила 14.10.2021; одобрена после рецензирования 30.11.2021;
принята в печать 13.12.2021.*

*Submitted 14.10.2021; approved after reviewing 30.11.2021;
accepted for publication 13.12.2021.*