



ГЕОГРАФИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 4–10

Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2024, vol. 24, iss. 1, pp. 4–10

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2024-24-1-4-10>, EDN: FKPILE

Научная статья

УДК 551.582.2

Мониторинг ежемесячной динамики грозовой активности в Ираке

И. А. Аль-Хулайфави[✉], А. Р. Иошпа

Южный федеральный университет, Россия, 344000, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 105/42

Аль-Хулайфави Имад Абдулриза, аспирант кафедры летательных аппаратов Института радиотехнических систем и управления, imadjasim900@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-1610-9795>

Иошпа Александр Рувимович, кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой океанологии Института наук о Земле, aioshpa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4573-4393>

Аннотация. В статье представлены результаты исследования ежемесячной изменчивости грозовой активности по трем метеорологическим станциям, расположенным на территории Ирака, за десятилетний период с 2000 по 2009 г. Это исследование основано на архивных данных ежедневных метеорологических наблюдений. Изучение фронтов в течение шести месяцев в году и в течение десяти лет показало, что грозы чаще всего случаются в марте и апреле – около 47.42% всех случаев, причем 22.3% из них приходятся на северный горный регион Ирака. На станции Ханакин было зарегистрировано 67 бароклинических и 63 баротропных случая возникновения конвективной облачности с грозами, на станции аэропорта Багдада 42 бароклинических и 47 баротропных случаев, а на станции аэропорта Басры – 21 случай бароклинических и 27 баротропных. Всякий раз, когда происходит изменение горизонтальной температуры, становится доступной потенциальная энергия. Циклоническая циркуляция обычно вызывает резкое изменение погоды включая сильный ветер, проливной дождь, грозы и другие возможные метеорологические явления. Эта система низкого давления, которая включает в себя средиземноморскую систему низкого давления и встречается в регионах с преимущественно западными и обратными ветрами, приводит к усилению ветра и увеличивает вероятность гроз и обильных осадков. Многоцентровые циклоны в районах Красного и Средиземного морей формируют в районах Ирака сильно развитую кучево-дождевую облачность с ливневыми осадками, градом и грозами.

Ключевые слова: тропосфера, грозовая активность, баротропный, бароклинический, осадки, депрессии

Для цитирования: Аль-Хулайфави И. А., Иошпа А. Р. Мониторинг ежемесячной динамики грозовой активности в Ираке // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 4–10. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2024-24-1-4-10>, EDN: FKPILE

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Monitoring of monthly dynamics of thunderstorm activity in Iraq

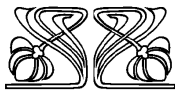
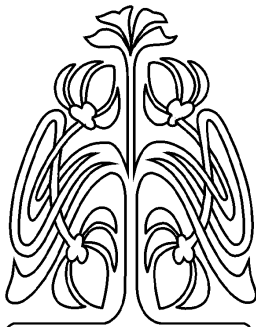
I. A. Al-Khulaifawi[✉], A. R. Ioshpa

Southern Federal University, 105/42 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don, 344000, Russia

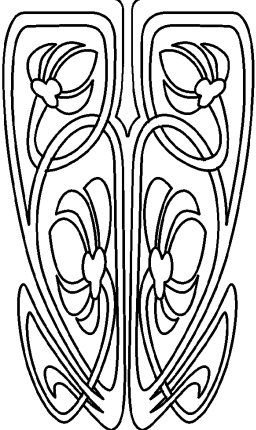
Imad A. Al-Khulaifawi, imadjasim900@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-1610-9795>

Alexander R. Ioshpa, aioshpa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4573-4393>

Abstract. The article presents the study results of the monthly variability thunderstorm activity at three meteorological stations located in Iraq over a ten-year period from 2000 to 2009. This is a study based on archived data from daily meteorological observations. The study of fronts for six months a year and for ten years showed that thunderstorms most often occur in March and April, accounting for about 47.42% of all thunderstorms. Moreover, 22.3% of them are in the northern mountainous region of Iraq. 67 baroclinic and 63 barotropic cases



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





were registered at Khanaqin Station; 42 baroclinic and 47 barotropic cases were recorded at Baghdad Airport Station; and 21 baroclinic and 27 barotropic cases were listed at Basra Airport Station. Whenever there is a change in the horizontal temperature, potential energy becomes available. Low-pressure systems usually cause sudden weather changes, including strong winds, heavy rain, thunderstorms, and other possible meteorological phenomena. This low-pressure system, which includes the Mediterranean low-pressure system and occurs in regions with predominantly westerly and reverse winds, leads to increased winds and increases the likelihood of thunderstorms and heavy rainfall. When the depression of the Red Sea connects with the depression of the Mediterranean Sea, deep cumulonimbus clouds will form, and the weather will be very bad with rain and thunderstorms (rain, thunder, lightning, maybe even hail).

Keywords: troposphere, thunderstorm activity, barotropic, baroclinic, precipitation, depression

For citation: Al-Khulaifawi I. A., Ioshpa A. R. Monitoring of monthly dynamics of thunderstorm activity in Iraq. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2024, vol. 24, iss. 1, pp. 4–10 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2024-24-1-4-10>, EDN: FKPILF

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC0-BY 4.0)

Введение

Кучево-дождевые облака (Cb), вызывающие молнии и гром, являются одним из важнейших погодных явлений и вызваны большой неустойчивостью, присутствующей в атмосфере. Такие облака представляют серьезную опасность для авиации из-за сильной турбулентности, мощного электрического разряда, обледенения и т. д. Такие поверхностные явления, как грозы, шквалы, град, проливные дожди, связанные с облаками Cb, могут нанести ущерб имуществу и даже привести к гибели людей.

Комплексные исследования грозовой активности в Ираке не проводились давно, а с учетом происходящего изменения климата, которое оказывает огромное влияние на условия формирования опасных погодных явлений, актуальным является вопрос мониторинга динамики грозовой активности на территории Ирака [1].

Грозу обычно классифицируют как явление «мезомасштаба» – с масштабом в пространстве от нескольких километров до нескольких сотен километров и масштабом времени от нескольких минут до нескольких часов. Хотя грозы на один-два порядка слабее, чем синоптические возмущения, развитие гроз в значительной степени определяется общим синоптическим масштабом. Именно возмущения синоптического масштаба создают условия, благоприятные для наступления грозы.

Воздушные потоки, движущиеся вверх и вниз, а в метеорологии и воздушные течения, движущиеся вниз, соответственно, обусловлены несколькими причинами. Местное дневное нагревание земли приводит к тому, что поверхностный воздух становится намного теплее, чем воздух выше, и поскольку более теплый воздух менее плотный, он поднимается и заменяется опускающимся более холодным воздухом. Вертикальное восходящее течение, называемое тепловым, может достигать высоты 3 км (2 мили) и более. Чем больше радиус термика, тем выше он может подняться. Повышение и понижение также происходит как часть турбулентности, которая создается, когда воздух проходит через топографические барьеры, такие как горы. Сильные восходящие и нисходящие потоки также случаются во время грозы. Восходящие по-

токи характеризуют раннее развитие шторма, во время которого теплый воздух поднимается до уровня, где начинается конденсация и начинают развиваться формируются осадки. В зрелом шторме восходящие потоки присутствуют наряду с нисходящими потоками, вызванными охлаждением и выпадением осадков. Эти нисходящие потоки, берущие начало на высоких уровнях, содержат холодный, плотный воздух, который распространяется у земли в виде клина холодного воздуха. Резкие изменения направления и / или скорости ветра в пространстве в районе аэродрома (включая нисходящие и восходящие воздушные потоки) приводят к сдвигам ветра, которые представляют опасность для воздушных судов во время посадки и взлета. Когда атмосфера становится достаточно неустойчивой, чтобы сформировались большие, мощные взлеты и сбросы (как указывают красные и синие стрелки), создается грозоздкое облако [2]. Иногда возмущения достаточно сильны, чтобы вытянуть верхнюю часть облака в тропопаузу – границу между тропосферой и стратосферой (рис. 1).

Восходящий поток поднимается, вращается против часовой стрелки и уходит на восток, образуя наковальню. Скорость восходящего потока во время суперячейковых штормов может превышать 40 метров (130 футов) в секунду и способна взвешивать градины размером с грейпфрут [3].

Кучево-дождевые облака всегда называют грозовыми, а их высота может превышать 12 километров, при этом сильные ветра прокладывают верхушки облаков, придавая им форму наковальни. Сильный дождь, снег, град, молнии и ураганы связаны с кучево-дождевыми облаками. Летом и весной, когда поверхность Земли излучает тепло, конвективная облачность развивается наиболее активно [4].

Материалы и методы

Республика Ирак – государство, расположенное в Юго-Западной Азии и граничащее на севере с Турцией, на востоке с Ираном, на западе с Иорданией и Сирией, на юге с Саудовской Аравией и Кувейтом. Ирак лежит между 29°5' и 37°15' северной широты и 38°45' и 48° 45' восточной долготы (рис. 2). Топографически страна разделена на четыре отдельных региона:

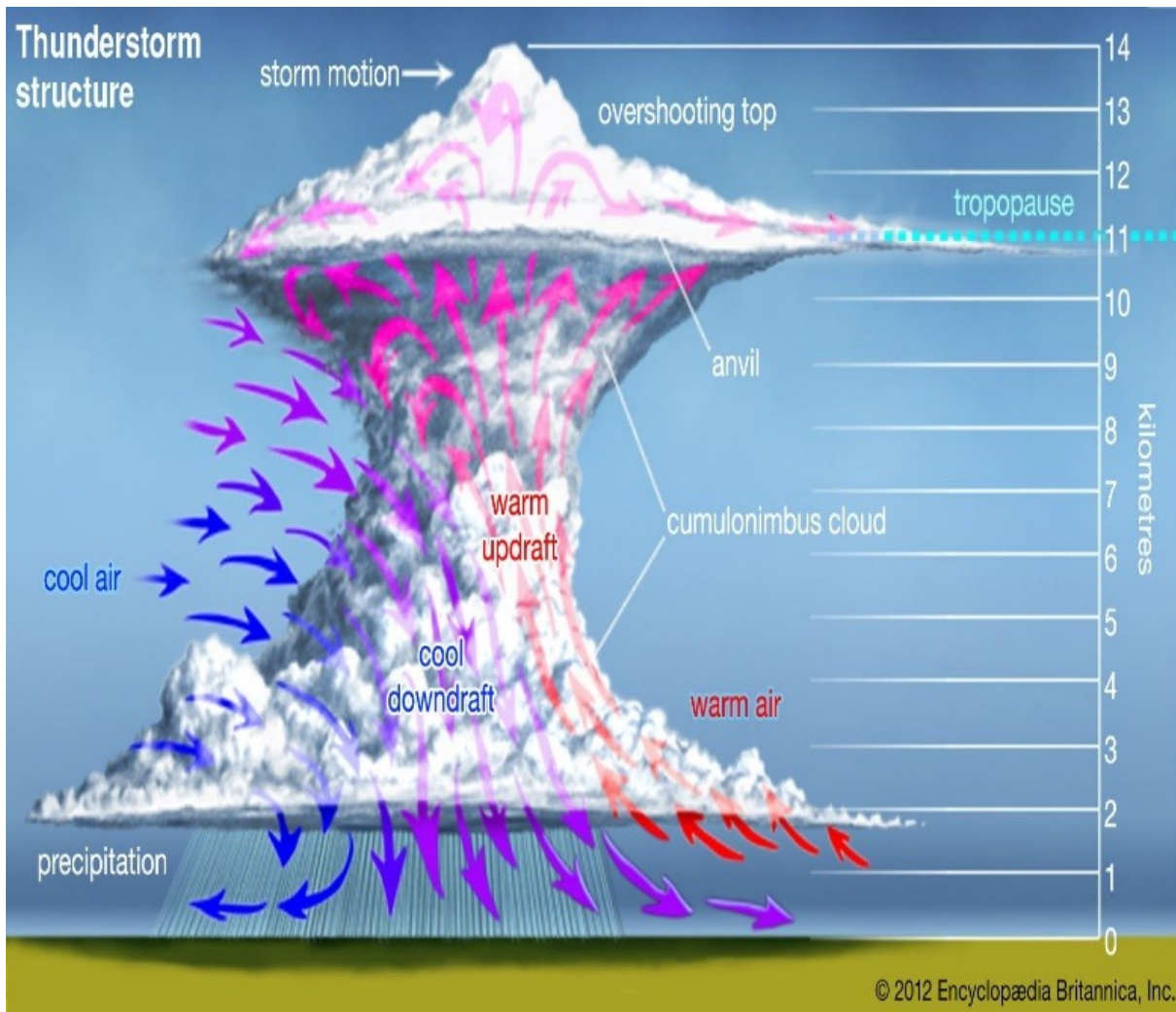


Рис. 1. Грозовая структура [5] (цвет онлайн)

- 1) Месопотамский между реками Тигр и Евфрат, что составляет 20% общей площади страны;
- 2) регион плато и холмов, который составляет 15% общей площади;
- 3) пустыня на западе и юге – 60% общей площади;
- 4) горы на севере и северо-востоке страны, которые занимают 5% общей площади [6, 7].

Средняя широта подавляет систему, которая рождается, становится зрелой, а затем ослабляется и рассеивается. Процесс созревания и развития депрессии называется циклогенезом, в то время как ослабленная депрессия называется циклолизом [8, 9].

Циклогенез в депрессиях средней широты может быть оценен, если его наличие сопровождается следующими факторами:

- 1) горный район, расположенный к востоку на пути депрессии;
- 2) глубокие трубы, расположенные к востоку от депрессии (на уровне 500 мбар);

- 3) крепкий хребет, расположенный к западу от депрессии (на уровне 500 мбар);
- 4) регионы с большим температурным градиентом (зоны воздушных фронтов);
- 5) области неустойчивости, где вертикальное движение воздуха не тормозится;
- 6) области, где холодный воздух перемещается над горячими и влажными воздушными зонами;
- 7) из-за увеличения силы Кориолиса удаление от экватора делает этот тип депрессии более тяжелым [8, 9].

Исследование проводилось на основе анализа ежедневных (архивных) метеорологических данных о грозовых явлениях за 10 лет на трех метеорологических станциях (Ханакин, аэропорт Багдада и аэропорт Басры) за период 2000–2009 гг. [10, 11]. Ряды данных были проверены на предмет их качества и непрерывности записей. Осуществлен экспертный контроль качества данных.

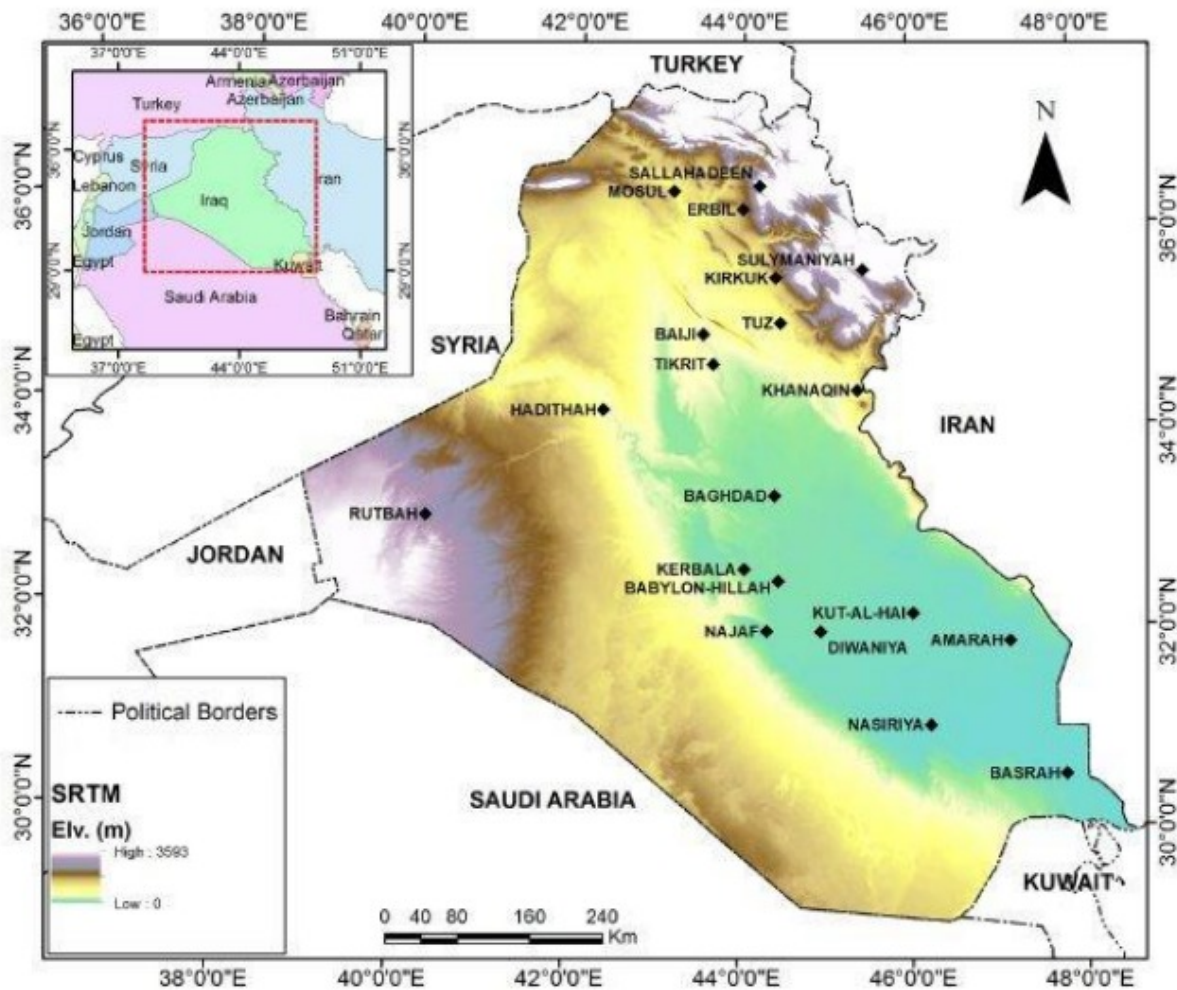


Рис. 2. Карта Ирака [6] (цвет онлайн)

На всех метеорологических станциях были проанализированы случаи с грозами (баротропный или бароклинический). Для анализа использовались карты барической топографии АТ- 500, АТ- 850 гПа и приземные карты погоды.

Для анализа данных в статье использовались стандартные методы математической статистики.

Результаты и их обсуждение

Временная изменчивость суммарного числа дней с грозами на территории Ирака по трем метеостанциям за 10-летний период представлена на графике (рис. 3). Результаты анализа показывают, что наибольшее количество дней с грозами за рассматриваемый период приходится на горные районы, где расположена станция Ханакин, – 182 дня. Наименьшая повторяемость наблюдалась в районе Персидского залива на метеостанции аэропорта Басры – 67 дней, а на метеостанции аэропорта Багдада 101 день.

Как видно из графика (рис. 3), за исследуемый период на территории Ирака максимум количества дней с грозами приходится на район, где расположена станция Ханакин, – явное увеличение количества гроз в 2006, 2007 и 2008 гг.

Анализ среднегодового числа дней с грозами за 10-летний период (с 2000 по 2009 г.) на всех станциях в Ираке показал, что обычно максимальная повторяемость грозовой активности приходится на весну – в марте и апреле около 47.42% всех гроз, как показано на рис. 4. Как показал анализ данных за 10-летний период (с 2010 по 2019 гг.) на всех станциях в Ираке, обычно максимальная повторяемость грозовой активности приходится на тот же весенний период – в марте и апреле около 38.19 % всех гроз [12].

Максимальное количество дней с грозами наблюдается в апреле (максимум 10 дней на станции Ханакин) в горной местности в северной и северо-западной части страны из-за преобладающих орографических условий, способствующих конвективной активности. На равнинных территориях Ирака максимальное количество

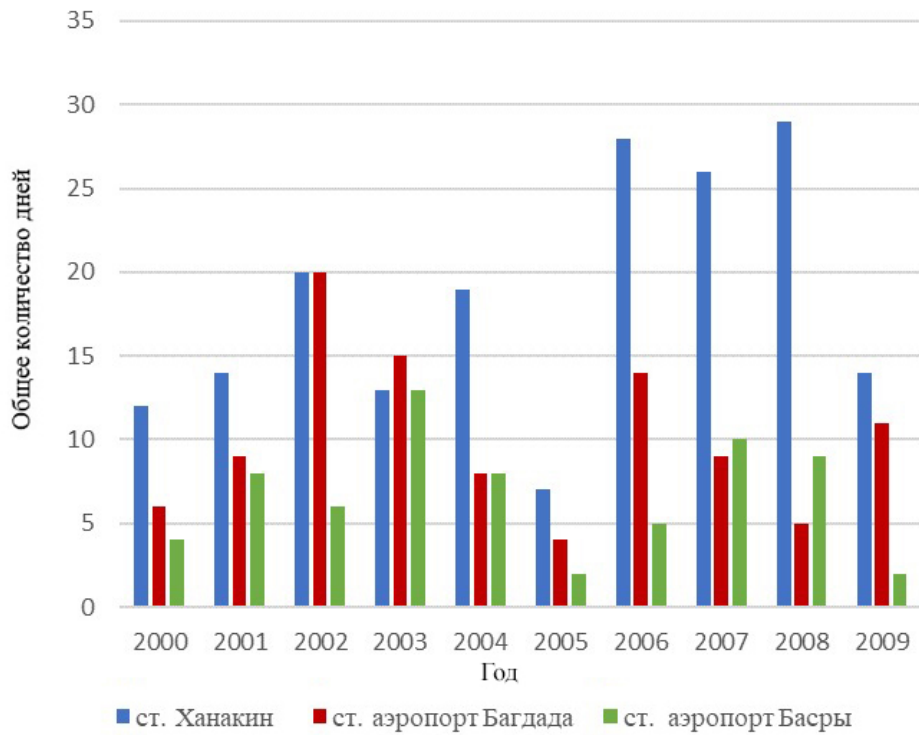


Рис. 3. Распределение общего количества гроз по годам за 10 лет (цвет онлайн)

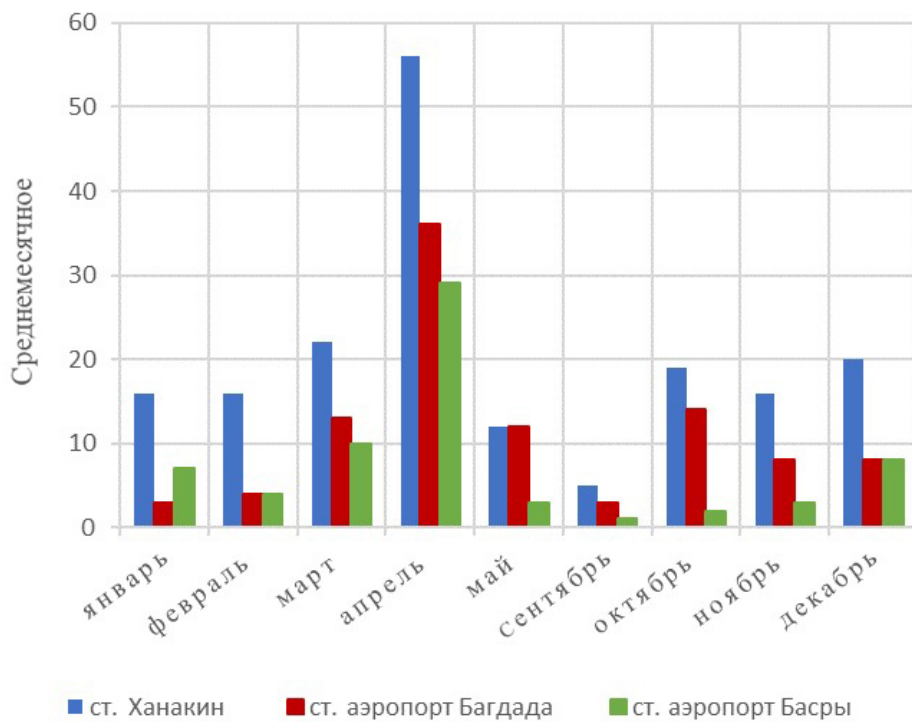


Рис. 4. Среднемесячное число дней с грозой за период с 2000 по 2009 г. (цвет онлайн)



наблюдается в апреле – 8 дней на станции аэропорта Багдада и 7 дней на станции аэропорта Басры.

Средняя температура в Ираке в июле и августе достигает 48 °С и более и опускается ниже нуля в январе. Большинство осадков приходится на период с декабря по апрель, причем средний показатель колеблется в пределах 100–180 мм в год (на севере Ирака). В горном регионе осадков выпадает больше, чем в центральных и южных. Около 90% годовых осадков приходится на период с ноября по март. Что касается остальных месяцев, особенно летних – июня, июля и августа, – они полностью засушливые [13, 14].

Обычно системы низкого давления вызывают внезапные колебания погоды с сильными ветрами, дождями, грозами и другими резкими изменениями погоды. Системы низкого давления не остаются на месте, а передвигаются по однотипным траекториям [15].

Бароклидная неустойчивость определяется как динамическая неустойчивость в основном переносе в атмосфере. Она связана с наличием меридионального градиента температуры и, следовательно, термического ветра. Когда теплая воздушная масса поднимается, она охлаждается и конденсируется, что приводит к образованию облаков и осадков. Сжатие воздуха происходит на холодном фронте, когда холодная воздушная масса вытесняет теплую. Возможное при этом сжатие и нагревание воздуха может привести

к образованию грозовых облаков и сильных осадков.

Данные о наблюдаемых днях с грозами в марте, апреле, мае, сентябре, октябре и ноябре были проанализированы за период 2000–2009 гг. для трех станций. Что касается повторяемости гроз на станции Ханакин и станции аэропорта Багдада, то они носили больше баротропный характер в 2002 г. и бароклинный в 2006 г., а на станции аэропорта Басры их характер был баротропным в 2003 г. и бароклинным в 2008 г. (рис. 5).

Заключение

1. За 10-летний период исследований в Ираке наибольшее количество грозовых дней наблюдалось на метеорологической станции в Ханакине – до 20 дней в 2006 г., на станции аэропорта Багдада – 18 дней в 2002 г. и на станции аэропорта Басры – 12 дней в 2003 г.

2. Пиковыми месяцами грозовой активности на исследуемой территории являются март, апрель, октябрь и ноябрь.

3. Отчетливо прослеживается меридиональное распределение числа дней с грозами: при продвижении с севера на юг грозовая активность уменьшается.

4. Наблюдаемая частота гроз в Басре низкая в сравнении с остальными станциями из-за ее близости к экватору, низкой относительной влажности, очень низкой высоты над по-

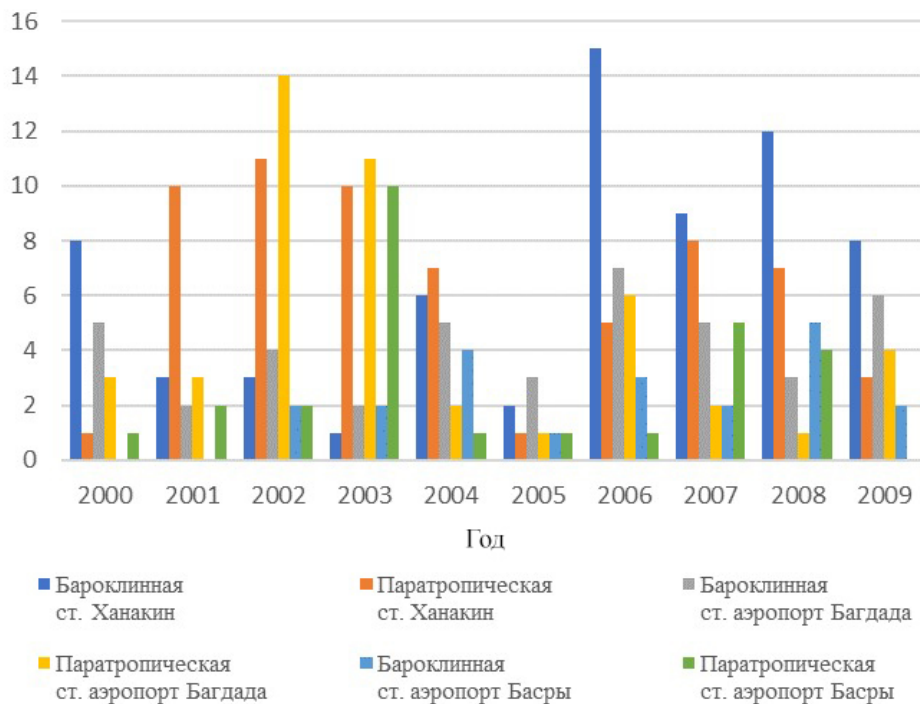


Рис. 5. Годовое количество гроз (бароклинных и баротропных) за период с 2000 по 2009 г. (цвет онлайн)



верхностью моря, увеличивающегося количества нефтяных скважин, уменьшения растительного покрова (сельскохозяйственных угодий) из-за засухи и соленой воды.

Библиографический список

1. Абдуль Баки Ф. Х. Атмосферные явления в верхних слоях атмосферы и их влияние на формирование климата в Ираке. Багдад : Университет Аль-Мустансерия, 2001. 140 с. (араб. яз.).
2. Updraft and downdraft. URL: <https://www.britannica.com/science/updraft> (дата обращения: 06.11.2023).
3. Downdraft. URL: <https://www.britannica.com/science/downdraft> (дата обращения: 06.11.2023).
4. Zipser E. J. Deep cumulonimbus cloud systems in the tropics with and without lightning // *Monthly Weather Review*. 1994. Vol. 122, iss. 8. P. 1837–1851. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1994\)122<1837:DCCSIT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1994)122<1837:DCCSIT>2.0.CO;2)
5. Thunderstorm: structure. URL: <https://www.britannica.com/science/updraft#/media/1/618650/19389> (дата обращения: 06.11.2023).
6. USGS, 2004. Shuttle Radar Topography Mission', 3-Arc Second scenes for IRAQ, Unfilled Unfinished 2.0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.
7. Al-Ansari N. Topography and climate of Iraq // *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*. 2021. Vol. 11, № 2. P. 1–13. <https://doi.org/10.47260/jesge/1121>
8. Stull R. *Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science*. British Columbia, Canada: Dept. of Earth, Ocean & Atmospheric Sciences; University of British Columbia, 2017. 940 p. https://www.eoas.ubc.ca/books/Practical_Meteorology/
9. Mutar A. G., Abdulkareem A. K., George L. E. *Physical and Synoptical Characteristics of Torrential Rains over Iraq and Neighboring Regions: Cases Study*. Baghdad : Al-Mustansiriya University ; Mustansiriyah University College of Science Department of Atmospheric Science, 2021. 104 p.
10. Meteologix. URL: <https://meteologix.com> (дата обращения: 20.09.2023).
11. Аль-Хулайфави И. А., Иошпа А. Р. Анализ грозовой активности на территории Ирака и Турции // *Известия Уральского государственного горного университета*. Серия : Дискуссионный клуб. 2023. Вып. 4 (72). С. 164–169. <http://doi.org/10.21440/2307-2091-2023-4-164-169>
12. Иошпа А. Р., Аль-Хулайфави И. А. Анализ грозовой активности на территории Ирака // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия : Естественные науки*. 2023. № 2 (218). С. 75–80. <https://doi.org/10.18522/1026-2237-2023-2-75-80>
13. Hiroshi I. A Micro-climatic observation in the extremely hot and dry climate in Iraq // *Journal of Agricultural Meteorology*. 1965. Vol. 20, iss. 3. P. 101–107. <https://doi.org/10.2480/agrmet.20.101>
14. Al-Ansari N., Mawada A., Mohammad E., Salahalddin A., Knutsson S. Climate change and future long-term trends of rainfall at north-east of Iraq // *Journal of Civil Engineering and Architecture*. 2014. Vol. 8, № 6. P. 790–805. <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2014.06.014>
15. Ganesan A. L., Blunden J., Arndt D. S., Baringer M. O. State of the climate in 2010 // *Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*. 2011. Vol. 92, № 6. 238 p.

Поступила в редакцию 19.11.2023; одобрена после рецензирования 10.01.2024; принята к публикации 09.02.2024
The article was submitted 19.11.2023; approved after reviewing 10.01.2024; accepted for publication 09.02.2024