

УДК 911.2

ДИНАМИКА СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Габова В.Н., Федоров Ю.А., Савицкий В.А., Доценко И.В.

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: gabova@sfedu.ru

В работе описана динамика хода среднемесячных температур воздуха, месячных сумм осадков за 1980–2021 гг. в районе бассейнов Соколовского водохранилища, Таганрогского залива и оз. Малый Лиман с целью установления возможного воздействия засушливых периодов на гидрологические режимы данных водных объектов. Проведен сравнительный анализ продолжительности засушливых периодов, зафиксированных в 2020 и 2021 гг. Рассчитаны климатические нормы названных параметров в летние месяцы за 1980–2021 гг. с шагом в 10 лет. Определены отклонения хода среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков от климатической нормы. Выполнен корреляционный анализ годового хода климатических параметров с течением времени. Получены тренды, демонстрирующие динамику изменения среднемесячных температур воздуха, месячных сумм осадков и их отклонений на рассматриваемых акваториях за многолетний период. Выявлена тенденция к увеличению значений среднемесячной температуры воздуха и ее отклонений в летний период на исследуемых акваториях с 1980 по 2021 г. В наибольшей степени данная тенденция прослеживается в г. Новороссийске. Какая-либо взаимосвязь хода атмосферных осадков с течением времени практически не прослеживается.

Ключевые слова: Соколовское водохранилище, Таганрогский залив, оз. Малый Лиман, засушливый период, температура воздуха, атмосферные осадки, климатическая норма, отклонения от климатической нормы

DYNAMICS OF AVERAGE MONTHLY AIR TEMPERATURES AND PRECIPITATION IN SUMMER IN SOME AREAS OF THE ROSTOV AND KRASNODAR REGIONS

Gabova V.N., Fedorov Yu.A., Savitskiy V.A., Dotsenko I.V.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: gabova@sfedu.ru

The paper describes the course of average monthly air temperatures and monthly precipitation amounts dynamics for the period 1980–2021 in the area of the basins of the Sokolovsky reservoir, Taganrog Bay and Lake Maly Liman in order to establish the possible impact of dry periods on the hydrological regimes of these water bodies. A comparative analysis of the duration of dry periods recorded in 2020 and 2021 was carried out. The climatic norms of these parameters in the summer months for the period 1980–2021 are calculated in 10-year intervals. The course of the average monthly air temperatures and monthly precipitation amounts deviations from the climatic norm are determined. The correlation analysis of the annual course of climatic parameters over time is performed. Trends that demonstrate the dynamics of changes in average monthly air temperatures, monthly precipitation amounts and their deviations in the water areas under consideration over a multi-year period have been obtained. The tendency to increase the values of the average monthly air temperature and its deviations in the summer period in the studied water areas from 1980 to 2021 has been revealed. To the greatest extent, this trend can be traced in Novorossiysk. There is practically no correlation between the course of atmospheric precipitation over time.

Keywords: Sokolov reservoir, Taganrog Bay, lake Maly Estuary, dry period, air temperature, precipitation, climatic norm, deviations from the climatic norm

В условиях современного изменения климата европейская часть России представляет особый интерес среди отечественных исследований. На всей ЕТР значения как сезонных и годовых температур воздуха, так и атмосферных осадков возросло в начале XXI в. по сравнению со значениями климатических параметров XX в. [1]. На большей части территории Юга России среднегодовые суммы осадков возросли в 1991–2010 гг. по сравнению с 1970–1990 гг. Однако для побережий Азовского и Черного морей характерно сокращение среднегодового количества осадков с максимальным уменьшением до 60 мм [2].

По данным Росгидромета [3], в масштабе нашей страны максимальное потепление в летнее время приходится на ЮФО. Высокие температуры воздуха наряду с недостаточным количеством атмосферных осадков или их отсутствием могут способствовать наступлению засушливых периодов. По сравнению с другими факторами трансформации окружающей среды, засухи способны оказывать наиболее губительное воздействие, приводя к неблагоприятным экологическим и экономическим последствиям [4]. Они представляют собой характерный элемент климата для Юга России. Так, с 1960-х гг. засухи наблюдаются

в равнинной и предгорной зоне ЕТР [5]. Одним из негативных последствий продолжительных засух является изменение гидрологического режима водных объектов суши, проявляющееся в сокращении водности [1].

В работе [4] сделана попытка изучения динамики засушливых периодов в районе бассейнов Соколовского водохранилища и Таганрогского залива. На примере уникального пресноводного оз. Малый Лиман (далее оз. Лиманчик), установлено [6], что длительный период с суммой атмосферных осадков ниже климатической нормы являлся одним из возможных факторов, который способствовал понижению уровня воды в водоеме. Настоящая работа является продолжением предшествующих исследований и посвящена исследованию хода среднемесячных температур воздуха, месячных сумм атмосферных осадков и их отклонений в летнее время за 1980–2021 гг. с целью определения динамики названных климатических параметров, оказывающих возможное негативное воздействие на гидрологические режимы изучаемых акваторий.

Для достижения цели предполагается решить следующие задачи: построить климатограммы, отражающие характер засушливых периодов на исследуемых акваториях, провести расчет климатических норм

среднемесячных температур, определить температурные отклонения и выполнить корреляционный анализ годового хода обоих параметров с течением времени; рассчитать климатические нормы месячных сумм атмосферных осадков в летний период, определить отклонения осадков и выполнить корреляционный анализ годового хода обоих параметров с течением времени.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являются Соколовское водохранилище и Таганрогский залив, расположенные в северной и юго-западной частях Ростовской области соответственно, оз. Лиманчик, расположенное в западной части Краснодарского края (рис. 1).

Водные объекты имеют как природное (Таганрогский залив и оз. Лиманчик), так и антропогенно-природное происхождение (Соколовское водохранилище). Изучаемые акватории отличаются по своим гидрологическим и гидрохимическим параметрам и имеют важное рекреационное и хозяйственное значение. Объекты расположены в южной климатической зоне, однако специфика различия климатических условий выбранных объектов выражается в увеличении количества выпадающих атмосферных осадков и температуры воздуха по направлению с севера на юг.

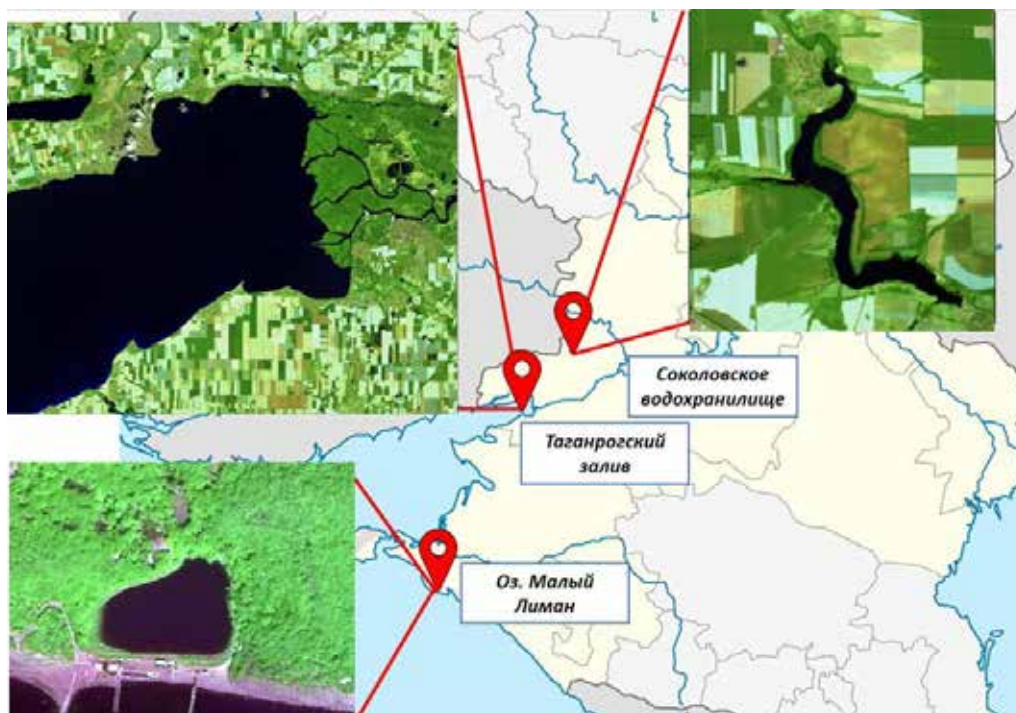


Рис. 1. Карта-схема расположения акваторий исследования

Соколовское водохранилище – это большое пресноводное русловое долинное водохранилище [7]. Оно расположено в бассейне р. Кундрючья, отличающемся небольшой водностью. Площадь зеркала составляет 3,9 км², длина 8,5 км, средняя глубина 5 м. Гидроузел находится в 192 км от устья р. Кундрючья в районе пгт. Соколово-Кундрюченский [8]. Соколовское водохранилище является единственным источником водоснабжения шахтерского района Ростовской области, к которому относятся города Красный Сулин и Новошахтинск [8].

Таганрогский залив примыкает к западной части Ростовской области и является крупнейшим заливом Азовского моря. Площадь залива составляет 5600 км², средняя глубина 4,9 м. Концентрация солоноватой воды в заливе неравномерна: восточная часть, в которую поступают воды Дона, опреснена, а западная наиболее осолонена из-за смешения с водами Азовского моря [9, 10]. Таганрогский залив имеет важное экономическое и геополитическое значение для Ростовской области.

Озеро Лиманчик расположено на юге полуострова Абрау у берега Черного моря, в 1,5 км на юг от озера Абрау и отгорожено от моря каменной пересыпью шириной около 35 м, возвышающейся над его уровнем на 3 м. Это пресноводный водоем, площадь которого составляет 24 000 м², глубина 4,5 м, длина 206 м, ширина 148 м [11]. Озеро имеет статус природного заповедника регионального значения.

Анализ климатических параметров выполнен для летних месяцев, так как засушливые периоды в рассматриваемых районах наблюдаются преимущественно в это время.

В работе используется способ определения засушливых периодов с помощью климатограмм, основанных на данных о годовых и месячных суммах осадков и среднегодовой и средней месячной температуре воздуха [4]. В климатограмме (рис. 2) показаны три графика внутригодового хода температуры и осадков для акваторий исследования в 2021 г. На рис. 3 продемонстрированы климатограммы по трем районам исследования за 1980–2020 гг. с шагом в 10 лет. Зелеными линиями (рис. 3) выделены коридоры засухи, отражающие характер изменения засушливых периодов.

Климатическая норма, рассчитанная на следующих этапах для среднемесячных значений температур и месячных сумм осадков, представляет собой среднее многолетнее значение того или иного климати-

ческого параметра, рассчитанное за 30-летний период [12]. Данная методика принята Гидрометцентром России. Согласно Всемирной метеорологической организации, климатическую норму необходимо рассчитывать раз в 10 лет [13]. Таким образом, в работе климатическая норма рассчитана для 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 гг. Отклонения среднемесячных значений температур и месячных сумм осадков представляют собой разность между климатическим параметром и его нормой. Для среднемесячной температуры воздуха отклонения ± 1 °С принято считать в пределах нормы. В данной работе за отклонение месячных сумм осадков взяты величины более или менее 5% от климатической нормы. Результаты представлены в табл. 1, 4. Временной шаг составляет 10 лет. Значения 2021 г. приведены в столбцах 17–19 табл. 1, 4 для сравнения с предшествующим годом.

В завершение второго и третьего этапа работы выполнен корреляционный анализ на основе данных табл. 1, 4 с целью выявления взаимосвязи изменения климатических параметров с течением времени. Коэффициент корреляции «r» рассчитан при помощи статистического блока MS Excel.

Исследование динамики климатических параметров названных акваторий базируется на данных метеостанций г. Шахты (для района Соколовского водохранилища), г. Таганрога (для района Таганрогского залива), г. Новороссийска (для района оз. Лиманчик), взятых из справочно-информационного портала «Погода и климат» [14] (рис. 4–7, табл. 1, 4).

Результаты исследования и их обсуждение

Как видно из климатограммы (рис. 2), 2021 г. отличался весьма обильными осадками в июне в Ростовской области и в августе в Краснодарском крае. Динамика засух за многолетний период в районах исследования представлена на рис. 3.

В районе г. Шахты выделяются два периода засухи: июль – август, октябрь (рис. 2, а), в то время как в 2020 г. засушливый период длился с июля по сентябрь включительно (рис. 3, а). В Таганроге в 2021 г. засуха зафиксирована в октябре (рис. 2, б), а в 2020 г. (рис. 3, б) засушливый период длился около четырех месяцев, с июля по октябрь включительно. В Новороссийске в 2021 г. случаев засухи не зафиксировано (рис. 2, в), в 2020 г. отмечалось три засушливых периода в этом районе – март – апрель, июнь, август (рис. 3, в).

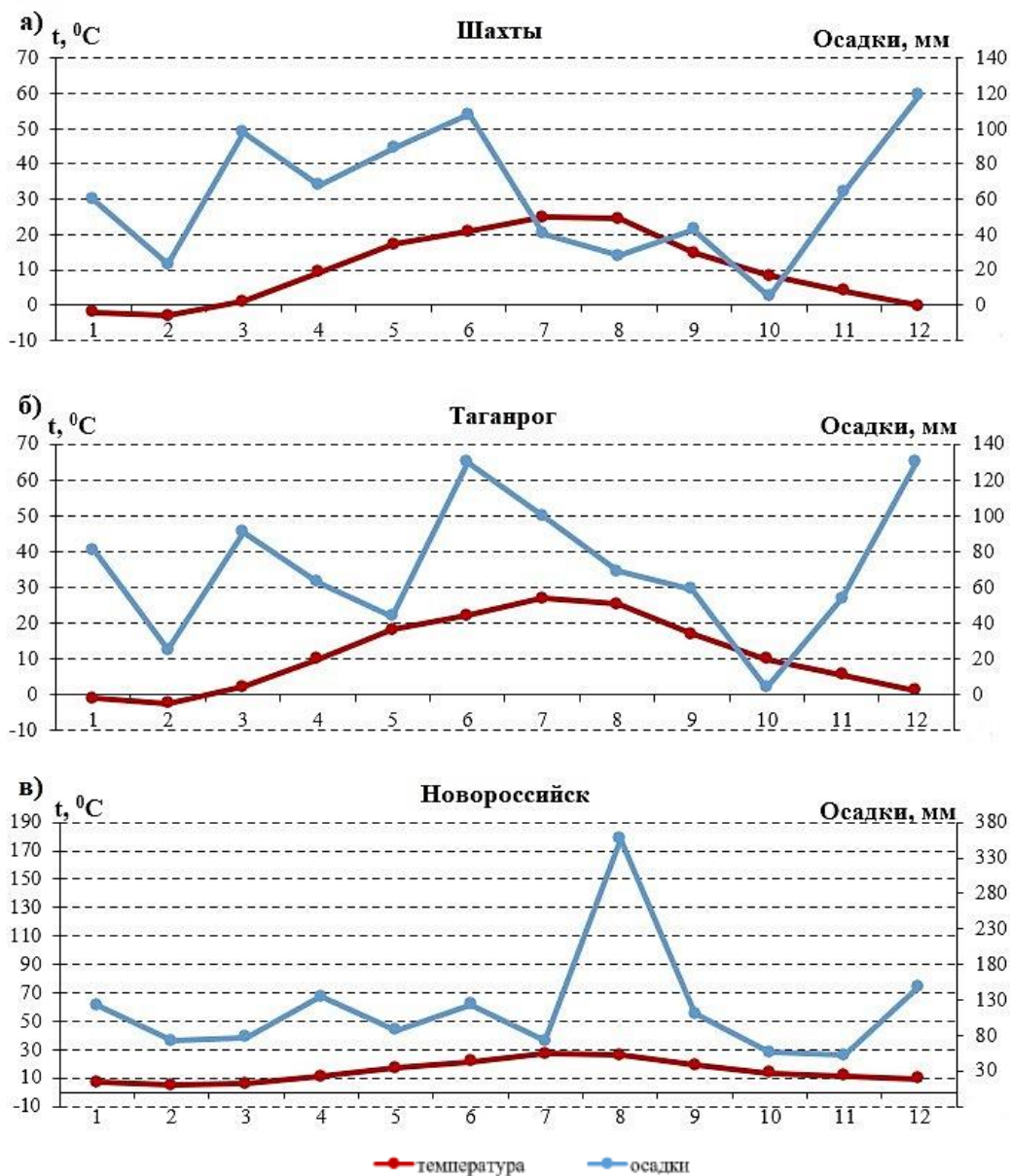


Рис. 2. Засушливые периоды на основе годового хода температуры и осадков по данным метеостанций (Шахты, Таганрог, Новороссийск) в 2021 г.

На следующем этапе работы данные среднемесячной температуры в летний период легли в основу расчета климатической нормы и температурных отклонений для исследуемых акваторий (табл. 1).

Таким образом, большая часть отклонений среднемесячных температур от климатической нормы наблюдалась с 2010 г. в сторону их возрастания. Наиболее часто отклонения встречались в июле для всех трех станций. Максимальные температурные отклонения отмечены в 2010 г. во всех районах исследования. Это объясняется тем, что лето 2010 г. было аномально жар-

ким для многих регионов страны ввиду длительного воздействия антициклона [15]. Температурные отклонения летом 2010 г. составили от +2,6 до +3,7 °C в г. Шахты, от +2,2 до +3,8 °C в г. Таганроге и от +1,1 до +2,5 °C в г. Новороссийске.

Тренды на графиках годового хода среднемесячной температуры воздуха и годового хода отклонений среднемесячных температур от климатической нормы (рис. 4, 5) демонстрируют тенденцию к увеличению значений названных климатических параметров по данным всех трех станций за 1980–2020 гг.

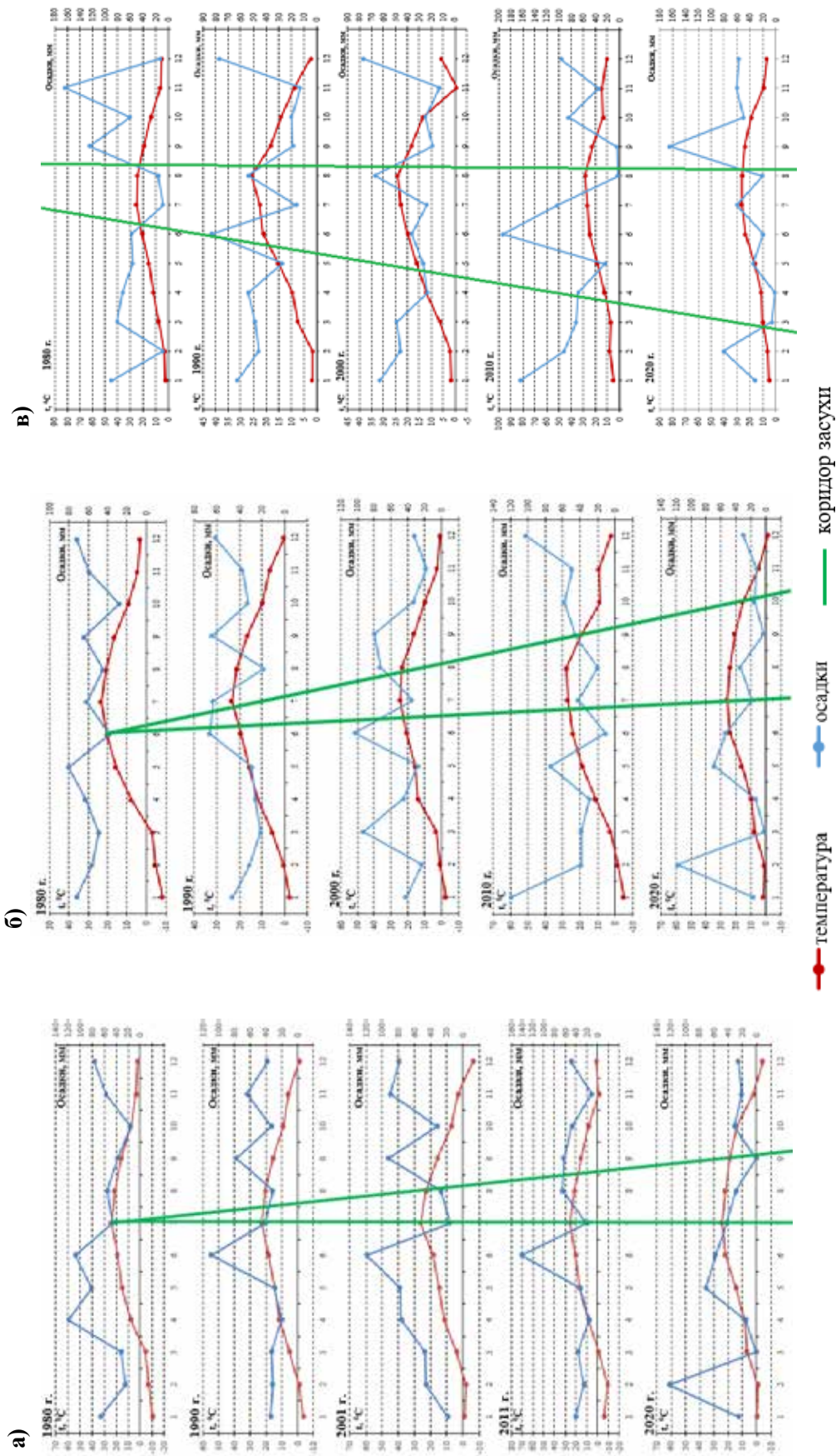


Рис. 3. Динамика засушливых периодов на основе годового хода температуры и осадков:
 а) г. Шахты; б) г. Таганрог [4]; в) г. Новороссийск

Таблица 1

Отклонения среднемесячной температуры воздуха от климатической нормы в летний период,
построено по данным метеостанций г. Шахты, г. Таганрога и г. Новороссийска (°С)

| Месяц | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | Климатическая норма | Среднемесячная температура | Отклонения среднемесячной температуры | | | | | | | | | | | | |
| г. Шахты | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1980 | | 1990 | | 2000 | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | | | | |
| июнь | 20,3 | 19,0 | -1,3 | 20,3 | 18,4 | -1,9 | 20,3 | 19,9 | -0,4 | 20,9 | 23,5 | +2,6 | 20,9 | 22,1 | +1,9 | 20,9 | 22,1 | +1,9 | 20,9 | 21,0 | +0,1 | 20,9 | 23,5 | +2,6 | 20,9 | 22,1 | +1,9 | 20,9 | 23,5 | +2,6 | 20,9 | 22,1 | +1,9 | 20,9 | 21,0 | +0,1 | 20,9 | 23,5 | +2,6 | 20,9 | 22,1 | +1,9 | 20,9 | 21,0 | +0,1 |
| июль | 22,5 | 24,0 | +1,5 | 22,5 | 22,7 | +0,2 | 22,7 | 23,4 | +0,7 | 23,3 | 26,0 | +2,7 | 23,3 | 24,5 | +1,2 | 23,3 | 24,5 | +1,2 | 23,3 | 25,1 | +1,8 | 23,3 | 26,0 | +2,7 | 23,3 | 24,5 | +1,2 | 23,3 | 26,0 | +2,7 | 23,3 | 24,5 | +1,2 | 23,3 | 25,1 | +1,8 | 23,3 | 26,0 | +2,7 | 23,3 | 24,5 | +1,2 | 23,3 | 25,1 | +1,8 |
| август | 21,2 | 21,1 | -0,1 | 21,2 | 20,4 | -0,8 | 22,5 | 21,8 | -0,7 | 22,5 | 26,2 | +3,7 | 22,5 | 21,7 | -0,8 | 22,5 | 21,7 | -0,8 | 22,5 | 24,4 | +1,9 | 22,5 | 26,2 | +3,7 | 22,5 | 21,7 | -0,8 | 22,5 | 26,2 | +3,7 | 22,5 | 21,7 | -0,8 | 22,5 | 24,4 | +1,9 | 22,5 | 24,4 | +1,9 | 22,5 | 24,4 | +1,9 | 22,5 | 24,4 | +1,9 |
| г. Таганрог | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1980 | | 1990 | | 2000 | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | | | | |
| июнь | 21,3 | 20,4 | -0,9 | 21,3 | 20,7 | -0,6 | 21,3 | 20,7 | -0,6 | 22,3 | 24,5 | +2,2 | 22,3 | 23,7 | +1,4 | 22,3 | 23,7 | +1,4 | 22,3 | 22,2 | -0,1 | 22,3 | 24,5 | +2,2 | 22,3 | 23,7 | +1,4 | 22,3 | 24,5 | +2,2 | 22,3 | 23,7 | +1,4 | 22,3 | 22,2 | -0,1 | 22,3 | 24,5 | +2,2 | 22,3 | 23,7 | +1,4 | 22,3 | 22,2 | -0,1 |
| июль | 23,4 | 23,4 | 0,0 | 23,4 | 23,4 | 0,0 | 23,8 | 24,4 | +0,6 | 24,7 | 27,2 | +2,5 | 24,7 | 25,9 | +1,2 | 24,7 | 25,9 | +1,2 | 24,7 | 27,0 | +2,3 | 24,7 | 27,2 | +2,5 | 24,7 | 25,9 | +1,2 | 24,7 | 27,2 | +2,5 | 24,7 | 25,9 | +1,2 | 24,7 | 27,0 | +2,3 | 24,7 | 27,0 | +2,3 | 24,7 | 27,0 | +2,3 | | | |
| август | 22,3 | 20,7 | -1,6 | 22,3 | 21,2 | -1,1 | 23,0 | 23,4 | +0,4 | 24,1 | 27,9 | +3,8 | 24,1 | 24,0 | -0,1 | 24,1 | 24,0 | -0,1 | 24,1 | 25,3 | +1,2 | 24,1 | 27,9 | +3,8 | 24,1 | 24,0 | -0,1 | 24,1 | 27,9 | +3,8 | 24,1 | 24,0 | -0,1 | 24,1 | 25,3 | +1,2 | 24,1 | 25,3 | +1,2 | 24,1 | 25,3 | +1,2 | | | |
| г. Новороссийск | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1980 | | 1990 | | 2000 | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | 2010 | | 2020 | | 2021 | | | | | | |
| июнь | 21,6 | 18,9 | -2,7 | 21,6 | 20,0 | -1,6 | 21,5 | 20,1 | -1,4 | 22,1 | 24,3 | +2,2 | 22,1 | 23,4 | +1,3 | 22,1 | 23,4 | +1,3 | 22,1 | 21,3 | -0,8 | 22,1 | 24,3 | +2,2 | 22,1 | 23,4 | +1,3 | 22,1 | 24,3 | +2,2 | 22,1 | 23,4 | +1,3 | 22,1 | 21,3 | -0,8 | 22,1 | 23,4 | +1,3 | 22,1 | 21,3 | -0,8 | | | |
| июль | 25,1 | 23,7 | -1,4 | 25,1 | 24,7 | -0,4 | 24,9 | 24,9 | 0,0 | 25,2 | 26,3 | +1,1 | 25,2 | 26,3 | +1,1 | 25,2 | 26,3 | +1,1 | 25,2 | 26,8 | +1,6 | 25,2 | 26,3 | +1,1 | 25,2 | 26,3 | +1,1 | 25,2 | 26,3 | +1,1 | 25,2 | 26,8 | +1,6 | 25,2 | 26,8 | +1,6 | 25,2 | 26,8 | +1,6 | | | | | | |
| август | 25,3 | 21,5 | -3,8 | 25,3 | 23,2 | -2,1 | 25,1 | 25,8 | +0,7 | 25,8 | 28,3 | +2,5 | 25,8 | 26,0 | +0,2 | 25,8 | 26,0 | +0,2 | 25,8 | 26,2 | +0,4 | 25,8 | 28,3 | +2,5 | 25,8 | 26,0 | +0,2 | 25,8 | 28,3 | +2,5 | 25,8 | 26,2 | +0,4 | 25,8 | 26,2 | +0,4 | 25,8 | 26,2 | +0,4 | | | | | | |

Красным цветом выделены положительные температурные отклонения, синим – отрицательные.

Следует отметить, что для годового хода среднемесячных температур наибольший угол наклона (0,112 и 0,1191) имеют линейные тренды «июнь» и «август» по данным метеостанции Новороссийск (рис. 4, в). На основании этого, можно предположить, что возрастание температуры в июне в г. Новороссийске происходило несколько

интенсивнее, по сравнению с другими метеостанциями.

На базе рис. 4 и 5 в табл. 2 и 3 приведены коэффициенты корреляции годового хода среднемесячной температуры воздуха и годового хода отклонений среднемесячной температуры от климатической нормы соответственно.

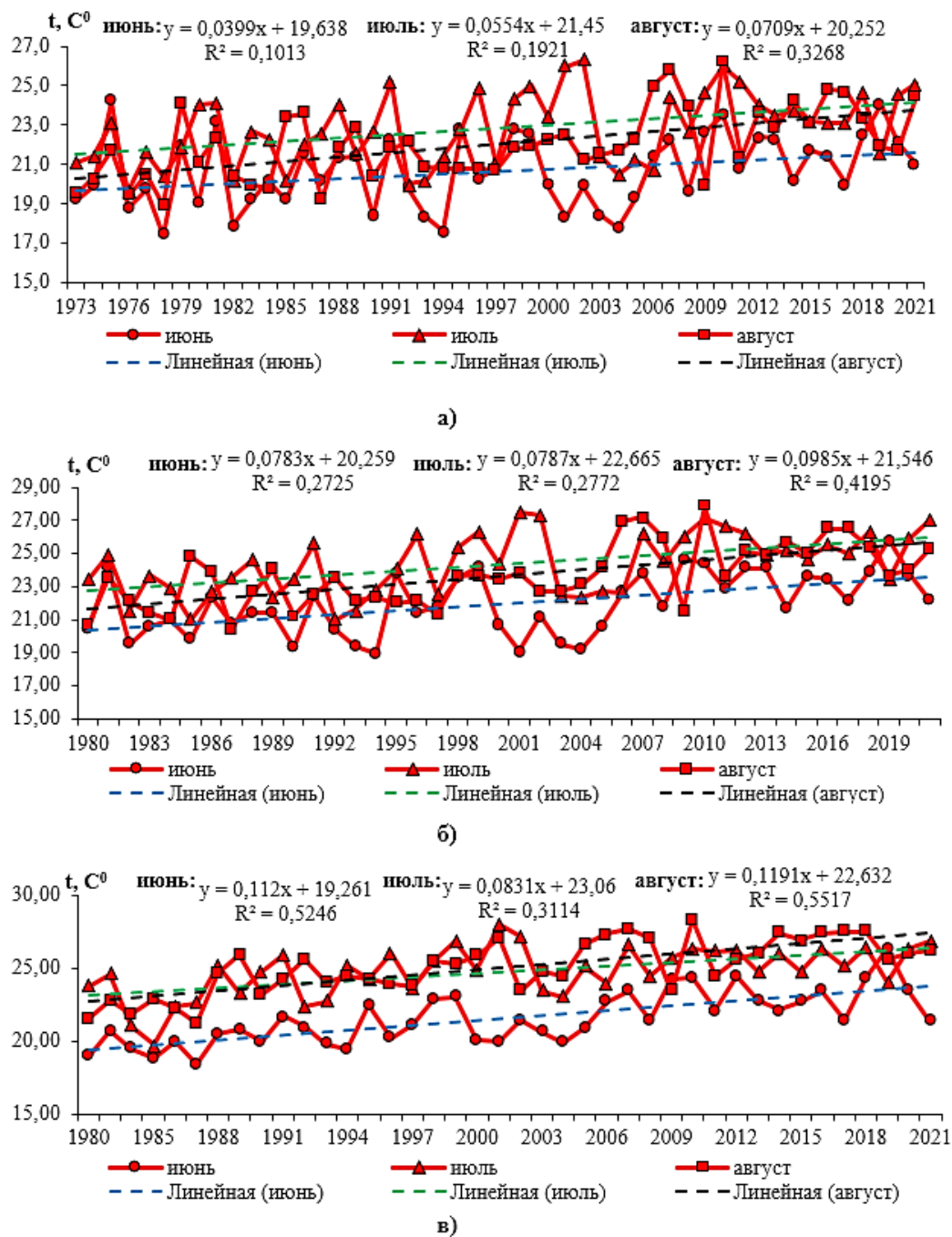


Рис. 4. Годовой ход среднемесячных температур воздуха (t , °C), построено по данным метеостанций: а) г. Шахты; б) г. Таганрог; в) г. Новороссийск

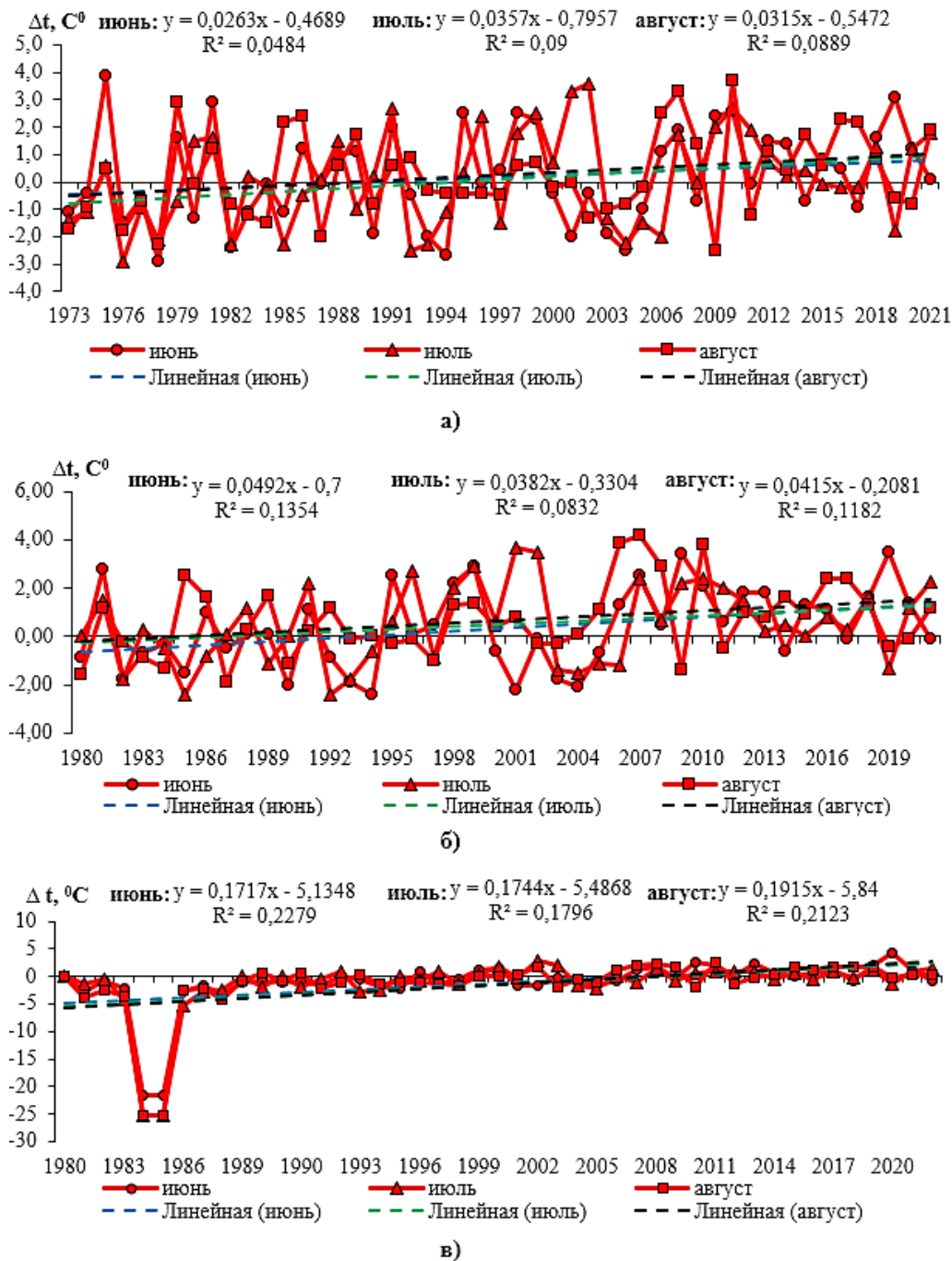


Рис. 5. Годовой ход отклонений среднемесячных температур воздуха (Δt , °C) от климатической нормы, построено по данным метеостанций: а) г. Шахты; б) г. Таганрог; в) г. Новороссийск

Как видно из табл. 2, высокая прямая корреляционная связь хода среднемесячной температуры воздуха со временем в летний период отмечается в июне и августе в Новороссийске ($r = 0,72$, $p > 0,05$ и $r = 0,74$, $p > 0,05$ соответственно). Заметная прямая корреляционная связь прослеживается в августе в г. Шахты ($r = 0,57$, $p > 0,05$), на про-

тяжении всех трех месяцев в г. Таганроге, причем значения r увеличиваются от июня к августу (0,52–0,65), в г. Новороссийске в июле ($r = 0,56$, $p > 0,05$). Умеренная прямая связь наблюдается с июня по июль в г. Шахты ($r = 0,32$, $p > 0,05$ и $r = 0,44$, $p > 0,05$ соответственно) и в июле в г. Новороссийске ($r = 0,35$, $p > 0,05$).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции годового хода
среднемесячной температуры воздуха летом за 1980–2020 гг.

| Станция | Месяц | Среднемесячная температура | |
|--------------|--------|----------------------------|------|
| | | R ² | R |
| Шахты | июнь | 0,10 | 0,32 |
| | июль | 0,19 | 0,44 |
| | август | 0,33 | 0,57 |
| Таганрог | июнь | 0,27 | 0,52 |
| | июль | 0,28 | 0,53 |
| | август | 0,42 | 0,65 |
| Новороссийск | июнь | 0,52 | 0,72 |
| | июль | 0,31 | 0,56 |
| | август | 0,55 | 0,74 |

Таблица 3

Коэффициенты корреляции годового хода отклонений
среднемесячной температуры от климатической нормы летом за 1980–2020 гг.

| Станция | Месяц | Отклонения среднемесячной температуры | |
|--------------|--------|---------------------------------------|------|
| | | R ² | R |
| Шахты | июнь | 0,05 | 0,22 |
| | июль | 0,09 | 0,30 |
| | август | 0,09 | 0,30 |
| Таганрог | июнь | 0,13 | 0,36 |
| | июль | 0,08 | 0,28 |
| | август | 0,12 | 0,35 |
| Новороссийск | июнь | 0,23 | 0,48 |
| | июль | 0,18 | 0,42 |
| | август | 0,21 | 0,46 |

В соответствии с табл. 3 умеренная прямая корреляционная связь хода отклонений среднемесячной температуры воздуха от климатической нормы со временем прослеживалась в июле – августе в г. Шахты ($r = 0,30$, $p > 0,05$), в июне и в августе в г. Таганроге ($r = 0,36$, $p > 0,05$ и $r = 0,35$, $p > 0,05$ соответственно), с июня по август в г. Новороссийске ($r = 0,48$, $r = 0,42$, $r = 0,46$, $p > 0,05$), в остальных же случаях корреляционная связь была слабой прямой.

Таким образом, можно сделать вывод, что тенденция к возрастанию среднемесячных температур и некоторых отклонений (июль, август, ст. Шахты; июль, август, ст. Таганрог; июль – август, ст. Новороссийск) в летний период заметна на всех трех метеостанциях.

Аналогично табл. 1 составлена табл. 4, где продемонстрированы месячные суммы осадков и их отклонения за 1980–2021 гг.

Значительные превышения месячных сумм осадков над климатической нормой отмечались в июне 1980, 2001 (почти в 2 раза), 2011 (в 2,5 раза), 2021 (в 1,9 раз) гг. в Шахтах, в июне – августе 2021 г. (в 2 и более раза) в Таганроге и в июне 2000 (в 2 раза), 2010 (в 3,7 раза), 2021 (в 1,9 раз) гг. в Новороссийске.

Дефицит осадков (табл. 4) наблюдался в июле 2001, 2011 гг. (меньше нормы в 3,1 и 2,5 раза соответственно) в г. Шахты, в июне 1980 (в 1,7 раз), августе 1990 (в 2,4 раза), в июне 2010 (в 5,4 раза) гг. и в июле 2020 г. (в 2 раза) в г. Таганроге. В г. Новороссийске дефицит осадков отмечался чаще: в июле, августе 1980 (в 5 и 4 раза соответственно), в июле, августе 1990 (в 20 и 65,5 раз соответственно), в июле 2000 (в 16,8 раз), в августе 2010 (в 34 раза), в августе 2020 и 2021 гг. (в 2,3 и 2,5 раза соответственно).

Таблица 4

Отклонения месячных сумм осадков в летний период
 (построено по данным метеостанций г. Шахты, г. Таганрога и г. Новороссийска (°С))

| Месяц | г. Шахты | | | | | | | | | | | | г. Таганрог | | | | | | | | | | | | г. Новороссийск | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-----------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|----|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|------|------|-------|------|-------|-------|------|--|--|------|--|--|------|--|--|------|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | | | | | | | | | | | |
| | 1980 | | | 1990 | | | 2000 | | | 2001 | | | 2010 | | | 2011 | | | 2020 | | | 2021 | | | 1980 | | | 1990 | | | 2000 | | | 2010 | | | 2011 | | | 2020 | | | 2021 | | | 1980 | | | 1990 | | | 2000 | | | 2010 | | | 2011 | | | 2020 | | | 2021 | | |
| июнь | 60,5 | 108,0 | +47,5 | 60,5 | 110,0 | +49,5 | 62,9 | 119,0 | +56,1 | 57,0 | 141,0 | +84,0 | 57,0 | 57,0 | 57,0 | 57,0 | 108,0 | +51,0 | 66,5 | 38,0 | -28,5 | 66,5 | 66,0 | -0,5 | 67,2 | 103,0 | +35,8 | 59,7 | 11,0 | -48,7 | 59,7 | 53,0 | -6,7 | 59,7 | 130,0 | +70,3 | 46,4 | 58 | +11,6 | 46,4 | 48,0 | +1,6 | 51,3 | 105,0 | +53,7 | 51,5 | 193,0 | +141,5 | 51,5 | 57,0 | +5,5 | 57,1 | 108,0 | +56,5 | | | | | | | | | | | | |
| июль | 52,6 | 46,0 | -6,6 | 52,6 | 41,0 | -11,6 | 49,6 | 16,0 | -33,6 | 50,4 | 20,0 | -30,4 | 50,4 | 50,4 | 42,0 | 40,0 | 40,0 | -10,4 | 44,3 | 61,0 | +16,7 | 44,3 | 63,0 | +18,7 | 40,0 | 35,0 | -5,0 | 38,0 | 42,0 | +4,0 | 38,0 | 18,0 | -20,0 | 38,0 | 100,0 | +62,0 | 40,1 | 8 | -32,1 | 40,1 | 2,0 | -38,1 | 50,5 | 3,0 | -47,5 | 61,6 | 102,0 | +40,4 | 61,6 | 42,0 | -19,6 | 75,0 | 40,0 | -21,6 | | | | | | | | | | | | |
| август | 36,8 | 55,0 | +18,2 | 36,8 | 31,0 | -5,8 | 33,5 | 27,0 | -6,5 | 30,7 | 65,0 | +34,3 | 30,7 | 29,0 | 34,0 | 34,0 | 28,0 | -2,7 | 43,9 | 45,0 | +1,1 | 43,9 | 18,0 | -25,9 | 34,0 | 73,0 | +39,0 | 35,3 | 20,0 | -15,3 | 35,3 | 34,0 | -1,3 | 35,3 | 69,0 | +33,7 | 65,5 | 16 | -49,5 | 65,5 | 1,0 | -64,5 | 64,0 | 83,0 | +19,0 | 68,2 | 2,0 | -66,2 | 68,2 | 29,0 | -39,2 | 71,0 | 28,0 | -40,2 | | | | | | | | | | | | |

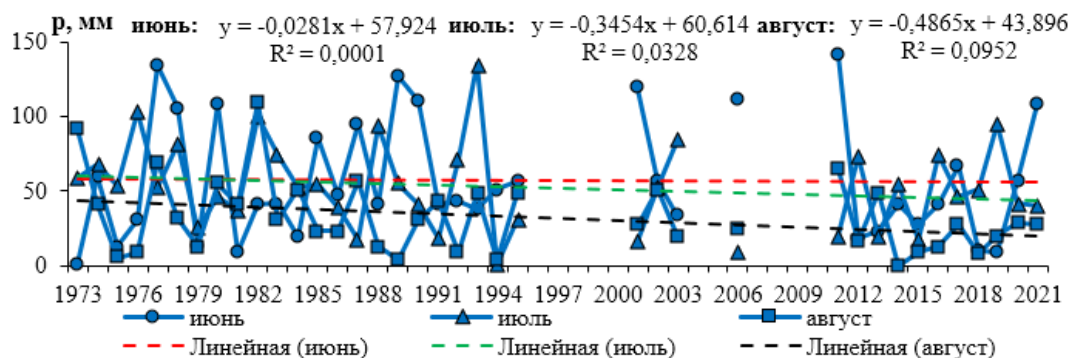
Красным цветом выделены отрицательные отклонения месячных сумм осадков, синим – положительные.

Графики на рис. 6, 7 отражают характер годового хода месячных сумм осадков и их отклонений.

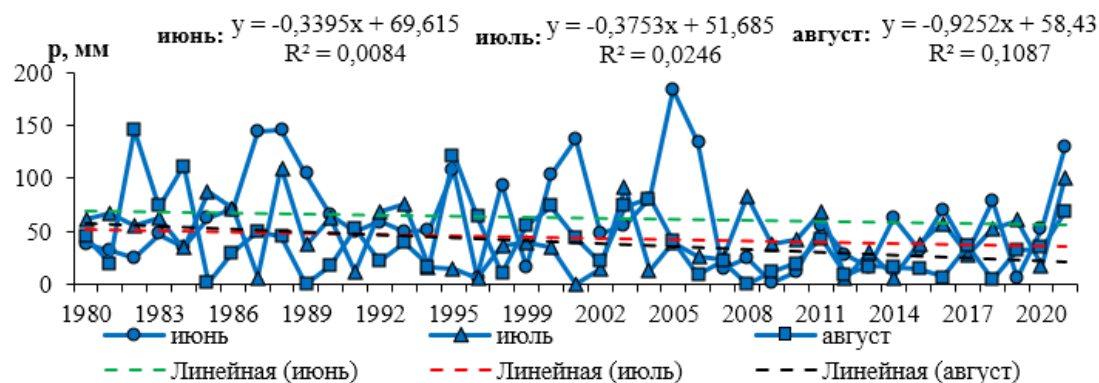
Тренды на графиках либо демонстрируют некоторую тенденцию к сокращению месячных сумм осадков и их отклонений со временем (рис. 6, а, б; 7, а, б), либо слабую тенденцию к их возрастанию (рис. 6, в; 7, в). Наиболее заметная тенденция к сокращению месячных сумм

осадков в г. Шахты с ходом времени, вероятнее всего, связана с неполнотой доступных данных о количестве выпавших осадков за указанный временной период в этом районе (рис. 6, а; 7, а).

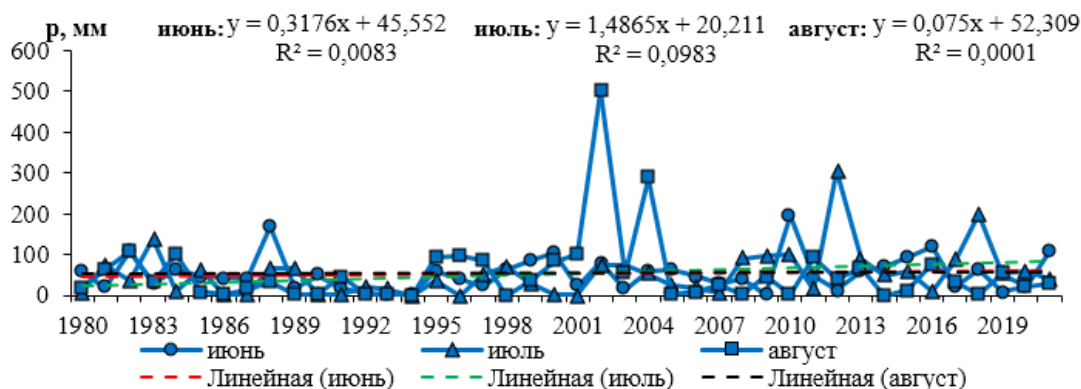
Коэффициенты корреляции хода месячных сумм осадков и их отклонений от климатической нормы практически не показали никакой зависимости в течение всего временного периода (табл. 5, б).



а)



б)



в)

Рис. 6. Годовой ход месячной суммы осадков (р, мм), построено по данным метеостанций: а) г. Шахты; б) г. Таганрог; в) г. Новороссийск

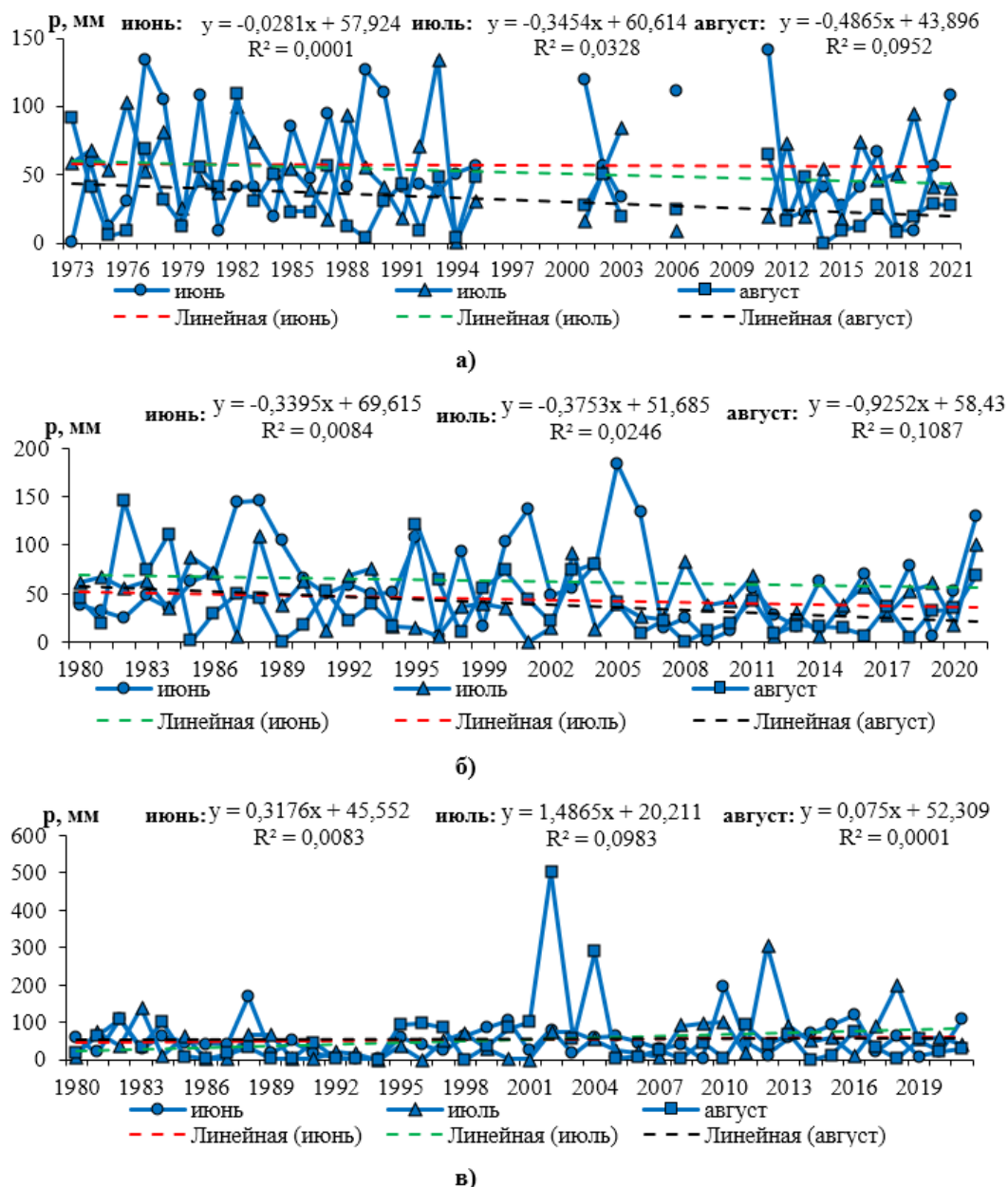


Рис. 7. Годовой ход отклонения месячных отклонений осадков (Δp , мм), построено по данным метеостанций: а) г. Шахты; б) г. Таганрог; в) г. Новороссийск

Большая часть значений r , как для годового хода месячных сумм осадков в летнее время, так и для отклонений, находится в диапазоне от 0,01 до 30, что говорит об очень слабой корреляционной связи или её отсутствии. Умеренная обратная связь прослеживается в изменении месячных сумм осадков в августе в г. Таганроге и умеренная прямая в июле в г. Новороссийске ($r = 0,33$, $p > 0,05$ и $r = 0,32$, $p > 0,05$ соответственно).

Исходя из полученных коэффициентов корреляции для атмосферных осадков на исследуемой территории, трудно ска-

зать об их четком увеличении или уменьшении за 1980–2021 гг. на всей территории исследования.

Обобщая все вышесказанное, можно сделать вывод о том, что во всех трех районах исследования с севера на юг Ростовской области и к юго-западу Краснодарского края прослеживается тенденция к увеличению значений среднемесячной температуры воздуха и ее отклонений в летний период. При этом какая-либо заметная взаимосвязь с течением времени и ходом атмосферных осадков практически не прослеживается.

Таблица 5

Коэффициенты корреляции годового хода месячных сумм осадков

| Станция | Месяц | Месячная сумма осадков | |
|--------------|--------|------------------------|------|
| | | R ² | R |
| Шахты | июнь | 0,0001 | 0,01 |
| | июль | 0,03 | 0,17 |
| | август | 0,09 | 0,30 |
| Таганрог | июнь | 0,008 | 0,09 |
| | июль | 0,02 | 0,14 |
| | август | 0,11 | 0,33 |
| Новороссийск | июнь | 0,01 | 0,10 |
| | июль | 0,1 | 0,32 |
| | август | 0,0001 | 0,01 |

Таблица 6

Коэффициенты корреляции годового хода отклонений месячной суммы осадков от климатической нормы

| Станция | Месяц | Отклонений месячной суммы осадков | |
|--------------|--------|-----------------------------------|------|
| | | R ² | R |
| Шахты | июнь | 0,02 | 0,14 |
| | июль | 0,04 | 0,20 |
| | август | 0,04 | 0,20 |
| Таганрог | июнь | 0,001 | 0,03 |
| | июль | 0,004 | 0,06 |
| | август | 0,05 | 0,22 |
| Новороссийск | июнь | 0,001 | 0,03 |
| | июль | 0,03 | 0,17 |
| | август | $8 \cdot 10^{-7}$ | 0,00 |

В целом в 1980–2020 гг. была выявлена четкая тенденция к увеличению продолжительности засушливых периодов в районе бассейнов Соколовского водохранилища и Таганрогского залива [4]. В качестве исключения представлен полноводный 2021 г., отличившийся интенсивными осадками в летний период. Возрастающие температуры воздуха в районах бассейнов Соколовского водохранилища, Таганрогского залива и оз. Лиманчик наряду с постоянно колеблющимися месячными суммами осадков могут способствовать изменению уровня воды исследуемых акваторий. Таким образом, обмеление оз. Лиманчик, зафиксированное в 2020 г. [11], может быть связано с длительным воздействием засушливого периода. Также стоит отметить, что по данным [10] в 2020 г. в Таганрогском заливе соленость воды возросла почти в 3 раза, по сравнению с данными экспедиции 2006 г. [9].

Заключение

Данная работа представляет собой аналитическое исследование, необходимое для дальнейшего понимания характера влияния климатических факторов на гидрологическое состояние представленных водных объектов и последующего обеспечения комплекса экспедиционных, экспериментальных работ в районах исследования.

Выявлена тенденция к увеличению значений среднемесячной температуры воздуха и ее отклонений в летний период на акваториях исследования с 1980 по 2021 г., что подтверждает наличие длительных засух в районах исследования в течение последних двух десятилетий. Возрастание среднемесячных температур воздуха прослеживается наиболее интенсивно в районе бассейна оз. Лиманчик. Взаимосвязь хода атмосферных осадков с течением времени практически не прослеживается. Однако

в районе Таганрогского залива отмечается некоторое сокращение месячных сумм осадков в летние месяцы. В районе оз. Лиманчик, наоборот, имеет место возрастание месячных сумм осадков.

Исследование выполнено в рамках Программы стратегического академического лидерства ЮФУ Приоритет-2030; проект № СП-12-22-5. Авторы благодарят докт. геогр. наук проф. П.М. Лурье за полезную дискуссию.

Список литературы

1. Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2006. 487 с.
2. Вышкваркова Е.В. Аномалии атмосферных осадков на Юге России // Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами: материалы IV-й научно-практической молодежной конференции (Севастополь, 02–04 октября 2017 г). Севастополь: Колорит, 2017. С. 33–36.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. Росгидромет. Москва, 2021. 104 с.
4. Габова В.Н., Федоров Ю.А., Бэллинджер О.Ю., Доценко И.В., Михайленко А.В. Динамика засушливых периодов на примере бассейнов Соколовского водохранилища и Таганрогского залива // Инженерный вестник Дона. 2021. № 10. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2021/7224> (дата обращения: 11.08.2022).
5. Залиханов М.Ч., Федченко Л.М., Ашабоков Б.А., Кешева Л.А., Теунова Н.В. Возможные последствия изменения климата на Юге Европейской территории России // Успехи современного естествознания. 2021. № 12. С. 107–113.
6. Станиславский К.С., Головкин И.В., Доценко Н.В., Савицкий В.А., Фёдоров Ю.А. Экспедиционные исследования бассейна озера Малый Лиман // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: сборник трудов IX Международной научно-практической конференции. Под ред. Ю.А. Федорова; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону – Таганрог, 2020. С. 614–627.
7. Дандара Н.Т., Немыкина Д.Е. Соколовское водохранилище на реке Кундрючья и его акваториальное районирование // Вестник современных исследований. 2019. № 3.17 (30). С. 32–38.
8. Лурье П.М., Панов В.Д. Река Дон: гидрография и режим стока. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2018. 591 с.
9. Федоров Ю.А., Сапожников В.В., Агатова А.И., Аржанова Н.В., Белов А.А., Кузнецов А.Н., Лапина Н.М., Логинов Е.Б., Предеина Л.М., Семочкина Т.Б., Торгунова Н.И. Комплексные экосистемные исследования в Российской части Азовского моря (18–25 июля 2006 г.) // Океанология. 2007. Т. 47. № 2. С. 316–319.
10. Фёдоров Ю.А., Гарькуша Д.Н., Дмитрик Л.Ю., Доценко И.В., Чепурная В.И., Трубник Р.Г. Геохимия железа в системе река Миус – Миусский лиман – Таганрогский залив Азовского моря // Астраханский вестник экологического образования. 2020. № 5 (59). С. 172–181.
11. Федоров Ю.А., Кузнецов А.Н., Савицкий В.А., Талпа Б.В., Головкин И.В., Доценко Н.В., Станиславский К.С., Габова В.Н. Особенности образования и функционирования озера Малый Лиман как природно-техногенной системы // Инженерный вестник Дона. 2022. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7604> (дата обращения: 11.08.2022).
12. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / Под ред. А.И. Бедрицкого. СПб.: Летний сад, 2009. Т. II. С. 34.
13. Commission for Climatology Sixteenth session. Heidelberg, 3–8 July 2014. Abridged final report with resolutions and recommendations. WMO-№ 1137. P. 68.
14. Справочно-информационный портал «Погода и климат» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodai-klimat.ru/> (дата обращения: 11.08.2022).
15. Козина О.В., Селезнева А.В. Влияние климатических изменений последних десятилетий на ландшафты Волгоградской области // Структурно-динамические особенности, современное состояние и проблемы оптимизации ландшафтов: материалы Пятой международной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения Ф.Н. Милькова. (Воронеж, 15–17 мая 2013 г.). С. 143–145.