

## Динамика засушливых периодов на примере бассейнов Соколовского водохранилища и Таганрогского залива

*В.Н. Габова, Ю.А. Федоров, О.Ю. Бэллинджер, И.В. Доценко, А.В.*

*Михайленко*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В работе рассмотрена динамика периодов метеорологических данных за многолетний период. Территория исследования охватывает бассейны Соколовского водохранилища и Таганрогского залива. Выявлена тенденция к увеличению засушливого периода в Ростовской области с севера на юг, что может оказывать неблагоприятное воздействие на гидрологический режим водных объектов. Выполнен корреляционный анализ хода суммарного количества атмосферных осадков и средних годовых температур. Выявлены средние отклонения среднемесячных температур от климатической нормы для данного региона.

**Ключевые слова:** засушливый период, Соколовское водохранилище, Таганрогский залив, Ростовская область, засуха, климат, климатические данные, атмосферные осадки, температура воздуха.

### Введение

Ростовская область расположена в западной подобласти атлантико-континентальной степной области умеренного пояса [1]. Территория отличается недостаточным увлажнением с жарким и сухим летом и относительно теплой зимой. В регионе отмечается континентальный тип годового хода осадков с максимумом в летнее время [2].

Продолжительные теплые периоды с высокими температурами и малым количеством осадков могут приводить к засухе – характерному элементу климата для рассматриваемой территории.

Засухи представляют собой естественное природное явление, при котором отмечается недостаточное количество осадков или их отсутствие в сопровождении с высокими температурами воздуха и низкой влажностью воздуха. Как дефицит, так и избыток атмосферных осадков может играть отрицательную роль в формировании ландшафтов и может оказать влияние на комфортность жизни человека и социально-экономическое развитие страны [3].

---

Как глобальный абиотический фактор, засухи приводят к неблагоприятным экологическим и экономическим последствиям, часто оказывают наиболее губительное воздействие, по сравнению с другими факторами трансформации окружающей среды. В европейской части России засухи развиваются, как правило, один раз в пять лет. Так, среди наиболее засушливых лет, попадающих в наш период исследования, отмечались: 1998, 1999, 2009, 2010 гг. Наиболее часто засухи проявляются на территории Нижнего Поволжья. В связи с этим в Саратовской области в 1930 г. был сформирован Институт засухи, с 2004 г. – НИИ Сельского Хозяйства Юго-Востока [4].

Интенсивные засухи могут оказывать воздействие на гидрологический режим рек, водохранилищ, озер, подземных вод [2, 5]. Ответной реакцией наземной гидросферы на недостаток атмосферных осадков может быть сокращение водности [6]. Известно, что в течение последних 50 лет в бассейне Азовского моря отмечается постепенное увеличение температуры воздуха [7], которое, в свою очередь, может способствовать увеличению продолжительности засушливых периодов. В связи с этим актуальной проблемой становится мониторинг засух. Исследуемые акватории расположены в северном и юго-западном районах Ростовской области. Это Соколовское водохранилище – единственный источник водоснабжения шахтерского района [8]; и Таганрогский залив, являющийся частью Азовского моря и имеющий важное геополитическое и экономическое значение для региона.

Цель исследования – отследить динамику продолжительности засух на изучаемой территории за многолетний период.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи: построены климатограммы, выполнен корреляционный анализ хода суммарного количества выпавших осадков и хода средних годовых температур, выявлено

---

отклонение температур воздуха от климатической нормы для рассматриваемых районов.

### Материалы и методы

Исследование засушливых периодов базируется на климатограммах, построенных на основе данных о годовых и месячных суммах осадков и среднегодовой и средней месячной температуре воздуха с 1980 по 2020 гг. метеостанций г. Шахты и г. Таганрог с шагом в 10 лет.

На климатическом графике (рис. 1) засушливый период отображен как область значений между пересечением возрастающего тренда функции температур и убывающим трендом функции осадков до момента, где возрастающий график функции осадков пересекает убывающий график функции температур. Данная область говорит о недостаточном количестве атмосферных осадков при высоких температурах воздуха. Засушливый период обозначен на рис. 1.

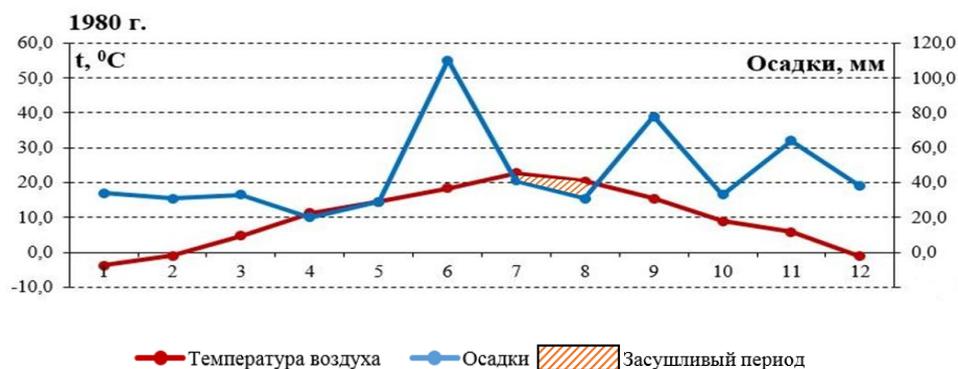


Рис. 1 – Засушливый период на примере климатического графика 1980 г. по данным метеостанции г. Шахты (фрагмент из рис. 2)

Засушливые периоды за исследуемые 40 лет объединены зелеными линиями на климатограммах (рис. 2,3), и охватывают 5 климатических графиков (за 1980, 1990, 2000, 2010 и 2020 гг.). Таким образом, обозначается некий коридор засухи, по характеру которого можно судить об изменениях засушливого периода. В работе коридор засухи имеет направление от

меньшего отрезка к большему, однако в зависимости от территории исследования и имеющихся климатических данных он может иметь другой вид. Климатограммы выполнены в масштабе на  $1^{\circ}\text{C} - 2 \text{ мм}$ .

Анализ годового хода осадков и температуры воздуха с применением коэффициента корреляции основан на методике [9] и направлен на выявление взаимосвязи изменения климатических параметров с течением времени. Коэффициент корреляции «г» рассчитан при помощи статистического блока MS Excel.

Среднее отклонение температуры воздуха от климатической нормы для г. Шахты и г. Таганрог определено на финальном этапе исследования. В первую очередь была рассчитана климатическая норма температуры воздуха для обоих районов. Методика принята Гидрометцентром России. Климатическая норма температуры рассчитывается как усредненное значение среднемесячных температур за 30-летний период для каждого месяца. Таким образом, климатическая норма была рассчитана 3 раза для каждого района: с 1970 по 1999 гг. для климатической нормы 1980, 1990 гг.; с 1991 по 2020 гг. для климатической нормы 2010 и 2020 гг.; и с 1980 по 2009 гг. отдельно для 2000 года, так как он попадает одновременно в оба предыдущих временных интервала. Такой временной промежуток расчета обусловлен отсутствием климатических данных для г. Шахты до 1970 г. Отклонение  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  принято считать в пределах нормы.

### **Обсуждение и результаты исследования**

Исходя из полученных климатических данных за последние 40 лет в районе исследования, наблюдается тенденция к увеличению засушливого периода, что продемонстрировано на климатограммах (рис. 2, 3).

Из рис. 2 видно, что в июле 1980 г. в районе Соколовского водохранилища наблюдалась засуха длиной в 1 месяц, когда в последующие

годы засушливый период стал увеличиваться до 1,5-2 месяцев (1990-2011 гг.), а в 2020 г. период засухи длился 3-х месяца (с июля по сентябрь).

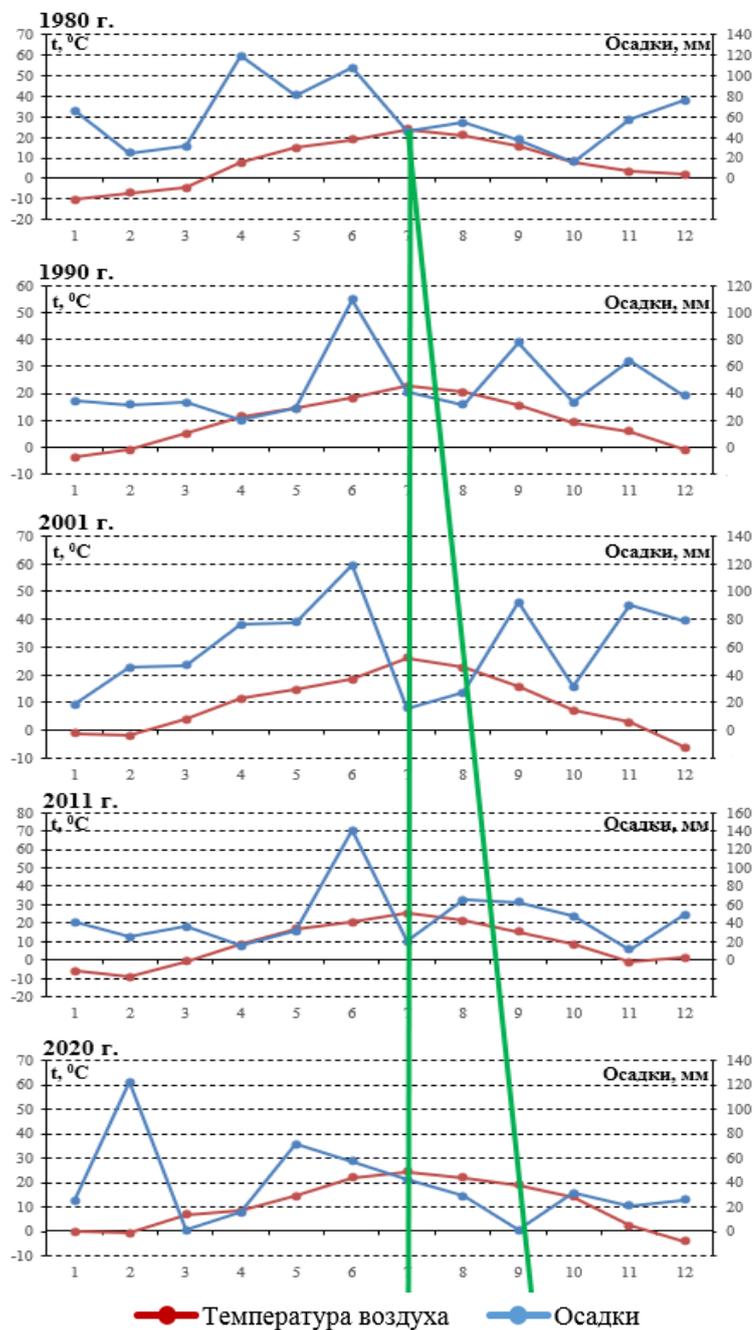


Рис. 2 – Динамика засушливого периода на основе внутригодового хода температуры и осадков по данным метеостанции г. Шахты

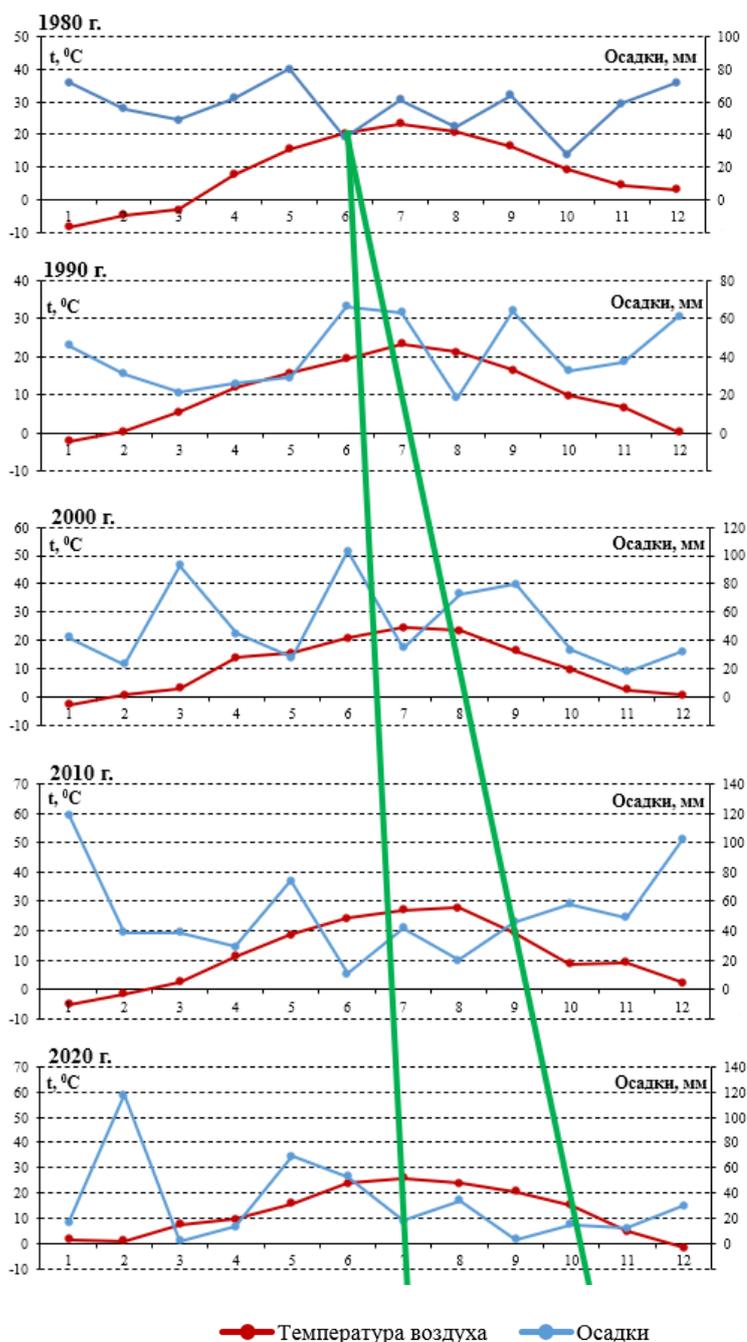


Рис. 3 – Динамика засушливого периода на основе внутригодового хода температуры и осадков по данным метеостанции г. Таганрога

Увеличение засушливого периода с 1980 по 2020 гг. прослеживается также на рис. 3. Следует отметить, что по данным метеостанции г. Таганрога, засушливый период с 2010 по 2020 гг. более длительный, чем в районе Соколовского водохранилища. Несмотря на то, что в большинстве случаев

засуха здесь не длилась более месяца, с 2010 г. отмечается резкое увеличение ее продолжительности. Так, в 2010 г. засуха продолжалась 3 месяца (с июня по август), а в 2020 г. 4 месяца (с июля по октябрь).

Таким образом, прослеживается увеличение продолжительности засушливого периода от северной части Ростовской области к юго-западной.

На следующем этапе метеорологические данные легли в основу анализа хода средних годовых температур и хода суммарного количества выпавших осадков в районах исследования на основе коэффициента корреляции. Цель анализа – определить динамику изменений названных климатических параметров за многолетний период.

За представленный период в бассейне Соколовского водохранилища и Таганрогского залива (рис. 4, 5) отмечается слабый тренд в уменьшении годового количества выпавших осадков в сочетании с отчетливым трендом увеличения средних годовых температур.

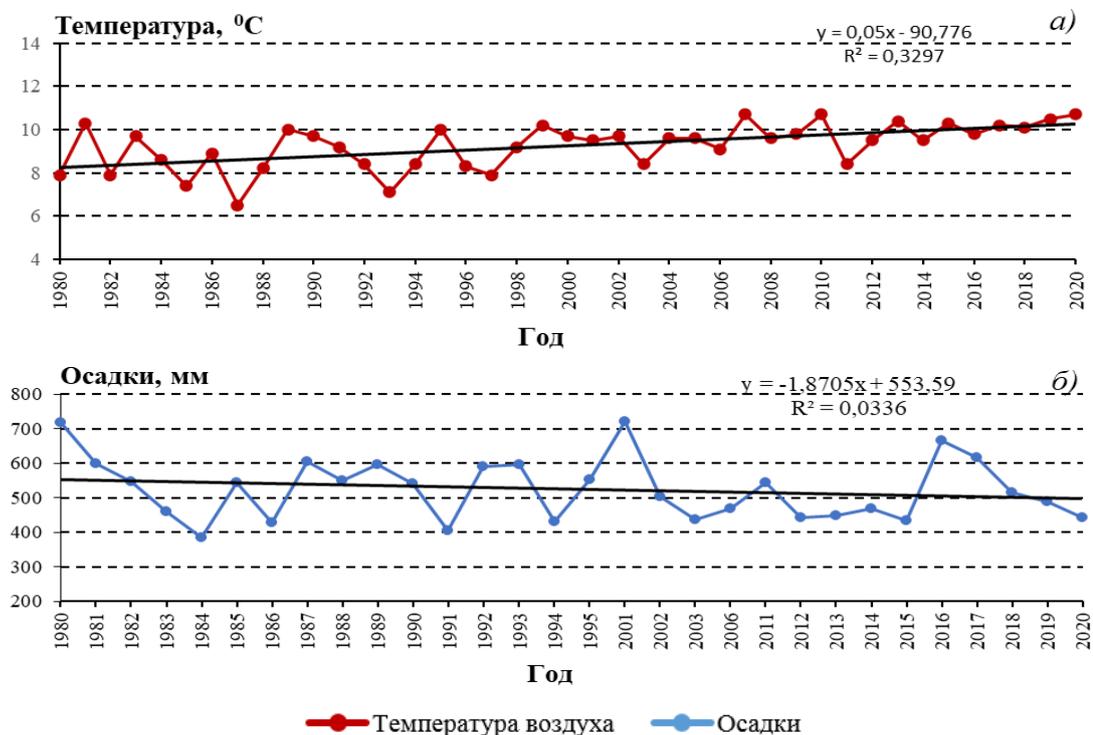


Рис. 4 – а) Ход средних годовых температур; б) Ход суммарного количества выпавших осадков по данным метеостанции г. Шахты

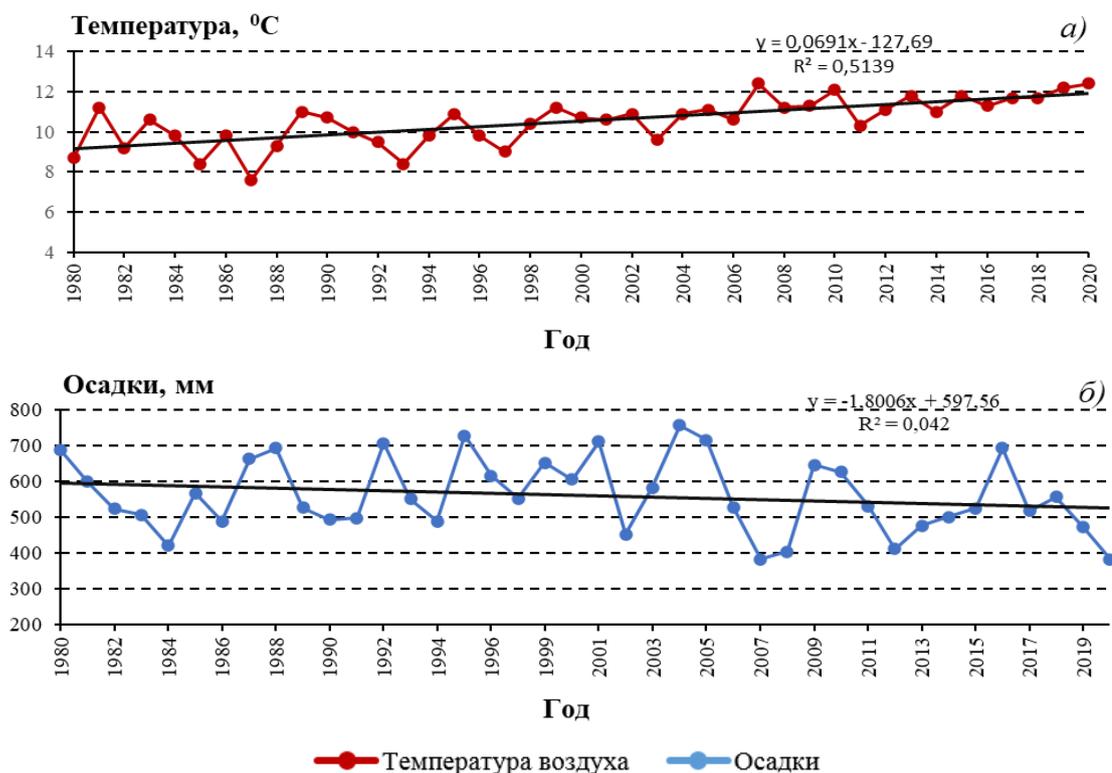


Рис. 5 – а) Ход средних годовых температур; б) Ход суммарного количества выпавших осадков по данным метеостанции г. Таганрог

Таким образом, в обоих районах взаимосвязь изменения годового количества выпавших осадков и хода времени практически не прослеживается,  $r = 0,2$  для г. Шахты и для г. Таганрог (рис. 4а, 5а).

Напротив, взаимосвязь годового хода средних температур и хода времени прослеживается более четко. Так, для г. Шахты  $r = 0,6$  (рис. 4б) и для г. Таганрог  $r = 0,7$  (рис. 5б). Следовательно, можно прийти к выводу, что за многолетний период наблюдается возрастание средних годовых температур. Кроме того, на территории Таганрогского залива возрастание температур более интенсивно, что подтверждает столь длительный засушливый период в районе Таганрогского залива.

Возрастание среднегодовых температур воздуха, оказывающее неблагоприятное воздействие на прирост местной флоры, было выявлено и в Восточно-Европейской лесостепи [10].

Увеличение температур воздуха в районе исследования наглядно продемонстрировано в таблицах 1, 2. Отклонения температур за пределами нормы в меньшую сторону обозначены синим цветом, в большую – красным.

Таблица №1

Отклонение среднемесячных температур от климатической нормы в летний период по данным метеостанции г. Шахты, (°C)

месяц	1980 г.			1990 г.			2000 г.			2010 г.			2020 г.		
	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
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
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
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

Таблица №2

Отклонение среднемесячных температур от климатической нормы в летний период по данным метеостанции г. Таганрог, (°C)

месяц	1980 г.			1990 г.			2000 г.			2010 г.			2020 г.		
	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение	климатическая норма	среднемесячная температура	среднее отклонение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
июнь	21,3	20,4	-0,9	21,3	19,3	-2,0	21,3	20,7	-0,6	22,3	24,5	+2,2	22,3	23,7	+1,4

Продолжение таблицы №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
июль	23,4	23,4	-	23,4	23,4	-	23,8	24,4	+0,6	24,7	27,2	+2,5	24,7	25,9	+1,2
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

Как видно из таблиц 1 и 2, возрастание значений среднемесячных температур на территории исследования наблюдается преимущественно последние два десятилетия. Рекордным месяцем в обоих случаях можно назвать август 2010 г., когда отмечались максимальные средние отклонения температур от климатической нормы (+3,7 °С для г. Шахты и +3,8 °С для г. Таганрог). В предшествующем 2020 г. превышения климатической нормы отмечались лишь в первые два месяца лета.

Лето 2010 г. отмечалось как аномально жаркое и в Волгоградской агломерации. Однако, превышение климатической нормы здесь было не более +2 °С. Аномальная жара 2010 г. была связана с длительным воздействием антициклона [11].

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что увеличение засушливого периода на исследуемой территории за период 1980-2020 гг. может оказывать неблагоприятное воздействие на гидрологический и гидрохимический режим Соколовского водохранилища и Таганрогского залива. Так, например, по сведениям [12], соленость воды Таганрогского залива в 2020г. в среднем возросла по сравнению с данными экспедиции 2006г. [13] почти в 3 раза.

### Заключение

Предпринята попытка изучить динамику засушливых периодов за 1980-2020 гг. для бассейнов Таганрогского залива Азовского моря и Соколовского водохранилища как естественное природное явление, при котором отмечается

недостаточное количество осадков или их отсутствие, инициируемое высокими для данного региона температурами воздуха. Выявлена тенденция к увеличению продолжительности засушливого периода в последние два десятилетия на территории обоих бассейнов. Отмечена тенденция к возрастанию продолжительности засушливых периодов в исследуемом регионе по направлению с севера на юг. Четко прослеживается возрастание температур с течением времени при наименее выраженном сокращении количества атмосферных осадков. Засушливые периоды наблюдаются в основном с июля по август.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках гос. задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029 и в рамках гранта Президента РФ МК-1862.2020.5.*

### Литература

1. Алисов Б.А. Климат СССР. М.: Изд. МГУ, 1956. 127 с.
2. Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2006. 487 с.
3. Сергеева Г.А. Волобуева Л.Л., Кривошеева Е.А. Условия формирования селевых потоков в бассейне реки Пшеха // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4-2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1311](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1311).
4. Крупнов, В. А. Засуха и селекция пшеницы: системный подход // Сельскохозяйственная биология. 2011. Т. 46. № 1. С. 12-23.
5. Nazarenko, O.V. Temporal and spatial variability in air temperature and precipitation in the basin of Azov sea over the period 1966-2015 // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2020. 4.1. pp. 483–490.
6. Дмитриева, В. А. Климатически обусловленные изменения естественного состояния рек Воронежской 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. 136-138.

7. Nazarenko, O. Climate factors of groundwater formation: A case study of the Lower Don // E3S Web of Conferences. 2019. 98. 09022.

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. Динамика атмосферных осадков в районе месторождения лечебных сульфидных грязей озера Большой Тамбукан // Инженерный вестник Дона. 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4443](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4443).

10. Матвеев, С.М., Матвеева С.В., Шурыгин Ю.Н. Повторяемость сильных засух и многолетняя динамика радиального прироста сосны обыкновенной в Усманском и Хреновском борах Воронежской области // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2012. Т. 5. № 1. С. 27-42.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

### References

1. Alisov B.A. Klimat SSSR. [Climate of the USSR] M.: Izd. MGU, 1956. 127 p.
  2. Panov V.D., Lur'e P.M., Larionov Ju.A. Klimat Rostovskoj oblasti: vchera, segodnja, zavtra. [The climate of the Rostov region: yesterday, today, tomorrow] Rostov-na-Donu: Donskoj izdatel'skij dom, 2006. 487 p.
  3. Sergeeva G.A. Volobueva L.L., Krivosheeva E.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. № 4-2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1311](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1311).
  4. Krupnov, V. A. Sel'skoho-zajstvennaja biologija. 2011. T. 46. № 1. pp. 12-23.
  5. Nazarenko, O.V. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2020. 4.1. pp. 483-490.
  6. Dmitrieva, V. A. Strukturno-dinamicheskie osobennosti, sovremennoe sostojanie i problemy optimizacii landshaftov. Voronezh, 15-17 maja 2013 g. pp. 136-138.
  7. Nazarenko, O. E3S Web of Conferences. 2019. 98. 09022.
  8. Lur'e P.M., Panov V.D. Reka Don: gidrografija i rezhim stoka. [Don River: hydrography and flow regime] Rostov-na-Donu: Donskoj izdatel'skij dom, 2018. 591 p.
  9. Fedorov Ju.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4443](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4443).
-



10. Matveev, S.M., Matveeva S.V., Shurygin Ju.N. Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Serija: Biologija. 2012. T. 5. № 1. pp. 27-42.
11. Kozina O.V., Selezneva A.V. Strukturno-dinamicheskie osobennosti, sovremennoe sostojanie i problemy optimizacii landshaftov: materialy pjatoj mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennoj 95-letiju so dnja rozhdenija F.N. Mil'kova. Voronezh, 15-17 maja 2013 g. pp. 143-145.
12. Fjodorov Ju.A., Gar'kusha D.N., Dmitrik L.Ju., Docenko I.V., Chepurnaja V.I., Trubnik R.G. Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija. 2020. № 5 (59). pp. 172-181.
13. Fedorov Ju.A., Sapozhnikov V.V., Agatova A.I., Arzhanova N.V., Belov A.A., Kuznecov A.N., Lapina N.M., Loginov E.B., Predeina L.M., Semochkina T.B., Torgunova N.I. Okeanologija. 2007. T. 47, № 2. pp. 316-319.