

ISSN 1029-8940 (Print)

ISSN 2524-230X (Online)

УДК 58.006:581.056:502.75

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-4-491-496>

Поступила в редакцию 05.08.2021

Received 05.08.2021

Г. А. Солтани

Сочинский национальный парк, Сочи, Российская Федерация

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Аннотация. В статье обсуждаются проблемы и перспективы развития ботанических садов в условиях изменяющегося климата. Повышение среднегодовой температуры приземного воздуха, изменение сезонных показателей и продолжительности вегетационного периода требуют принятия учитывающих экологическую ситуацию решений по управлению природными и рукотворными экосистемами с целью их сохранения и устойчивого развития. Накопленные знания и опыт сотрудников ботанических садов позволяют оценить угрозы и возможности при климатических изменениях и разработать меры адаптации к ним. Вся деятельность ботанических садов должна быть направлена на противодействие климатическим изменениям, включать предупредительные меры, основанные на ожидаемых реакциях растений, и компенсационные мероприятия. Научно-исследовательские работы по всем направлениям должны учитывать ситуацию с изменением климатических параметров. Особое внимание необходимо уделить эндемичным редким и исчезающим видам, историческим ландшафтам, изменению ассортимента устойчивых видов, технологиям культивирования, биологическим инвазиям. Ботанические сады должны работать на опережение, предоставляя информацию, растительные материалы и технологии для общенациональных и мировых программ по адаптации хозяйственной и природоохранной деятельности к изменению климата.

Ключевые слова: альянс ботанических садов по изменению климата, ассортимент растений, сезонные показатели, сохранение биоразнообразия, температурные аномалии, технологии культивирования

Для цитирования: Солтани, Г. А. Климатические изменения и деятельность ботанических садов / Г. А. Солтани // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2021. – Т. 66, № 4. – С. 491–496. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-4-491-496>

Galina A. Soltani

Sochi National Park, Sochi, Russian Federation

CLIMATE CHANGE AND THE ACTIVITIES OF BOTANICAL GARDENS

Abstract. Problems and prospects of botanical gardens in a changing climate are discussed in the article. An increase in the average annual surface air temperature, changes in seasonal indicators and the length of the growing season require action from botanical gardens. Decisions on the management of natural and man-made ecosystems, with the aim of their conservation and sustainable development, must be taken taking into account the ecological situation. The knowledge and experience concentrated in botanical gardens makes it possible to assess the threats and opportunities for climate change and develop adaptation measures to them. All activities of botanical gardens should be aimed at counteracting climate change, include preventive measures based on the expected plant responses and compensatory measures. Research work in all areas should take into account the situation with changing climatic parameters. Special attention should be paid to endemic rare and endangered species, historical landscapes, and changes in the assortment of resistant species, cultivation technologies, and biological invasions. Botanical gardens must be proactive by providing information, plant materials and technologies for national and global climate change adaptation programs.

Keywords: climate change alliance of botanic gardens, plant assortment, seasonal indicators, biodiversity conservation, temperature anomalies, cultivation technologies

For citation: Soltani G. A. Climate change and the activities of botanical gardens. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2021, vol. 66, no. 4, pp. 491–496 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-4-491-496>

Введение. Климатические изменения – один из главных вызовов современности. Нарушения температурного и влажностного режимов ведут к трансформации природной растительности, снижению устойчивости биоценозов, исчезновению эндемичных редких видов, усилению распространения инвайдеров, изменяя в целом среду обитания человека. При этом открываются новые возможности по интродукции и культивированию ценных видов растений.

Цель исследований – определить роль ботанических садов в системе адаптации к климатическим изменениям. В задачи входило выявить угрозы и возможности в результате изменения экологической ситуации и выработать критерии для разработки стратегии и тактики ботанических садов.

Объекты и методы исследования. Значительная часть исследований ботанических садов (Садов) посвящена сохранению, устойчивому развитию и управлению биоразнообразием природных и городских экосистем. Это вопросы интродукции, селекции, озеленения городов, биологических инвазий, сохранения редких и исчезающих видов, которые должны рассматриваться комплексно, с учетом прогнозируемых изменений климата.

Сотрудниками ботанических садов накоплено достаточно знаний и опыта, чтобы оценить угрозы и возможности при климатических изменениях и разработать меры адаптации к ним.

Проблема изменения климата и участия Садов в ее решении активно обсуждается на мировом уровне с конца XX в. [1, 2]. В декабре 2018 г. в Королевском ботаническом саду Мельбурна состоялся первый саммит по изменению климата, в котором приняли участие 13 ботанических садов мира. На нем было заявлено, что «проблемы, с которыми сталкивается наш мир в результате изменения климата, беспрецедентны и безграничны. Ботанические сады мира являются хранителями необходимых научных и агрономических знаний». По утверждению доктора Дейва Кендала, старшего преподавателя кафедры экологического менеджмента Тасманийского университета, «в ближайшие 50 лет 20–50 % современных видов растений в ботанических садах и городских ландшафтах, скорее всего, окажутся под влиянием необычных для них температур». Созданный альянс Climate Change Alliance of Botanic Gardens [3] разрабатывает инструменты оценки глобальных климатических рисков и меры противодействия, которые могут применять Сады.

Результаты и их обсуждение. Изменение климатических параметров (получение растениями количества тепла и влаги, а также их распределение на протяжении различных сезонов года) происходит неравномерно [4], с усилением тенденций в сторону полюсов.

Начало XXI в. (2000–2012 гг.) в среднем по земному шару остается самым теплым 12-летием за период инструментальных наблюдений с 1886 г. [5] (рис. 1).

Продолжительность вегетационного периода в Северном полушарии увеличивается с 1950 г. Особенно значительным этот процесс был в 1980–2011 гг., когда тренд составил 0,029 сут/год,

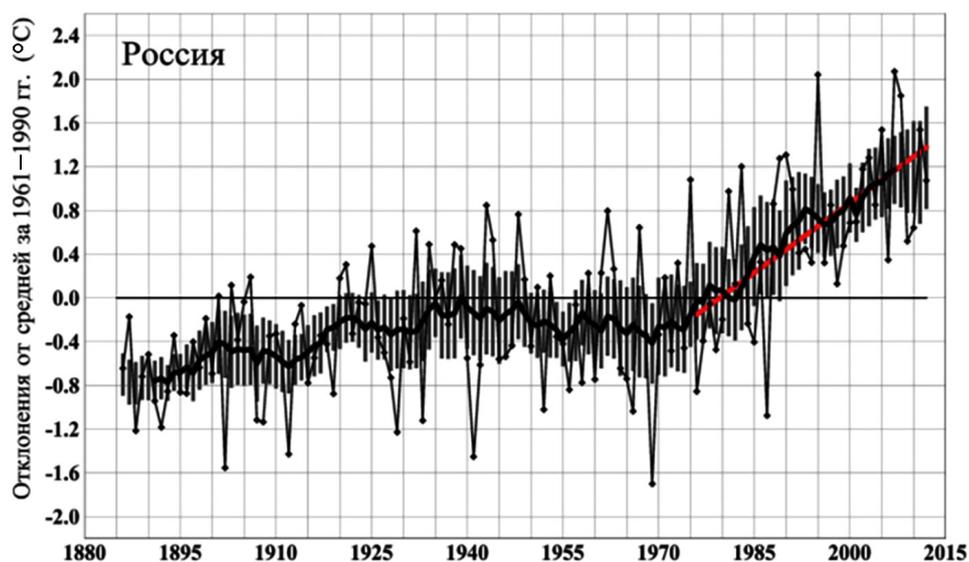


Рис. 1. Изменения аномалий среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, в течение 1886–2012 гг. Красная линия – тренд за 1976–2012 гг. [5]

Fig. 1. Changes in the anomalies of the average annual surface air temperature averaged over the territory of Russia during 1886–2012. Red line – trend for 1976–2012 [5]

а в среднем по Евразии — 0,04 сут/год. Все изменения объясняются повышением температуры воздуха. По оценкам Росгидромета, из-за увеличения содержания CO₂ в атмосфере за период с 1980 по 2010 г. скорость фотосинтеза увеличилась на 5–10 %. С 1973 по 2010 г. в лесах России вдвое увеличилась площадь очагов размножения вредных насекомых и болезней [6].

Как отмечено в докладе Росгидромета за 2020 г. [7], «прошедший год оказался экстремально теплым как в России, так и в целом по земному шару». Осредненная по территории России среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от среднего значения за 1961–1990 гг.) (рис. 2) составила +3,22 °С, что более чем на 1° выше предыдущего максимума 2007 г.

Климатологи отмечают, что происходит не просто равномерное повышение температуры, а изменение сезонных показателей. Так, лето прогнозируется более жарким и сухим, осень – теплой и затяжной, зима – суровой, с обилием осадков, а весна – продолжительной и холодной. Колебания среднесезонных температур становятся более выраженными, чем среднегодовых [8–10] (рис. 2).

Скорость потепления в среднем по России значительно превосходит среднюю по земному шару и составляет для того же периода 1976–2020 гг. 0,51 °С за десятилетие. Хотя в целом по России наблюдается рост осадков, в южной половине Европейской части России в летний период отмечается негативная тенденция: на фоне быстрого роста средних температур происходит уменьшение влагообеспеченности, что увеличивает риск засухи.

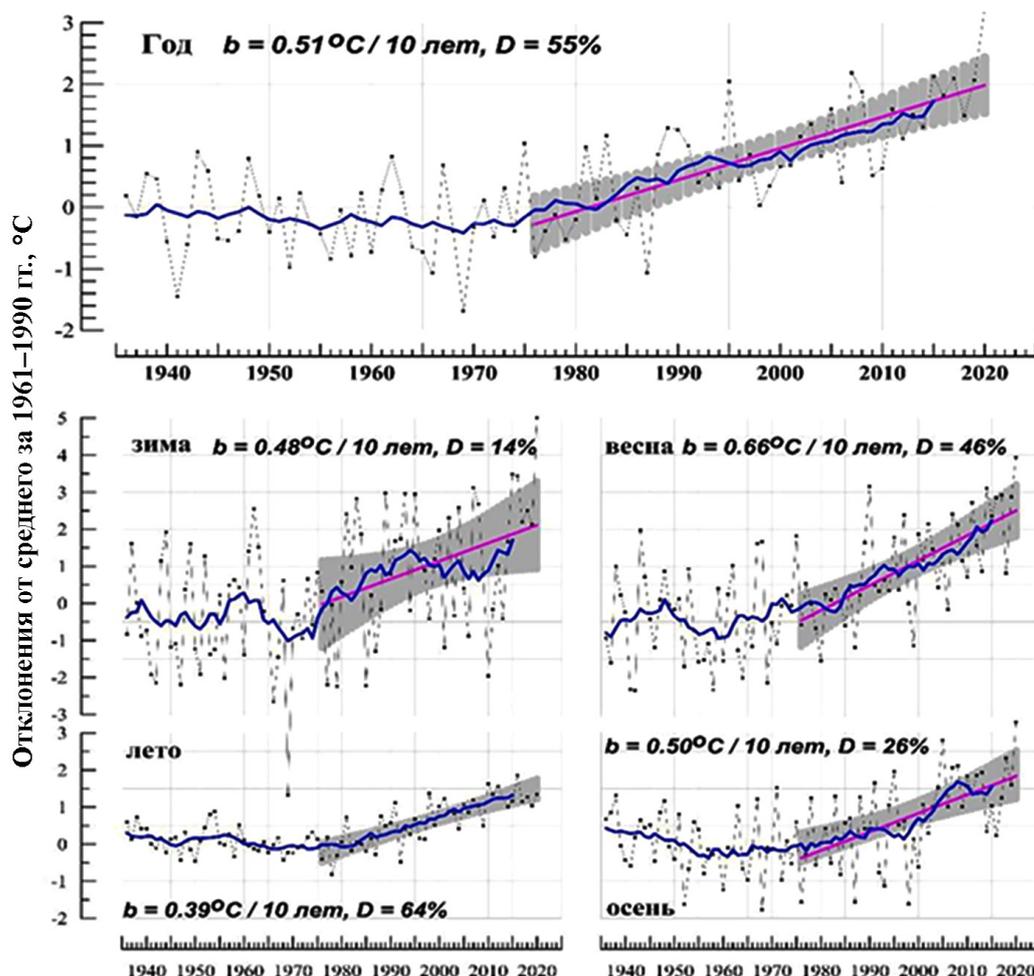


Рис. 2. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°С) с 1936 по 2020 г., осредненные по территории России. Базовый период – 1961–1990 гг., линейный тренд – 1976–2020 гг.; b – коэффициент тренда (°С/10 лет) [7]

Fig. 2. Average annual (top) and seasonal anomalies of surface air temperature (°C) from 1936 to 2020, averaged over the territory of Russia. Base period – 1961–1990, linear trend – 1976–2020; b – trend coefficient (°C/10 years) [7]

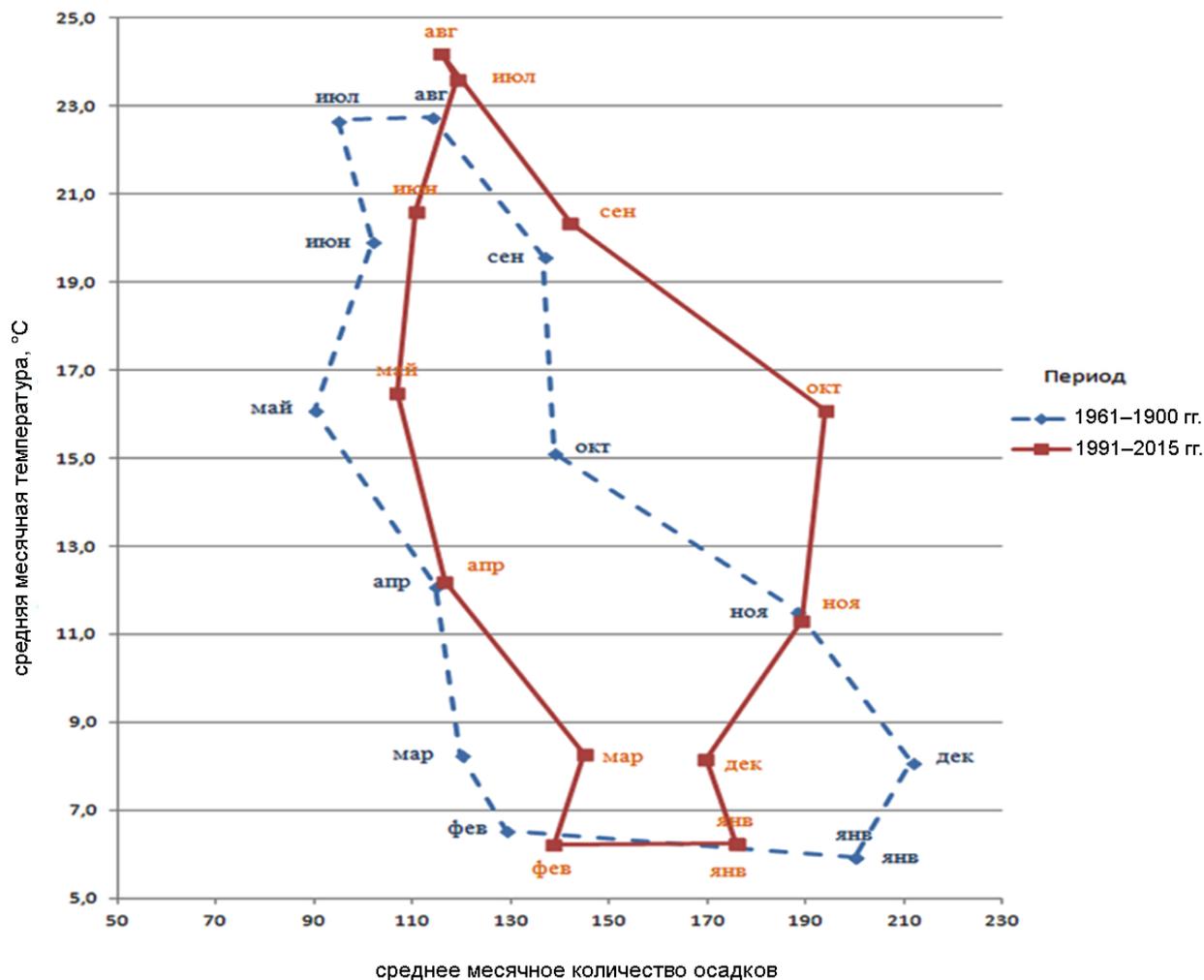


Рис. 3. Климатограммы базового и текущего периодов (Сочи) [10]

Fig. 3. Climatograms of the base and current periods (Sochi) [10]

Растительность является отражением климата. Поэтому обостряются следующие актуальные на сегодняшний день проблемы:

- изменение динамики лесорастительных процессов;
- усиление сукцессионных процессов;
- изменение ареалов;
- изменение вегетационного периода и фенологии растений;
- повышение уязвимости узкоэндемичных видов, требующих особого внимания Садов;
- повышение повреждаемости ослабленных растений вредителями и болезнями;
- изменение состава и распространения инвазивных вредителей;
- изменение состава и распространения чужеродных видов флоры;
- изменение тенденций растениеводства;
- изменение состава мероприятий и агротехнических приемов возделывания культур;
- изменение ассортимента традиционно культивируемых растений;
- изменение ассортимента устойчивых растений;
- трансформация коллекций Садов в результате гибели растений от засух, избыточного увлажнения, заморозков;
- сохранение исторических ландшафтов, в том числе объектов историко-культурного наследия;
- изменение затрат на содержание Садов.

Помимо проблем у Садов возникнут и новые возможности, которые необходимо использовать:

возрастание интереса к ботаническим садам;
перспективы культивирования новых видов;
увеличение объема производства и продаж с учетом изменяющихся климатических условий.

Программой фундаментальных научных исследований Совета ботанических садов России на период 2020–2025 гг. предусмотрены исследовательские работы по теме «Биоразнообразие растений в связи с экологической и продовольственной безопасностью регионов в условиях глобального изменения климата и антропогенного воздействия», включающие следующие разделы:

- Разработка общей методологии прогноза устойчивости и продуктивности растений в условиях глобальных изменений климата на основе сравнительного анализа их морфофизиологических параметров в различных условиях Садов.
- Выявление параметров чувствительности отдельных видов и сообществ растений к глобальному изменению климата на локальном, ландшафтном и региональном уровнях.
- Экспериментальное изучение влияния основных климатогеографических и гелиофизических факторов среды на устойчивость и продуктивность хозяйственно-ценных растений.
- Разработка принципов и технологий восстановления нарушенных экосистем и рекультивации нарушенных земель в условиях глобального изменения климата и техногенного воздействия.
- Разработка принципов и технологий защиты инженерных конструкций и технологических материалов от повреждений растениями в условиях глобального изменения климата.
- Изучение закономерностей экологической устойчивости экосистем урбанизированных территорий.
- Разработка принципов, методов и технологий защиты растений в открытом и защищенном грунте.

Заключение. Основываясь на указанных исследованиях, необходимо осуществлять практические действия в каждом конкретном регионе:

увеличивать площадь насаждений для противодействия изменениям глобального климата и оптимизации микроклимата;

разрабатывать меры по сохранению естественной растительности с учетом изменения климатических параметров среды, включая определение резерватов, подбор мест закладки всех видов лесных культур;

использовать максимальное разнообразие видов для создания насаждений;

активизировать работу по ранжированию видов растений: тех, которые попадут под угрозу вымирания, тех, положение которых улучшится, и тех, на которые эти изменения не повлияют;

поддерживать уязвимые виды: проводить репатриацию, реинтродукцию, вводить в культуру, закладывать банки семян и т. п.

в соответствии с изменяющимися климатическими параметрами проводить отбор видов, устойчивых к изменениям погоды и экстремальным погодным явлениям;

проводить оценку инвазивности экзотов текущего и предыдущих этапов интродукции с учетом мировых данных о их распространении в других регионах;

интродукцию вести на опережение, разрабатывая новый сортимент культур для возделывания и озеленения;

разрабатывать новые агротехники, учитывая изменение продолжительности периодов вегетации и количества осадков, в том числе кратность покоса, обработок, внесения удобрений;

вводить необходимые агротехнические мероприятия по нейтрализации климатических изменений, такие как системы водоотведения, водонакопления;

управлять фитосанитарным состоянием в экосистемах ботанических садов;

обращать внимание на переработку и использование растительных остатков.

Ботанические сады должны работать на опережение, предоставляя обществу и правительству информацию о прогнозируемых изменениях и путях их решения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Primack, R. The role of botanical gardens in climate change research: Tansley review [Electronic resource] / R. Primack, A. Miller-Rushing // *New Phytologist*. – 2009. – Vol. 182, N 2. – P. 303–313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02800.x>
2. Webster, E. Gardening in a changing climate [Electronic resource] / E. Webster, R. Cameron, A. Culham. – Mode of access: <https://www.rhs.org.uk/science/pdf/RHS-Gardening-in-a-Changing-Climate-Report.pdf>. – Date of access: 09.02.2021.
3. Climate change alliance of botanic gardens [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.rbg.vic.gov.au/initiatives/climate-change-alliance>. – Date of access: 09.02.2021.
4. Rybak, E. A. Regional effects of the global climate change; a case study: the Sochi National park area (Russia) / E. A. Rybak, O. O. Rybak // *Nat. Conserv. Res.* – 2017. – Vol. 2, N 3. – P. 61–67. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.043>
5. Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: техн. резюме / ред. гр. : В. В. Ясюкевич, В. А. Говоркова, И. А. Корнева, Т. В. Павлова, Е. Н. Попова. – М. : Росгидромет, 2014. – 94 с.
6. Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: общее резюме / ред. : В. В. Ясюкевич, В. А. Говоркова, И. А. Корнева, Т. В. Павлова, Е. Н. Попова. – М. : Росгидромет, 2014. – 58 с.
7. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf. – Дата доступа: 09.02.2021.
8. Корсакова, С. П. Методологические основы экологического моделирования и прогнозирования реакции растений на изменения климата : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.08 / С. П. Корсакова ; Никит. бот. сад – нац. науч. центр РАН. – Ялта, 2019. – 46 с.
9. Рыбак, Е. А. Региональные проявления глобальных климатических изменений (на примере Сочинского национального парка) / Е. А. Рыбак, О. Н. Рыбак // *Сочинскому национальному парку – 35 лет : тр. Сочин. нац. парка / отв. ред. Б. С. Туниев*. – Сочи, 2018. – Вып. 12. – С. 68–81.
10. Солтани, Г. А. Влияние изменения климата на растительность Черноморского побережья Кавказа / Г. А. Солтани, И. В. Анненкова // *Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий : сб. ст. VI Всерос. науч.-практ. конф. (2–4 окт. 2019 г., Сочи)*. – Сочи, 2019. – Т. 6. – С. 288–295.

References

1. Primack R., Miller-Rushing A. The role of botanical gardens in climate change research: Tansley review. *New Phytologist*, 2009, vol. 182, no. 2, pp. 303–313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02800.x>
2. Webster E., Cameron R., Culham A. *Gardening in a changing climate*. Available at: <https://www.rhs.org.uk/science/pdf/RHS-Gardening-in-a-Changing-Climate-Report.pdf> (accessed 09.02.2021).
3. *Climate change alliance of botanic gardens*. Available at: <https://www.rbg.vic.gov.au/initiatives/climate-change-alliance> (accessed 09.02.2021).
4. Rybak E. A., Rybak O. O. Regional effects of the global climate change; a case study: the Sochi National park area (Russia). *Nature Conservation Research*, 2017, vol. 2, no. 3, pp. 61–67. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.043>
5. Yasyukevich V. V., Govorkova V. A., Korneva I. A., Pavlova T. V., Popova E. N. (eds.). *Second Assessment Report of Roshydromet on climate change and their consequences on the territory of the Russian Federation. Technical Summary*. Moscow, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, 2014. 94 p. (in Russian).
6. Yasyukevich V. V., Govorkova V. A., Korneva I. A., Pavlova T. V., Popova E. N. (eds.). *Second Assessment Report of Roshydromet on climate change and their consequences on the territory of the Russian Federation. General Summary*. Moscow, Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, 2014. 58 p. (in Russian).
7. *A report on climate features on the territory of the Russian Federation in 2020*. Available at: http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf (accessed 09.02.2021) (in Russian).
8. Korsakova S. P. *Methodological foundations of ecological modeling and forecasting of plant response to climate change. Abstract of Ph. D. diss.* Yalta, 2019. 46 p. (in Russian).
9. Rybak E. A., Rybak O. N. Regional manifestations of global climatic changes (on the example of the Sochi National Park). *Sochinskomu natsional'nomu parku – 35 let: trudy Sochinskogo natsional'nogo parka. Vypusk 12* [Sochi National Park – 35 years: Proceedings of the Sochi National Park. Iss. 12]. Sochi, 2018, pp. 68–81 (in Russian).
10. Soltani G. A., Annenkova I. V. The impact of climate change on the vegetation of the Black Sea coast of the Caucasus. *Ustoichivoe razvitie osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii: sbornik statei VI Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (2–4 oktyabrya 2019 goda, Sochi). Tom 6* [Sustainable development of specially protected natural areas: collection of articles of the VI All-Russian scientific and practical conference (October 2–4, 2019, Sochi). Vol. 6]. Sochi, 2019, pp. 288–295 (in Russian).

Информация об авторе

Солтани Галина Александровна – канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник. Сочинский национальный парк (Курортный пр., 74, 354002, г. Сочи, Российская Федерация). E-mail: soltany2004@yandex.ru

Information about the author

Galina A. Soltani – Ph. D. (Biol.), Leading Researcher. Sochi National Park (74, Kurortny Ave., 354002, Sochi, Russian Federation). E-mail: soltany2004@yandex.ru