

DOI:10.47370/978-5-91692-926-3-2021-191-200

*Вавилова Л.В., ФГБОУ ВО «МГТУ», г. Майкоп
Корзун Б.В., Адыгейский филиал
ФГБУН ФИЦ СЦ РАН, п. Цветочный*

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА СОСТОЯНИЕ *CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE
В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО
КАВКАЗА**

Аннотация. В статье содержатся данные, характеризующие изменение температурного режима в предгорной зоне Адыгеи, а также анализируется влияние некоторых абиотических факторов на зимостойкость *Camellia sinensis* (L.) Kuntze. Отмечено, что локальные изменения климата положительно отражаются на состоянии чайных растений, возделываемых в Адыгейском филиале ФГБУН ФИЦ СЦ РАН, их росте и развитии. Средний балл повреждений облиственных побегов перспективных селекционных форм в наиболее теплый зимний период 2018 г. составил 0,03, тогда как в наиболее морозные годы повреждения листьев достигали 2,5 баллов. Вместе с тем указывается, что в силу климатических изменений в регионе современные сорта должны быть устойчивыми к комплексу неблагоприятных факторов, в особенности к абсолютным

минимумам температуры воздуха в середине зимнего периода, а также возврату мороза во второй половине зимы и в начале вегетации.

Ключевые слова: чайное растение, климатические условия, абиотические факторы компоненты зимостойкости, степень повреждений, рост и развитие растений.

В 1938 году в Майкопском районе Республики Адыгея (Северо-Западный Кавказ) впервые были заложены участки для выращивания *Camellia sinensis* (L.) Kuntze. Предгорная зона Республики Адыгея (Адыгейский филиал ФГБУН ФИЦ СНЦ РАН) по результатам предварительных исследований климатологов, чаеводов и агрохимиков оказалась наиболее пригодной для чаеводства [Вавилова, 2018]. Сочетание чаепригодных почв, особенностей климата, а также вклада отечественных и зарубежных селекционеров и чаеводов обусловили расширение культурной границы ареала чая в самые северные из допустимых географических широт и пополнение биоразнообразия в регионе.

Однако, тенденции локального изменения климата, усилившиеся в последнее время, создают предпосылки для более детального изучения физиологических реакции растений *Camellia sinensis* (L.) Kuntze. на изменение условий окружающей среды, оценки влияния абиотических стрессоров на состояние культурных растений в агроценозе [Вавилова, 2018; Платонова, Белоус, 2020; Программа..., 1999]. Выработываемые адаптационные механизмы под воздействием стрессоров должны закрепляться искусственным отбором в наиболее перспективных селекционных формах. Ведь очевидно, что сортовая стратегия – один из главных инструментов обеспечения функционирования устойчивой искусственной экосистемы [Программа..., 1999]. Как показали наши наблюдения за состоянием генофонда чая в разные по метеоусловиям годы на базе Адыгейского филиала [Вавилова, Корзун, 2019; Вавилова и др., 2021], современный сорт должен быть устойчивым к резким снижениям мороза на фоне оттепелей в середине зимнего периода и к возвратным заморозкам в начале вегетации. В связи с этим селекция самого северного чая направлена на получение наиболее зимостойких форм в сочетании с высоким качеством сырья [Вавилова и др., 2021].

С целью отбора источников зимостойкости нами проведены исследования по оценке комплексной устойчивости растений чая к абиотическим стрессорам, действующим в зимне-весенний перио-

ды последних лет, а также проанализирована изменчивость зимостойкости по годам и проведена оценка влияния условий перезимовки на состояние популяции чая в Адыгее.

Объектами исследований являются селекционные формы растений чая: АФ-1, АФ-2, АФ-3, АФ-4, АФ-5 из генофонда Адыгейского филиала ФГБУН ФИЦ СЦ РАН. За контроль (St) приняты выделенные учетные растения сорт-популяции Кимынь, произрастающие в равных условиях микроклимата и агрофона с изучаемыми перспективными формами.

Наблюдения за растениями и учеты их биометрических параметров проводили в соответствии с общепринятыми методиками [Программа..., 1999]; оценка зимостойкости – в соответствии с методикой М. М. Тюрина, Г. А. Гоголева [Определение..., 2002] и сопряжено с ходом температурного режима местности. Переменные метеоусловий выбраны из базы данных «Расписание Погоды» на официальном сайте, <https://rp5.ru/> (станция Шунтук), содержащей информацию о фактической погоде, поставляемой с сервера данных международного обмена, NOAA, США, а также с сайта <https://www.gismeteo.ru/>. Достоверность полученных результатов оценивалась методами дисперсионного анализа с использованием Microsoft Excel 365.

Потепление климатической системы по результатам отчетов Всемирной метеорологической организации и Межправительственной группы экспертов по изменению климата считается научно обоснованным [Изменение климата, 2013; Состояние климата в 2021 году]. В соответствии с отчетами Гидрометцентра, каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли, чем любое предыдущее десятилетие начиная с 1850 г. Интерес представляют приведенные ВМО международные комплекты данных (рис. 1), которые характеризуют темпы потепления. Очевидно, что глобальное изменение климата отражается на региональном уровне. Так, в Республике Адыгея наметились тенденции смещения дат наступления и окончания основных агроклиматических периодов (переходы через 0, 5, 10 и 15°C), а также некоторого повышения показателя суммы температур за соответствующие периоды. В таблице 1 представлены данные за 5 последних лет, однако похожая закономерность прослеживается и в более ранние годы.

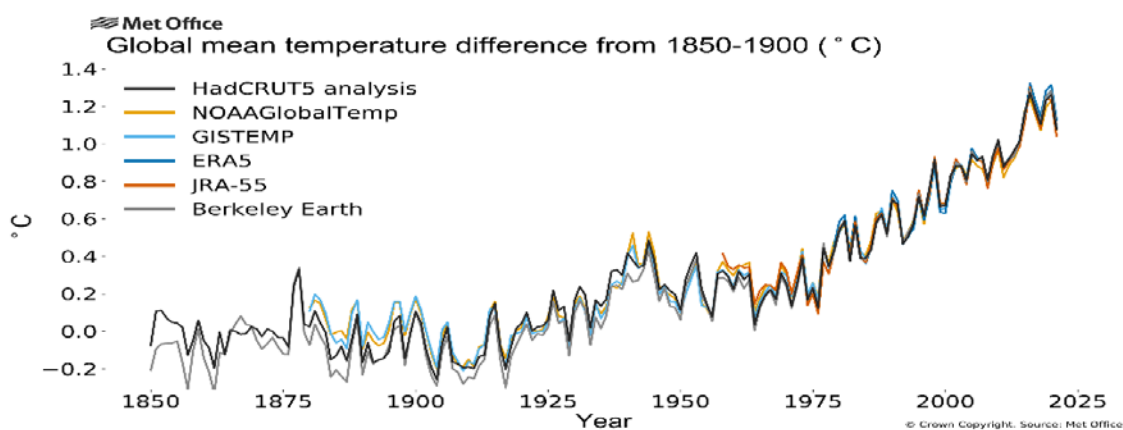


Рис.1. Международные комплексы данных
[Состояние климата в 2021 году].

Таблица 1 – Изменчивость основных агроклиматических характеристик в предгорной зоне Майкопского района Адыгеи (по данным станции МосВИР и <https://rp5.ru>)

Год	Сумма температур за период, °С		Продолжительность периода перехода температур, кол-во дней		Безморозный период, кол-во дней
	>5°С	>15°С	через 5°	через 15°	
2015	4106	2720	212	136	167
2016	3840	3132	209	225	209
2017	3836	3350	218	231	224
2018	4331	2894	240	151	276
2019	3713	3117	247	136	275
2020	3815	3119	248	149	271
Среднее многолетнее	3805	2686	247	138	186

В условиях изменения климата на локальном уровне возникает запрос на формирование не только морозоустойчивых, но прежде всего сортов и форм, обладающих широким диапазоном толерантности к резко изменяющимся стрессорам в течение зимнего периода. Адаптивный сортимент чая для условий предгорий Адыгеи должен сочетать в себе устойчивость к резким понижениям температуры, провокациям теплом во второй половине зимы и в начале весны. Приведенные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что продолжительность периода с температурой воздуха выше 5°С стала короче, или такой же, как и климатическая норма, но обеспеченность теплом выше за счет более резкого набора температур. Весна стала наступать раньше, затем отмечается возврат холода, что сокращает продолжительность безморозного периода.

Динамика годового хода основных метеопараметров характеризуется диаграммой (рис. 2).

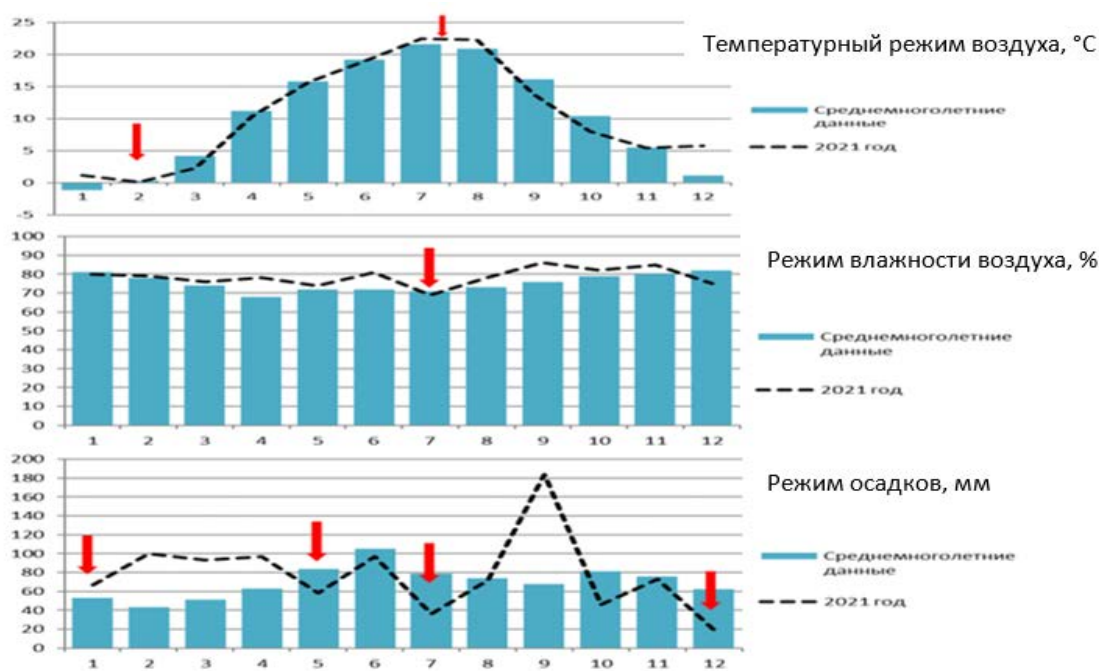


Рис. 2. Метеорологические и климатические характеристики Майкопского района (стрелкой обозначены периоды воздействия абиотических стрессоров)

Вместе с тем показатели температуры воздуха, усредненные за месяц, проявляют незначительные отклонения от среднегоголетних, к тому же не отражают достоверно связи растений со средой обитания. Что доказывает необходимость более активного использования в оценке климатических ресурсов экстремальных температур в определенные фазы развития растений, амплитуды суточных температур, а также сумм температур за различные межфазные периоды в годовом цикле развития чайных растений. Анализ климатических и агрометеорологических условий местности (табл. 1, рис. 2) позволил выявить ряд напряженных периодов в годичном ритме, когда растения чая испытывают наибольшее стрессовое воздействие среды: морозный период в начале зимы, что оказывает влияние на повреждаемость тканей невызревших верхушечных побегов и листьев растений (продолжительность периода до 14 дней); критические снижения температуры воздуха в середине зимнего периода (с понижением температуры воздуха до $-33,7^{\circ}\text{C}$); морозные периоды в 2-ой половине зимы на фоне неустойчивого и не высокого снежного покрова; влияние продолжительных оттепелей с высокими дневными температурами воздуха, провоцирующих процессы

ростовой направленности; поздние заморозки интенсивностью до – 2,6°С в апреле; летний засушливый период (август) на фоне высоких температур, достигающих 37,8°С.

При таком подходе удается проанализировать влияние абиотических стрессоров на состояние изучаемых растений, их физиологический статус и адаптивные реакции, на продукционный процесс основной культуры в агроценозе. Перечисленные неблагоприятные условия периода относительного покоя чая позволяют оценить зимостойкость по пяти компонентам [Определение..., 2002]. Оценка зимостойкости (табл. 2) в наиболее суровый по метеоусловиям зимний период из пяти лет наблюдений показала, что, все изучаемые селекционные формы имели хорошую устойчивость по I-IV компонентам. Их степень повреждений побегов не превышала 2,5 баллов, а листьев – 3 балла, при этом наибольшие повреждения отмечались в декабре 2016 г. По II-III компонентам в большей степени повреждались листья. Устойчивость селекционных форм выше по сравнению с контрольными растениями. Степень повреждений растений определяет их состояние и развитие в период вегетации. Сильные повреждения тормозят рост и побегообразование чая и в последующем снижают продуктивность насаждений.

Таблица 2 – Зимостойкость селекционных форм чая, 2016-2017 год

Селекционная форма	Степень повреждений после воздействия t_{\min} °С, балл										Средняя степень повреждений растений, балл
	I компонент 19.10.2016 (-2,4°С)		II компонент 08.12.2016 (-19,1°С)		III компонент 31.01.2017 (-24,8°С)		IV компонент 13.02.2017 (-23,0°С)		V компонент 01.04.2017 (-2,6°С)		
	побеги	листья	побеги	листья	побеги	листья	побеги	листья	побеги	листья	
Кимынь /St/	0,3	0,5	3,2	3,8	3,0	3,5	3,0	3,8	1,5	2,4	2,5
АФ-1	0,0	0,0	2,5	3,0	1,5	2,5	2,5	3,0	1,2	1,5	1,8
АФ-2	0,0	0,0	2,0	2,5	1,5	2,2	1,5	2,5	1,0	1,5	1,5
АФ-3	0,0	0,0	2,0	2,0	1,5	2,0	1,0	2,0	1,0	1,5	1,3
АФ-4	0,0	0,2	2,5	2,5	2,0	2,5	1,5	1,5	1,5	2,0	1,6
АФ-5	0,0	0,0	1,5	1,5	1,5	2,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,2
Среднее	0,05	0,12	2,28	2,55	1,83	2,53	1,75	2,38	1,20	1,73	1,65
НСР ₀₅	0,059										
	F _ф >F _{теор} =14,2										
Доля межсортовой изменчивости: 35,9%											

Наступление критических для чая температур воздуха и их экспозиция в соответствующие периоды зимы в разные годы не совпадает, поэтому не всегда представляется возможность оценить реакцию растений на температурный стрессор. Так в 2018 г. абсолютные минимумы температуры воздуха по всем компонентам не превысили среднеклиматическое значение аналогичного срока воздействия, а частота периодов и продолжительность оттепелей, напротив, возросли. В таких условиях активизируются процессы ростовой направленности и растения теряют свой потенциал коллоидной устойчивости к неблагоприятным абиотическим факторам, приобретенный в предшествующей вегетации. В 2017-18 г. наблюдался наиболее теплый зимний период за 12 регулярных лет исследований, условия зимы 2020-21 г. также были близки. В описываемый зимний период температурный минимум не превышал 8,1°C мороза. Понижение температуры воздуха на фоне оттепелей ниже 0°C приводит к увеличению амплитуды суточной температуры воздуха. Это способствует десинхронизации биоритмов чайных растений, сформированных в онтогенезе в условиях Адыгейского филиала. Следовательно, в изменяющихся климатических условиях перспективным формам чая нужно выработать новые адаптационные механизмы, а именно приобрести устойчивость к провокациям теплом в период зимнего относительного покоя.

Среднюю степень повреждений абсолютным минимумом температуры воздуха селекционных форм чая оценили с использованием двухфакторного дисперсионного анализа с определением доли влияния факторов «Год» и «Селекционная форма» (табл. 3).

Анализ полученных данных показывает, что влияние абиотических факторов, складывающихся в различные годы, оказывает существенное и значительное влияние на степень повреждений растений чая (38,5%), и как следствие на их состояние вначале вегетации и последующую продуктивность. Изменчивость повреждений абсолютным минимумом в зависимости от биологического потенциала отдельных селекционных форм оказывает несколько меньший вклад в балл повреждений тканей побегов и листовых пластинок чайных растений (31,1%). В то же время селекционные формы на протяжении пяти лет наблюдений проявили большую устойчивость к морозу в середине зимы, чем растения сортопопуляции Кимынь, что доказывает целесообразность отбора наиболее адаптивных форм из имеющегося генофонда для управ-

ления продукционным процессом в агроценозе. Перспективные сортоформы, проявляющие хорошую устойчивость к стресс-факторам среды в зимний период, формируют оптимальные параметры кроны к концу вегетации и обеспечивают хорошую урожайность собираемых флешей. Оценка состояния растений по биометрическим параметрам показала, что средний показатель высоты куста между формами был в пределах от 96 до 133 см. Ширина куста у растений также изменялась в незначительных пределах 100-120 см. При этом следует отметить, что формы АФ-1 и АФ-4 имели меньший прирост за вегетацию по сравнению с другими учетными растениями.

Таблица 3 – Изменчивость степени повреждения различных селекционных форм чая по годам

Форма	Средняя степень повреждений, балл										Средняя степень повреждений, балл, \bar{x}	Стандартное отклонение, S
	2016 (-21,3°C)		2017 (-24,8°C)		2018 (-8,1°C)		2019 (-8,9°C)		2021 (-16,3°C)			
	по-беги	листья	по-беги	листья	по-беги	листья	по-беги	листья	по-беги	листья		
Кимынь /St/	0,3	0,3	3,0	3,5	0	0,05	0	0,18	0,2	0,55	0,81	1,24
АФ-1	0,1	0,3	1,5	2,5	0	0,04	0	0,18	0,2	0,55	0,54	0,78
АФ-2	0,3	0,3	1,5	2,2	0	0,04	0	0,14	0,1	0,3	0,49	0,71
АФ-3	0,1	0,3	1,5	2,0	0	0,0	0	0,02	0,2	0,5	0,46	0,67
АФ-4	0,3	0,3	2,0	2,5	0	0,02	0	0,08	0,1	0,3	0,56	0,86
АФ-5	0,2	0,3	1,5	2,5	0	0,04	0	0,08	0,16	0,44	0,52	0,78
Среднее по формам	0,22	0,30	1,83	2,53	0,0	0,03	0,0	0,11	0,2	0,55	-	-
Доля изменчивости фактора Селекционная форма 31,1 %												
Доля изменчивости фактора Год, 38,5 %												
НСР ₀₅ 0,09 F _ф > F _{теор} = 17,1 для всех факторов												

Учитывая, что в 2017 г. растения получили наибольшие повреждения, интересно было сопоставить значения габитуса чайных кустов в конце вегетации этого года (когда уже проявились все скрытые повреждения и закончилась регенерация) с результатами роста и развития в благоприятный для перезимовывания 2021 г. (рис. 3).

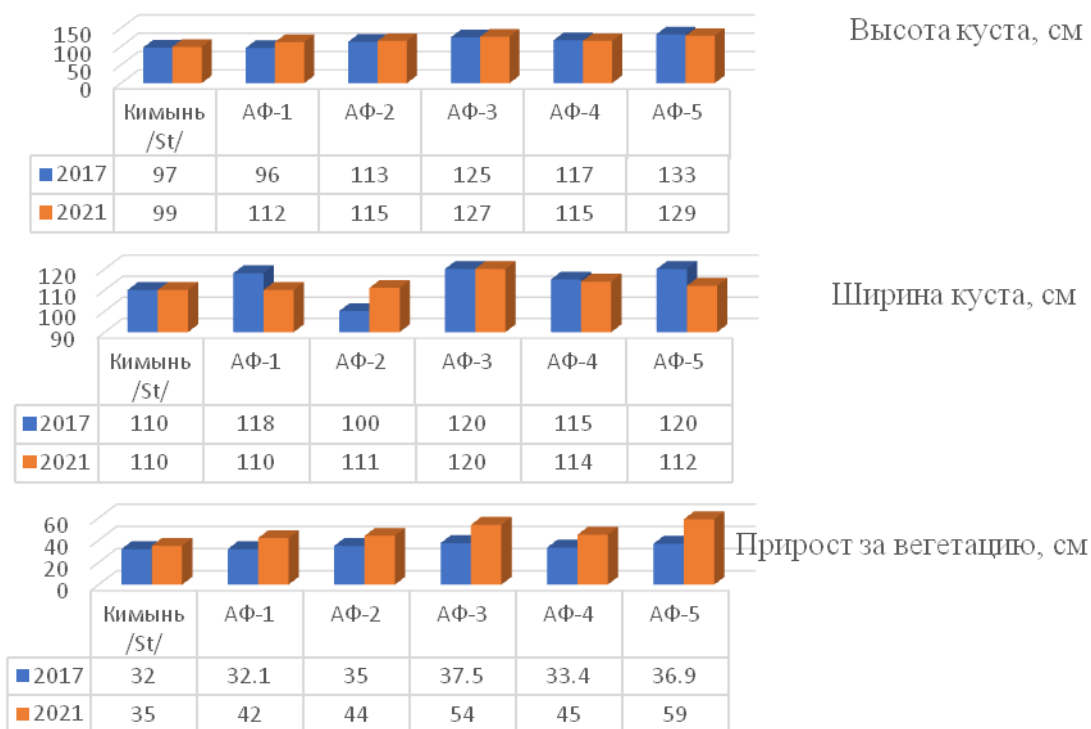


Рис. 3. Формирование габитуса в различные по метеоусловиям годы

Оказалось, что регенерация поврежденных облиственных побегов проходит достаточно быстро, фотосинтезирующий аппарат восстанавливается уже к концу мая и формирование габитуса в большей степени, видимо, зависит от условий влагообеспеченности и температурных экстремумов летнего периода. Коэффициент вариации показал, что изменчивость признака слабо- или средневариабельна (высота куста – 5,83%, ширина куста – 3,14%, прирост за вегетацию – 13,43%).

Таким образом, абиотические факторы на фоне локального изменения климата в Адыгее оказывают влияние на состояние *Camellia sinensis* (L.) Kuntze. Тенденции потепления положительно отражаются на перезимовывании растений, отмечается снижение степени повреждений облиственных побегов и благоприятное течение вегетации, однако среднесуточные температуры воздуха выше ростового минимума чая провоцируют ростовые процессы в период относительного покоя, что понижает устойчивость растений к заморозкам. Эти обстоятельства вызывают необходимость корректировки программы и методов наблюдения, используемых в селекционной работе, а также установления количественной оценки влияния наиболее значимых абиотических факторов среды, что позволит наиболее эффективно управлять продукционным процессом в агроценозе чая.

Литература:

Вавилова Л. В. Оценка зимостойкости перспективных форм чая в условиях потепления зимнего периода в Адыгее // Новые технологии, 2018. № 4. С. 193–200.

Вавилова Л. В., Корзун Б. В. Особенности роста и развития селекционных форм чая в условиях Адыгеи // Новые технологии. 2019. № 4. С. 110–118.

Вавилова Л. В., Пчихачев Э. К., Корзун Б. В. Биологические особенности и хозяйственные показатели перспективных селекционных форм чая для возделывания в условиях Республики Адыгея // Субтропическое и декоративное садоводство. 2021. № 79. С. 28–38.

Изменение климата, 2013. Физическая научная основа: Резюме для политиков 5-го Доклада МГЭИК [Электронный ресурс] / Т. Ф. Стоккер [и др.]. Кембридж, Университи Пресс, Кембридж, Соединенное Королевство и Нью-Йорк, США, 2013. URL: https://meteoinfo.ru/images/media/books-docs/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf

Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях: метод. указания / М. М. Тюрина [и др.]; под общ. ред. В. И. Кашина. Мичуринск: ВСТИСП, 2002. 120 с.

Платонова Н. Б., Белоус О. Г. Вторичные метаболиты листьев чая и их участие в защите от экологических стрессоров // Садоводство и виноградарство. 2020. № 4. С. 12–17.

Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова. – Орёл: Изд-во ВНИИ СПК, 1999. 608 с.

Состояние климата в 2021 году – экстремальные явления и масштабные воздействия. [Электронный ресурс]. URL: <https://public.wmo.int/ru/>