

Ботанические исследования

УДК 630*181.8(470.23-25)(045)

Г.А. Фирсов, И.В. Фадеева

МОНИТОРИНГ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХОЛОДНОГО И ТЕПЛОГО СЕЗОНОВ ГОДА ЗА ПЕРИОД 1925–2022 гг. И ИНТРОДУКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

За период 1925–2022 гг. самое раннее наступление зимы в Санкт-Петербурге пришлось на 11 октября 1941 г., рекордно поздней датой начала зимы стало 26 января 2019 г. Самой длительной была зима 1941/42 г. (178 сут.), самой короткой – в 2019/20 г. (14 сут.). Проявляется тенденция к более раннему началу весны, от 3 апреля в 10-летие 1925–1934 г. до 4 марта в последнее 10-летие 2013–2022 г. Дата наступления зимы 10 ноября в 10-летие 1986–1995 г. была самой ранней в XX веке, после чего наступило заметное удлинение осеннего периода и сдвиг начала зимы до значения 19 декабря (2011–2020 гг.). Продолжительность зимнего периода сократилась со 130 сут. в 30-летие 1925–1954 г. (36 % года) до 105 сут. (29 % года) в 30-летие 1993–2022 гг. При удлинении безморозного и вегетационного сезона древесные растения имеют возможность успешнее подготовиться к зимовке. Это создаёт лучшие условия для их репродуктивной сферы, роста и развития. Расширяется ассортимент деревьев и кустарников, перспективных для культуры в открытом грунте.

Ключевые слова: фенологический мониторинг, времена года, Ботанический сад, Санкт-Петербург, древесные растения, изменения климата.

DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-3-271-280

В Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (БИН) непрерывный фенологический мониторинг ведётся с 1980 г. Анализ сроков наступления и продолжительности сезонов за 42 года наблюдений, выполненный ранее авторами за 1980–2021 гг., показал, что продолжительность зимнего сезона по сравнению с периодом 1953–1981 гг. сократилась с 32 % до 29 % года, а если рассматривать только XXI век (2001–2021 гг.) – то до 26 %. В настоящей статье мы продлили этот ряд и проанализировали его изменения почти за 100-летний период 1925–2022 гг. Этот длительный период охватывает заметные колебания климата XX века, включая известное «потепление Арктики» 1930-х гг.; последующее за этим похолодание после аномально-суровых зим 1939/40, 1941/42, 1955/56; годы второй половины того столетия, которые считались «нормой современного климата». Этот период охватывает годы, когда в Санкт-Петербурге началось заметное потепление климата, которое ещё более усилилось в XXI столетии.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являются метеорологические индикаторы Календаря природы, основанного на Естественной периодизации года по Н.Е. Булыгину [1]. Дата начала холодной части года (совпадает с началом подсезона «Первозимье» по Календарю природы) определялась по дате устойчивого перехода температуры воздуха приземного слоя атмосферы через 0° С в сторону понижения. Другим показателем начала фенологической и метеорологической зимы традиционно является установление устойчивого снежного покрова. Однако, при участившихся тёплых зимах имеют место неоднократные случаи, когда устойчивый снежный покров в Санкт-Петербурге отсутствует. Дата начала теплой части года (совпадает с первым этапом подсезона «Снеготаяние» в Календаре природы) фиксировалась по дате устойчивого перехода температуры воздуха через 0° С в сторону повышения. Ранее в Календаре природы первый этап подсезона «Снеготаяние» определялся по фенологическому индикатору «Начало сокодвижения *Acer platanoides* L.». Но, в связи с тем, что в XXI в. сокодвижение *Acer platanoides* многократно регистрировалось в зимние оттепели, этот индикатор был заменен на метеорологический.

За более ранний период времени использованы литературные и собственные данные авторов [2–4], в которых проведен анализ воздействия изменений продолжительности теплой и холодной ча-

стей года в Санкт-Петербурге на древесные растения в феностанции Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. Ежегодная оценка обмерзания проводилась авторами с начала 1980-х гг.

В работе использованы данные метеостанции Санкт-Петербург Северо-Западного межрегионального территориального управления федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Обозначения фенофаз даны по Н.Е. Булыгину [5]. Использована обработка данных в компьютерной программе Microsoft Excel.

Принятые обозначения: СТ1 – первый феноэтап подсезона «Снеготаяние», НЛ1 – первый феноэтап подсезона «Начало лета», НО1 – первый феноэтап подсезона «Начало осени», ПРз – «Первозимье», начало зимы.

Результаты и их обсуждение

Древесные растения, культивируемые и растущие дико в Санкт-Петербурге с конца 1980-х гг., находятся под влиянием потепления климата Санкт-Петербурга [2; 3; 6–8]. В таких условиях важно проследить, насколько смещаются сроки наступления сезонов года и их соотношение в годичном цикле развития природы. В табл. 1 приводятся данные фенологического мониторинга о ежегодных датах наступления зимнего и весеннего сезонов года и о продолжительности холодной и тёплой частей года в Санкт-Петербурге за почти столетний период 1925–2022 гг.

Таблица 1

Даты наступления и продолжительность холодной и тёплой частей года в Санкт-Петербурге за период 1925–2022 гг.

Годы	Первозимье (ПРз) предшествующей зимы	Снеготаяние первый этап (СТ1)	Длительность холодной части года	Первозимье (ПРз)	Длительность тёплой части года
1925	02.12.	01.04.	120	31.10.	213
1926	31.10.	17.04.	168	27.11.	224
1927	27.11.	02.04.	126	10.11.	222
1928*	10.11.	28.03.	139	03.12.	250
1929	03.12.	23.04.	141	23.12.	244
1930	23.12.	03.04.	101	17.11.	228
1931	17.11.	12.04.	146	18.11.	220
1932	18.11.	31.03.	134	31.12.	275
1933	31.12.	18.03.	77	07.11.	234
1934	07.11.	15.03.	128	01.12.	261
1935	01.12.	02.04.	122	17.11.	229
1936	17.11.	12.04.	147	17.11.	219
1937	17.11.	14.03.	117	26.11.	257
1938	26.11.	14.03.	108	11.12.	272
1939	11.12.	15.04.	125	22.11.	221
1940	22.11.	08.04.	138	28.11.	234
1941	28.11.	13.04.	136	11.10.	181
1942	11.10.	07.04.	178	05.11.	212
1943	05.11.	09.03.	124	02.12.	268
1944	02.12.	15.04.	135	15.11.	214
1945	15.11.	29.03.	134	08.11.	224
1946	08.11.	03.04.	146	11.11.	222
1947	11.11.	25.03.	134	10.11.	230
1948	10.11.	31.03.	142	11.12.	255
1949	11.12.	22.03.	101	23.11.	246
1950	23.11.	18.03.	115	17.12.	274
1951	17.12.	26.03.	99	06.11.	225
1952	06.11.	06.04.	152	28.10.	205
1953	28.10.	30.03.	153	10.12.	255

Продолжение табл. 1

Годы	Первозимье (ПРз) предшествующей зимы	Снеготаяние первый этап (СТ1)	Длительность холодной части года	Первозимье (ПРз)	Длительность тёплой части года
1954	10.12.	22.03.	102	16.11.	239
1955	16.11.	13.04.	148	15.11.	216
1956	15.11.	08.04.	145	29.10.	204
1957	29.10.	17.04.	170	24.11.	221
1958	24.11.	02.04.	129	26.11.	238
1959	26.11.	02.04.	127	13.11.	225
1960	13.11.	06.04.	145	12.11.	220
1961	12.11.	18.02.	98	11.11.	266
1962	11.11.	01.04.	141	29.11.	242
1963	29.11.	07.04.	129	22.11.	229
1964	22.11.	30.03.	129	20.11.	235
1965	20.11.	11.04.	142	11.11.	214
1966	11.11.	24.03.	133	06.12.	257
1967	06.12.	01.03.	85	23.11.	267
1968	23.11.	21.03.	119	24.10.	217
1969	24.10.	09.04.	167	25.11.	230
1970	25.11.	02.04.	128	29.10.	210
1971	29.10.	26.03.	148	06.11.	225
1972	06.11.	13.03.	128	24.12.	286
1973	24.12.	23.03.	89	12.11.	234
1974	12.11.	11.03.	119	29.12.	293
1975	29.12.	04.03.	65	17.11.	258
1976	17.11.	26.03.	130	13.10.	201
1977	13.10.	02.04.	171	27.11.	239
1978	27.11.	25.03.	118	25.11.	245
1979	25.11.	22.03.	117	29.11.	252
1980	29.11.	28.03.	120	29.10.	215
1981	29.10.	22.03.	144	12.11.	235
1982	12.11.	13.03.	121	08.12.	270
1983	08.12.	14.03.	96	11.11.	242
1984	11.11.	28.03.	138	10.11.	227
1985	10.11.	14.03.	124	16.11.	247
1986	16.11.	06.03.	110	03.12.	272
1987	03.12.	22.03.	109	07.11.	230
1988	07.11.	21.03.	135	30.10.	223
1989	30.10.	26.01.	88	16.11.	294
1990	16.11.	29.01.	74	12.11.	287
1991	12.11.	18.03.	126	05.12.	262
1992	05.12.	01.03.	87	24.10.	237
1993	24.10.	14.03.	141	05.11.	236
1994	05.11.	30.03.	145	03.11.	218
1995	03.11.	14.02.	103	01.11.	260
1996	01.11.	24.03.	144	11.12.	262
1997	11.12.	29.03.	108	17.11.	233
1998	17.11.	27.03.	130	08.11.	226
1999	08.11.	18.03.	130	07.11.	234
2000	07.11.	14.03.	128	17.12.	278
2001	17.12.	30.03.	103	14.11.	229
2002	14.11.	17.03.	123	03.11.	231
2003	03.11.	23.03.	140	06.12.	258

Окончание табл. 1

Годы	Первозимье (ПРз) предшествующей зимы	Снеготаяние первый этап (СТ1)	Длительность холодной части года	Первозимье (ПРз)	Длительность тёплой части года
2004	06.12.	13.03.	98	17.11.	249
2005	17.11.	31.03.	134	04.12.	248
2006	04.12.	29.03.	115	20.01.	297
2007	20.01.	02.03.	41	05.11.	248
2008	05.11.	07.03.	123	08.12.	276
2009	08.12.	28.03.	110	05.12.	252
2010	05.12.	26.03.	111	21.11.	240
2011	21.11.	01.04.	131	01.01.	275
2012	01.01.	02.04.	92	28.11.	240
2013	28.11.	04.04.	127	11.01.	282
2014	11.01.	09.02.	29	22.12.	316
2015	22.12.	20.02.	60	27.12.	310
2016	27.12.	27.01.	32	02.11.	279
2017	02.11.	28.02.	118	07.01.	313
2018	07.01.	01.04.	84	26.11.	239
2019	26.11.	15.03.	109	26.01.	317
2020	26.01.	09.02.	14	07.12.	301
2021	07.12.	24.03.	107	27.11.	248
2022	27.11.	12.03.	105	18.11.	251

Примечание: полужирным шрифтом выделены високосные годы.

Если мы рассмотрим сроки наступления весны, то в 1920-х гг. преобладали апрельские даты, с самой поздней – 17 апреля 1926 г. В 1930-х гг. на фоне потепления климата тех лет [2; 8; 9] преобладал переход от зимы к весне в марте, с ранними датами 19 марта в 1937 и 1938 гг. После аномально суровой зимы 1939/40 г. весна наступила 8 апреля. А после самой холодной зимы XX столетия, 1941/42 г. – 13 апреля. В 1940-е гг. и до зимы 1955/56 г. не было очень ранних или очень поздних дат. В 1956 г. после аномально холодной зимы 1955/56 г. весна наступила 8 апреля. Но ещё более поздняя дата пришлось на следующий год – 17 апреля 1957 г. Она повторила рекордно позднюю дату 1926 г. Год 1961, наоборот, был очень тёплым, переход к весне был очень ранним – 18 февраля 1961 г. Довольно рано началась весна и в 1967 г. – 1 марта. Из поздних дат в 1960-е годы выделяется 1965 г. – 11 апреля. В холодный 1976 г. (в то лето местами в Ленинградской области не вызрела даже клюква, не созрели плоды у клёна остролистного) весна началась 26 марта. После холодной зимы 1978/79 г. переход к весне произошёл в обычные мартовские сроки – 22 марта. В 1980-е годы уже не было ни одной апрельской даты. И даже после аномально-суровой зимы 1986/87 г. переход к весне произошёл 22 марта. Зато в 1989 г. отмечена очень ранняя дата – 26 января 1989 г. Как раз с этого года в Санкт-Петербурге началось заметное потепление климата. Почти повторилась эта дата и на следующий 1990 г. – 29 января, в 1995 г. – 14 февраля. Самой поздней датой до конца столетия оказалось 30 марта 1994 г. В XXI веке большинство случаев пришлось на март. Был трёхлетний период, когда даты перехода были поздними, это в апреле (1–4 апреля) 2011, 2012 и 2013 гг. А также год 2018 – 1 апреля, то есть всего 4 случая за начало третьего тысячелетия. Зато ранние даты случались чаще: 9 февраля 2014 г., 20 февраля 2015 г., 28 февраля 2017 г., 9 февраля 2020 г. После аномально-тёплой зимы 2006/07 гг., последствия которой описаны в литературе [10], весна началась 2 марта 2007 г. А год 2016 почти повторил рекорд 1989 года – 27 января.

Если мы посмотрим этот же ряд по скользящим средним 10-летиям с шагом 1 (рис. 1), то в начале ряда эта дата колебалась в пределах некоторых средних значений, от 3 апреля в 10-летие 1925–1934 г. до 4 апреля в период 1951–1960 гг. И это последнее 10-летие оказалось самым поздним за весь ряд. Внутри этого интервала заметны колебания от 3 апреля (1939–1948 гг.) до 22 марта (1945–1954 гг.). После 10-летия 1951–1960 гг. наблюдается тенденция к всё более раннему сдвигу даты весны, до 3 марта (1986–1925 гг.). При этом очень резкий сдвиг после 10-летия 1979–1988 гг. (19 марта). После этого имеет место снова подъём кривой к более поздним датам, с некоторыми ко-

лебаниями до 10-летия 2004–2013 гг. (23 марта). Затем началось резкое падение кривой вниз, к более ранним датам, до 4 марта в самое последнее 10-летие 2013–2022 гг. Заметна некоторая задержка этой кривой в 10-летие 2009–2018 гг. (на это 10-летие пришлось все 4 случая начала весны в апреле) – 12 марта. То есть, проявляется тенденция к более раннему наступлению весны, однако, с большими колебаниями. Что, очевидно, связано с короткопериодными колебаниями климата. И в последние годы тенденция эта усилилась на фоне потепления климата.

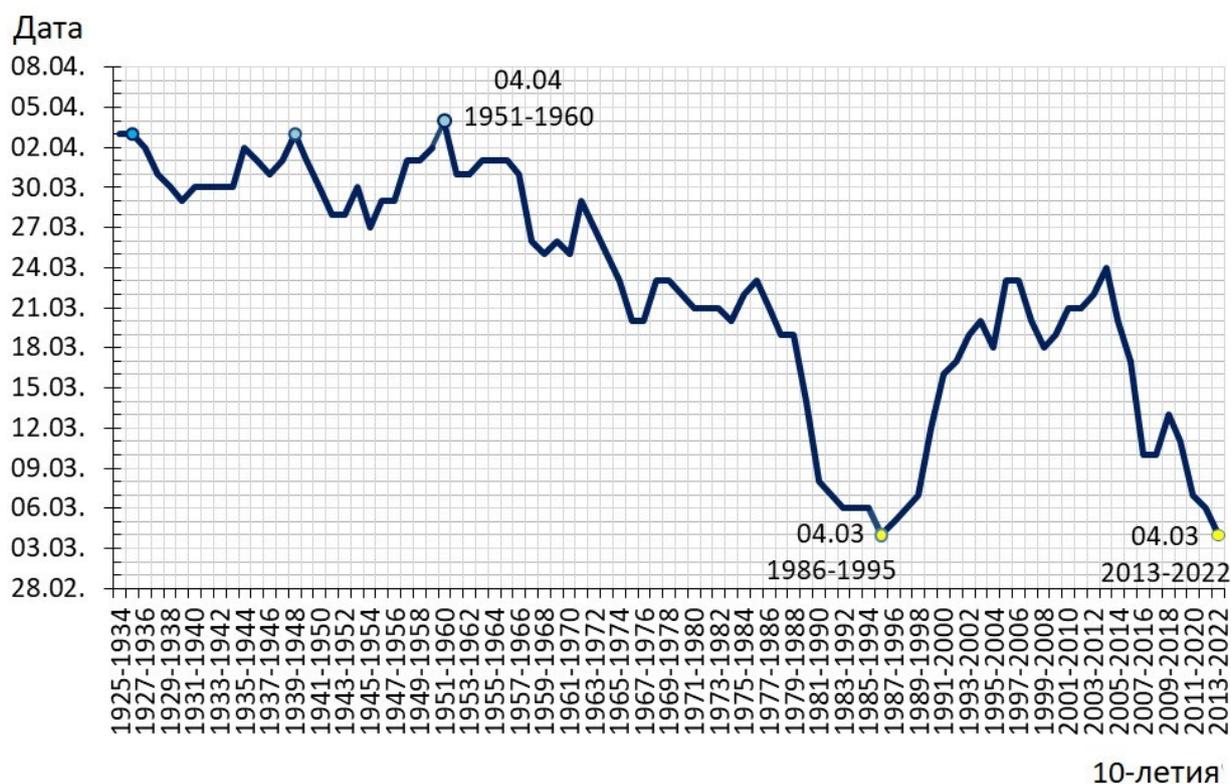


Рис. 1. Даты наступления подсезона «Снеготаяние» в Санкт-Петербурге по скользящим средним 10-летиям с шагом 1 (с 1925–1934 по 2013–2022 гг.)

Если рассмотреть сроки наступления зимы, то в начале ряда, в 1920-е годы, эта дата значительно колебалась, от 31 октября 1925 г. до 23 декабря 1929 г. В 1930-е годы в трёх случаях она пришлась на декабрь: 31 декабря 1932 г., 1 декабря 1934 г., 11 декабря 1938 г. Остальные даты пришлись на ноябрь. Очень рано наступила зима в 1941 г., в самую холодную зиму XX в. – 11 октября. Это оказалось рекордно ранней датой за весь ряд. Следующий раз в октябре это повторилось 29 октября 1956 г., после аномально-холодной зимы 1955/56 г. До конца столетия годы с наступлением зимы в октябре были следующие: 24 октября 1968 г., 29 октября 1970 г., 13 октября 1976 г., 29 октября 1980 г., 30 октября 1988 г., 24 октября 1992 г. После 1992 г. и в XXI веке таких ранних зим не было. Что касается более поздних дат, то с середины XX в. и до его окончания было 8 случаев, когда зима наступала в декабре, начиная с 10 декабря 1953 г., с самой поздней датой 29 декабря 1974 г. В XXI веке декабрьские зимы стали наступать всё чаще. И ещё 5 случаев, когда до окончания календарного года зима не наступила и началась в январе. Это 20 января 2006 г. (с этого года потепление климата ещё более усилилось) – это самый первый случай, а также 1 января 2011 г., 11 января 2013 г., 7 января 2017 г. Рекордно поздней датой начала зимы стало 26 января 2019 г.

Если посмотреть даты наступления подсезона «Первозимье» в Санкт-Петербурге (рис. 2) по скользящим средним 10-летиям с шагом 1, то в начале ряда была тенденция к наступлению зимы в пределах 25 ноября (1925–1934 гг.) и до 28 ноября (1929–1938 гг.).

Потом произошёл довольно заметный спад кривой с тенденцией к более раннему наступлению зимы, до 17 ноября (1933–1942 гг.). И далее эта дата держалась примерно в тех же значениях долгое время, до 10 ноября в десятилетие 1986–1995 гг. Интересно, что на это 10-летие пришлась самая ранняя дата начала зимы и в то же время самая ранняя дата начала весны. Очевидно, это связано

с короткопериодными колебаниями климата. После чего пошёл резкий подъём кривой, что связано с возрастанием теплообеспеченности до значения 19 декабря (2011–2020 гг.). При этом были некоторые колебания. После 10-летия 2002–2011 гг. во все последующие 10-летия дата наступления зимы постоянно приходится на декабрь. Что говорит о том, что потепление климата продолжается и усиливается.

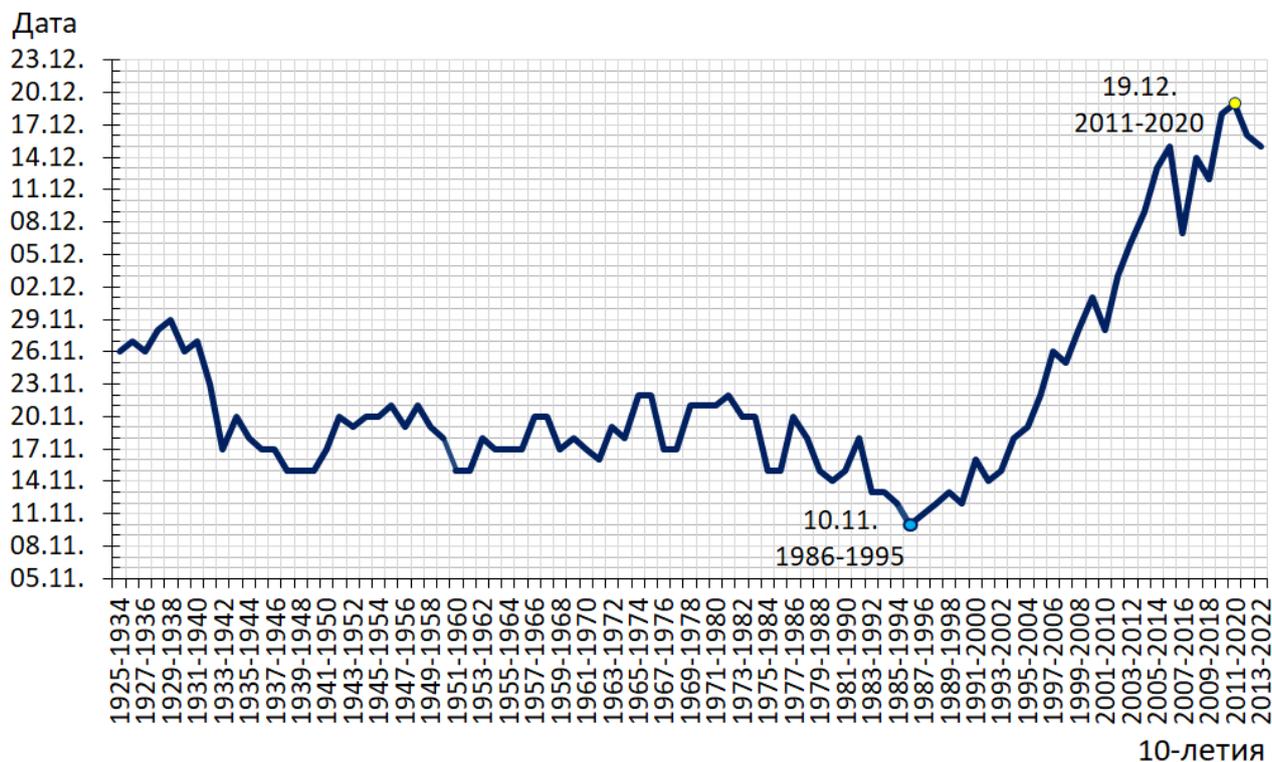


Рис. 2. Даты наступления подсезона «Первозимье» в Санкт-Петербурге по скользящим средним 10-летиям с шагом 1 (с 1925–1934 по 2013–2022 гг.)

Если обратить внимание на продолжительность тёплого и холодного сезонов года, то видны значительные колебания. В начале ряда продолжительной была зима 1925/26 г. – 168 сут. Её превзошла зима 1941/42 г. – 178 сут., которая длилась фактически полгода. Она стала не только самой холодной, но и самой продолжительной зимой XX века и всего этого ряда. После этого продолжительными зимами были 1951/52 г. – 152 сут. и особенно 1956/57 г. (следующая после аномально суровой зимы 1955/56 г.) – 170 сут. Очень длительной была зима 1976/77 г., вслед за холодным летом 1976 г., из-за раннего её начала – 171 сут. Бросается в глаза, что данный ряд неоднороден. После 1977 г. подобных длительных зим уже не повторялось. А в XXI веке самой длительной была зима 2002/03 г. – 140 сут., а короткие зимы участились. Вначале ряда заметно короткой была зима 1933 г. – 77 сут. В тёплом 1961 г. зима продолжалась 98 сут. Ещё более короткими были зимы 1966/67 (85 сут.) и 1972/73 гг. (89 сут.). Заметно короче их стала зима 1974/75 г. – 65 сут. Это был период повышенной теплообеспеченности начала 1970-х гг. Довольно короткой стала зима 1989/90 г. – 74 сут., когда началось заметное потепление климата Санкт-Петербурга. Короткой стала зима 2006/07 г., побив все прежние рекорды – 41 сут. Затем её превзошли зимы 2013/14 г. (29 сут.) и 2015/16 г. (32 сут.). А зимой 2019/20 г. период с устойчивой зимней температурой воздуха продолжался всего 14 сут. При дальнейшем потеплении климата может наступить такой момент, когда температура будет устойчиво положительной в течение всего года. Сокращение зимы происходит в основном за счёт удлинения продолжительности осени, её второй половины. Как уже сказано, имеет место несколько случаев в XXI веке, когда зима не наступала до окончания календарного года, а только в январе.

Соответственно, если сокращается холодная часть года, то одновременно увеличивается тёплая его часть (сезоны весны, лета и осени). В целом за весь ряд продолжительность тёплой части года изменяется от 181 сут. (1941 г.) до 317 сут. (2019 г.). При этом короткие вегетационные сезоны пре-

обладают в начале и первой половине ряда: 221 сут. в 1939 г., перед аномально суровой зимой 1939/40 г., 212 сут. в 1942 г., 214 сут. в 1944 г., 205 сут. в 1952 г., 204 сут. в 1956 г., 201 сут. в 1976 г. Зато в XXI в. уже имеет место 6 случаев, когда продолжительность тёплого периода превышает 300 сут. (в XX в. ни одного такого случая).

Если посмотреть даты наступления холодных и тёплых сезонов года в Санкт-Петербурге по скользящим средним 30-летиям, то мы увидим более сглаженную кривую. Длительность холодной части года в 30-летие 1925–1954 гг. составляла 130 сут. (36 % года). В последнее 30-летие 1993–2022 гг. она составляет 105 сут. (29 % года), то есть заметно сократилась. Соответственно, тёплая часть года в эти два 30-летия увеличилась с 235 до 262 сут. (на 28 сут. или почти на месяц). При этом дата начала зимы отодвинулась с 21 ноября (1925–1954 гг.) на 1 декабря (1993–2022 г.). А дата начала весны изменилась с 31 марта на 15 марта.

Можно заметить, что в начале XX века среднегодовая температура воздуха в Санкт-Петербурге держалась в основном в пределах от 3,7 °C (1908 г.) до 4,8 °C (1905 г.). Это соответствовало климатической норме второй половины того столетия, названной потом «современным климатом». В 1920-х гг. характер зим изменился, они стали более тёплыми, с частыми оттепелями, поздним ледоставом и неустойчивым ледяным покровом. В 1920 г. годовая температура достигла рекордного на тот момент значения 5,9 °C. В тёплую зиму 1924/25 г. р. Нева у Дворцового моста совсем не замерзала [11]. Это совпало с глобальным потеплением климата в северном полушарии [9]. Известное «потепление Арктики», которое началось в конце XIX в., достигло максимума в конце 1930-х гг. и, наряду с прочими районами, захватило Санкт-Петербург. Наступила эпоха «современного климата», под этим названием климатологами во второй половине XX в. подразумевался климат после потепления 1930-х гг. [9; 12]. С 1940-х годов на Северо-Западе России, как и вообще в северном полушарии, началось очередное похолодание климата [9; 13]. Понижение температуры в Санкт-Петербурге в 1940–50-х гг. в значительной степени было обусловлено аномально холодной зимой 1939/40 г. с очень низкой температурой января и февраля, а также 1941/42 г. – рекордно холодной зимой 20 века. Год 1941 стал самым холодным в 20 веке (1,8 °C). Январь 1942 г. (–18,7 °C) – рекордно холодный месяц 20 столетия. Большое значение имел также холодный январь 1950 г. (–13,9 °C), с холодными летними месяцами (июль – 15,9 °C, август – 15,6 °C). Способствовала этому и холодная зима 1955/56 г. (ещё одна аномально суровая зима XX столетия), с температурой февраля –15,2 °C и годовой температурой 3,0 °C в 1956 г. В опубликованном фундаментальном издании «Деревья и кустарники СССР» (1949–1962) показатели зимостойкости и возможности культуры экзотов в Санкт-Петербурге были определены на основе исследований на фоне гораздо более неблагоприятных климатических и погодных условий. Многие интродуценты тогда были признаны бесперспективными или вовсе непригодными для выращивания в открытом грунте. Климатологами тогда делался вывод о стабильности вероятностных характеристик климата [9; 12]. Но уже в конце 1950-х – начале 1960-х гг. обращают на себя внимание 4 подряд тёплых года (1959–1962 гг.), с рекордно высокой температурой в 1961 г. (6,3 °C). На эту тёплую зиму обратили внимание дендрологи и фенологи. Н.Е. Булыгин [14] провёл исследование о влиянии температурных условий начала зимы 1960–1961 гг. на древесные растения в Ленинграде. Ещё более тёплым и продолжительным стал 6-летний период 1970–1975 гг. В 1975 г. годовая температура достигла значения 6,6 °C, 9 месяцев года стали тёплыми, 3 – «нормальными» (и ни одного холодного). Август 1972 г. стал самым жарким в истории вообще (19,9 °C), тогда были установлены рекорды высоких летних температур (которые позже превзошёл июль 2010 г.). Одним из первых обратил внимание на тенденцию к потеплению климата в Санкт-Петербурге ещё в начале 1970-х гг. Н.Е. Булыгин, обрабатывая вековые фенологические ряды феностанции Санкт-Петербургской лесотехнической академии им. С.М. Кирова (ныне Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова) [15]. Потепление климата в Санкт-Петербурге особенно заметно стало проявляться с 1989 г., который стал самым тёплым (7,6 °C) в истории на тот период времени [8]. Однако, если у многих учёных этот вопрос до недавнего времени ещё вызывал споры и разногласия, то в настоящее время во всем мире разрабатываются математические модели, на основе которых можно достаточно точно предсказывать климатические изменения и изменения, которые они за собой повлекут на 50–70 лет вперед. Директор Ботанического сада-института ДВО РАН, член-корреспондент РАН Павел Витальевич Крестов на конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники, разрабатываемые в ботанических садах в XXI веке», посвящённой 300-летию Российской академии наук, в своем докладе «Климат, коллекции растений и ботанические сады» (14 сентября 2023 г.) отметил, что разработанные ранее прогностические сценарии

потепления климата во многих областях России уже сбываются, причем самые пессимистичные из них. Климатические изменения идут во всем мире, однако, отдельным регионам, в числе которых, возможно, окажется и Россия, эти изменения могут принести некоторую пользу. Для извлечения этой пользы необходимо изучать процессы, которые происходят в экосистемах, биомах, среде обитания. Необычайно возрастает важность климатического и фенологического мониторинга.

Дендрологам и садоводам приходится работать в новых условиях теплообеспеченности. По-другому оценивать и подводить итоги интродукции деревьев и кустарников. В последние годы среднемесячная температура марта в Санкт-Петербурге близка к 0°С, хотя и остаётся пока отрицательной. В ближайшем будущем март, очевидно, перестанет быть зимним месяцем. До конца календарного года зима в отдельные годы так и не наступает. Снежный покров устанавливается не ежегодно. В таких условиях у некоторых растений продолжается вегетация и в те месяцы, которые традиционно считаются зимними. По отношению к норме климата XX столетия среднегодовая температура воздуха повысилась на 2,5°С, а в отдельные годы (2013–2015 и 2018 гг.) перешла рубеж 7°С. Минимальная температура воздуха тоже повышается. Такие условия в основном сказываются благоприятно на зимостойкости древесных растений. В условиях изменения климата в сторону потепления в открытом грунте стало возможным выращивать гораздо большее число теплолюбивых видов, большее число видов из семян местной репродукции, а также способствовать их акклиматизации и введению в практику городского озеленения.

Заключение

В том, что климат Санкт-Петербурга меняется в сторону потепления, сомневаться не приходится. Как древесные растения местной флоры, так и интродуценты находятся в условиях сокращающегося зимнего сезона с более комфортными условиями перезимовки, в условиях увеличения безморозного и в целом вегетационного сезона. Проявляется тенденция к более раннему началу весны, от 3 апреля в 10-летие 1925–1934 гг. до 4 марта в последнее 10-летие 2013–2022 гг. Дата наступления зимы 10 ноября в 10-летие 1986–1995 гг. была самой ранней в 20 веке, после чего наступило заметное удлинение осеннего периода и сдвиг начала зимы до значения 19 декабря (2011–2020 гг.). Продолжительность зимнего периода в 30-летие 1925–1954 гг. сократилась со 130 сут. (36 % года) до 105 сут. (29 % года) в 30-летие 1993–2022 гг. При удлинении безморозного и вегетационного сезона растения имеют лучшую возможность подготовиться к зимовке. Это создаёт лучшие возможности для их репродуктивной сферы, для увеличения размеров и возраста растений. Расширяется ассортимент деревьев и кустарников, перспективных для культуры в открытом грунте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л., 1982. 80 с.
2. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Продолжительность сезонов года и древесные растения в Санкт-Петербурге // *Hortus bot.* 2022. Т. 17. С. 136–150. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8365>. DOI: 10.15393/j4.art.2022.8365.
3. Фирсов Г.А., Волчанская А.В. Древесные растения в условиях климатических изменений в Санкт-Петербурге. Москва: «МАСКА», 2021. 128 с.
4. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // *Бюлл. ГБС АН СССР.* 1967. Вып. 65. С. 13–18.
5. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л., 1979. 97 с.
6. Климат Санкт-Петербурга и его изменения / Под ред. В.П. Мелешко, А.В. Мещерская, Е.И. Хлебникова. СПб.: Гос. учреждение «Главная геофиз. обсерватория им. А. И. Воейкова». 2010. 256 с.
7. Фирсов Г.А., Фадеева И.В., Волчанская А.В. Фенологическое состояние древесных растений в садах и парках С.-Петербурга в связи с изменениями климата // *Бот. журн.* 2010. Т. 95. № 1. С. 23–37.
8. Фирсов Г.А. Древесные растения ботанического сада Петра Великого (XVIII–XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // *Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук): труды международной научной конференции.* СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. С. 208–215.
9. Климат Ленинграда / Под ред. Ц.А. Швер, Е.В. Алтыкис, Л.С. Евтеева. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 252 с.
10. Фирсов Г.А., Фадеева И.В., Волчанская А.В. Влияние метео-фенологической аномалии зимы 2006/07 года на древесные растения в Санкт-Петербурге // *Вестник МГУЛ – Лесной вестник.* 2008. № 6. С. 22–27.
11. Покровская Т.В., Бычкова А.Т. Климат Ленинграда и его окрестностей. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 200 с.

12. Конюкова Л.Г., Орлова В.В., Швер Ц.А. Климатические характеристики СССР по месяцам. Л.: Гидрометеоздат, 1971. 144 с.
13. Борисенков Е.П. Климат и деятельность человека. М.: Наука, 1982. 133 с.
14. Булыгин Н.Е. Влияние температурных условий начала зимы 1960–1961 гг. на древесные растения в Ленинграде // Материалы по фенологии. Л.: Географ. общ-во СССР, 1961. Вып. 2. С. 16–19.
15. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Изменение климата и возможные изменения ассортимента древесных растений Санкт-Петербурга // Бюлл. Глав. ботан. сада. 2020. № 1. С. 57–63.

Поступила в редакцию 06.07.2023

Фирсов Геннадий Афанасьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
отдела Ботанический сад Петра Великого
E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Фадеева Инна Вадимовна, кандидат биологических наук, ведущий специалист
отдела Ботанический сад Петра Великого
E-mail: butvik@mail.ru

ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН»
197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

G.A. Firsov, I.V. Fadeeva

MONITORING OF DURATION OF COLD AND WARM SEASONS FOR THE PERIOD 1925–2022 AND ARBORICULTURE IN SAINT PETERSBURG

DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-3-271-280

For the period 1925–2022, the earliest date of winter beginning in Saint Petersburg was 11 October 1941, and the latest date was 26 January 2019. The longest winter was in 1941/42 (178 days), and the shortest one – in 2019/20 (14 days). There is a tendency towards an earlier onset of spring, from 3 April (calculated for the period 1925–1934) to 4 March (for the period 2013–2022). The date of beginning of winter in 1986–1995 was the earliest one in the 20th century, with considerable increasing of autumnal period after it, with changing the date of beginning of winter till 19 December (2011–2020). The duration of winter period in 30-years period 1925–1954 comparing with similar period 1992–2022 has shortened from 130 days (36 % of the year) to 105 days (29 % of the year). On prolonging the vegetative period and the period without frosts woody plants have the opportunity to prepare more successfully for wintering. This creates better conditions for their reproductive ability, growth and development. The assortment of trees and shrubs promising for city planting has been enlarging.

Keywords: phenological monitoring, seasons of year, Botanic garden, Saint Petersburg, woody plants, changes of climate.

REFERENCES

1. Bulygin N.E. *Biologicheskie osnovy dendrofenologii* [Biological foundations of dendrophenology], Leningrad, 1982, 80 p. (in Russ.).
2. Firsov G.A., Fadeeva I.V. [Year seasons duration and arboreal plants at Saint-Petersburg], in *Hortus bot.*, 2022, vol. 17, pp. 136-150. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=8365>. DOI: 10.15393/j4.art.2022.8365 (in Russ.).
3. Firsov G.A., Volchanskaya A.V. *Drevesnye rasteniya v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy v Sankt-Peterburge* [Woody plants in the conditions of climatic changes in St. Petersburg], Moscow: "MASKA" Publ., 2021, 128 p. (in Russ.).
4. Lapin P.I. *Sezonnyy ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i ego znachenie dlya introduktsii* [Seasonal rhythm of development of woody plants and its significance for introduction], in *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR*, 1967, iss. 65, pp. 13-18 (in Russ.).
5. Bulygin N.E. *Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami* [Phenological observations on woody plants], Leningrad, 1979, 97 p. (in Russ.).
6. *Klimat Sankt-Peterburga i ego izmeneniya* [The climate of St. Petersburg and its changes], V.P. Meleshko, A.V. Meshcherskaya, E.I. Khlebnikova (ed.), St. Petersburg: Glavnaya geofiz. observatoriya im. A. I. Voeykova Publ., 2010, 256 p. (in Russ.).
7. Firsov G.A., Fadeyeva I.V., Volchanskaya A.V. [Phenological state of arboreal plants in gardens and parks of St. Petersburg in the context of climatic changes], in *Botanicheskii zhurnal*, 2010, vol. 95, no. 1, pp. 23-37 (in Russ.).

8. Firsov G.A. *Drevesnye rasteniya botanicheskogo sada Petra Velikogo (XVIII-XXI vv.) i klimat Sankt-Peterburga* [Woody plants of the Peter the Great Botanical Garden (XVIII-XXI centuries) and the climate of St. Petersburg], in *Tr. Mezhd. nauch. konf. "Botanika: istoriya, teoriya, praktika (k 300-letiyu osnovaniya Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova Rossiyskoy akademii nauk"*, St. Petersburg: St-Peterburg. Gos. Elektrotekhnich. Univ. "LETI", 2014, pp. 208-215 (in Russ.).
9. *Klimat Leningrada* [Climate of Leningrad], Shver C.A., Altykis E.V., Evteeva L.S. (ed), Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1982, 252 p. (in Russ.).
10. Firsov G.A., Fadeeva I.V., Volchanskaya A.V. *Vliyanie meteo-fenologicheskoy anomalii zimy 2006/07 goda na drevesnye rasteniya v Sankt-Peterburge* [The influence of the meteorological and phenological anomaly of the winter of 2006/07 on woody plants in St. Petersburg], in *Vestn. Mosk. Gos. Univ. lesa Lesnoy vestnik*, 2008, no. 6. pp. 22-27 (in Russ.).
11. Pokrovskaya T.V., Bychkova A.T. *Klimat Leningrada i ego okrestnostey* [The climate of Leningrad and its environs], Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1967, 200 p. (in Russ.).
12. Konyukova L.G., Orlova V.V., Shver Ts.A. *Klimaticheskie kharakteristiki SSSR po mesyatsam* [Climatic characteristics of the USSR by months], Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1971, 144 p. (in Russ.).
13. Borisenkov E.P. *Klimat i deyatel'nost' cheloveka* [Climate and human activity], Moscow: Nauka Publ., 1982, 133 p. (in Russ.).
14. Bulygin N.E. *Vliyanie temperaturnykh usloviy nachala zimy 1960-1961 gg. na drevesnye rasteniya v Leningrade* [The influence of temperature conditions at the beginning of winter 1960-1961 on ancient plants in Leningrad], in *Materialy po fenologii*, Leningrad: Geograf. obshch-vo SSSR Publ., 1961, iss. 2, pp. 16-19 (in Russ.).
15. Firsov G.A., Fadeeva I.V. [Climate change and possible changes in the assortment of woody plants of Saint Petersburg], in *Byull. Glav. Botan. Sada*, 2020, no. 1, pp. 57-63 (in Russ.).

Received 06.07.2023

Firsov G.A., Candidate of Biology, Senior Researcher of the Department botanic garden

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Fadeeva I.V. Candidate of Biology, Leading Specialist of the Phenological centr of Department botanic garden

E-mail: butvik@mail.ru

Komarov Botanical Institute RAS

Prof. Popova st., 2, Saint Petersburg, Russia, 197376