

## ДИНАМИКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНОТАЁЖНОМ ПОЯСЕ ВИШЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ) ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

*И. В. Прокошева*

Государственный природный заповедник «Вишерский»,  
Россия, 618590, Пермский край, г. Красновишерск, ул. Гагарина, 36 Б; *halsori@yandex.ru*

**Резюме.** В статье анализируются тенденции многолетних изменений некоторых климатических параметров (температура воздуха, сумма осадков, снежный покров) и связанных с ними изменений некоторых фенологических параметров календарного года и феноиндикационных явлений в период 1983-2016 гг. на базе данных наблюдений в Вишерском заповеднике. Результаты анализа подтверждают современный процесс потепления: годовая температура возросла на 1.1°C, достоверно потеплели май и сентябрь, а также осенний фенологический сезон в целом. Увеличивается продолжительность безморозного периода и времени действия активной температуры. Но число летних заморозков немного возросло, и летний сезон стал прохладнее. Рассмотрена реакция природных явлений на происходящие изменения климата. Тренды изменений в основном являются недостоверными, с вероятностью ошибки более 5%. Состояние природных комплексов характеризуется достаточной стабильностью.

**Ключевые слова.** Изменение климата, фенологические тенденции, сезоны года, феноиндикаторы.

## DYNAMICS OF PHENOLOGY PROCESS IN MOUNTAIN TAIGA ZONE OF VIPHERA NATURE RESERVE (NORTHERN URALS) UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATIC CHANGES

*I.V. Prokosheva*

State nature reserve «Vishersky»,  
36B, Gagarina str., 618590, Krasnovishersk, Perm region, Russia; *halsori@yandex.ru*

**Abstract.** The paper analyses long-term variability trends of some climatic parameters (air temperature, precipitation amount, snow cover) and the related changes in some phenological parameters of calendar year and renunciation phenomena in the period 1983-2016 on the basis of observations in reserve «Vishersky». The results of the analysis confirm the current process of warming: annual temperature increased by 1.1°C, May, September and autumn phenological season in general significantly became warmer. The duration of frost-free period and the time of action of active temperature increase. However, the number of summer frosts increased slightly, and the summer season became cooler. The reaction of natural phenomena on the changes of climate is considered. Trends of changes are mostly unreliable, with the probability of error more than 5%. The state of the natural complexes is characterized by sufficient stability.

**Keywords.** Climate change, phenological trends, seasons of year, phenoindicators.

## Введение

Изучение реакции живых организмов на изменение условий обитания, в частности, климатических, актуально. Одной из форм мониторинга природной среды являются наблюдения за сезонными явлениями в биоценозах, позволяющие выявлять тенденции их отклика. Фенологические реакции природных комплексов на современное глобальное потепление неодинаковы в разных регионах. В последние годы выполнено достаточно много исследований на региональном уровне по оценке тенденций в изменении фенологических характеристик (Соловьёв, 2005; Гордиенко, Минин, 2006; Минин, Воскова, 2014; Сапельникова, 2015; Сапельникова, Базильская, 2015; Васина, Таланова, 2015; Берлина, Зануздаева, 2016; Минин и др., 2016). Задача данной работы – оценить изменения фенологических параметров календарного года и сроков наступления некоторых феноиндикационных явлений в горнотаёжном районе Вишерского Урала, вызванные колебаниями климатических параметров в период 1983-2016 гг.

Заповедник «Вишерский» образован в 1991 году, представляет природные комплексы западного макросклона Северного Урала. По ботанико-географическому районированию Урала относится к подзоне северной тайги бореально-лесной зоны (Горчаковский, 1975). Река Вишера делит территорию на два геоморфологических района: западный – холмисто-увалистый и восточный – горный. Последний представляет собой систему небольших (10-30 км) меридионально ориентированных хребтов, отделённых друг от друга речными долинами притоков р. Вишеры. Рельеф среднегорный, высота хребтов составляет 800-1000 м над уровнем моря (ур. м.). Вершины возвышаются до высот от 878.7 до 1469.8 м над ур. м. В заповеднике выражена высотная поясность растительности. Она включает четыре пояса и четыре подпояса (Белковская и др., 2014).

1. Пояс темнохвойной тайги (от 240 до 600 м над ур. м.) делится на два подпояса: нижний (предгорный) – от 240 до 300-350 м; верхний (горнотаёжный) – от 350 до 600 м над ур. м.

2. Подгольцовый пояс (от 600 до 800-900 м) также включает два подпояса: редколесий и мелколесий с мезофильными лугами (лесолуга) – от 600 до 700 м; криволесий с горными пустошами и зарослями кустарников – от 700 до 900 м над ур. м.

3. Горнотундровый пояс (от 900 до 1000-1100 м над ур. м.)

4. Холодногольцовопустынный пояс (свыше 1000-1100 м над ур. м.).

База основных наблюдений расположена в центральном горном узле на высоте 460 м над ур. м. Феноклиматические исследования проводились в горнотаёжном подпоясе темнохвойной тайги, в подгольцовом и горнотундровом поясах по фенологическому маршруту.

## Методы и материалы

Исходными данными послужили материалы метеорологических и фенологических наблюдений, выполняемых по программе ведения Летописи природы заповедника, на базе собственного метеопоста (МС Мойва) с 1995 года, а также

---

данные метеонаблюдений одноимённой труднодоступной станции Уральского Управления гидрометслужбы, располагавшейся на этом же месте с 1977 до 1991 года. Ряды наблюдений имеют пропуски: в фондах Уралгидромета полноценные данные сохранились только по пяти годам (1983, 1986-1989), наблюдения за природными явлениями стали регулярными только со второй половины 1994 года, в первые годы существования заповедника были единичными. Метеонаблюдений не было с 1991 до 1995 года, а по осадкам – до 1998 года.

Ближайшая метеостанция сети Росгидромета (МС Вая) находится в 90 км к юго-западу от МС Мойва. Основана в 1968 году.

Статистически обработан массив данных по МС Мойва по 134 явлениям, из них 68 метеорологических и 66 биологических. Ряды фенологических наблюдений имеют разную продолжительность и полноту, поэтому в таблицы были отобраны ряды с числом лет наблюдений ( $N$ ) не менее 15.

Для статистических расчётов применялись пакеты Statistica v.6.0. и Excel 2007. Коэффициент детерминации  $R^2$  в нашем случае по смыслу показывает, какая часть варьирования изучаемого параметра зависит от фактора времени. Он не имеет положительного или отрицательного знака, поэтому используемые в таблице знаки «+» и «-» перед  $R^2$  добавляют информацию о направленности тренда: возрастающий или убывающий. Отсутствие знака означает неизменность хода средней величины. Параметр  $P$  – вероятность ошибки принятия гипотезы о незначимости показателя тренда  $R^2$ . Показатели тренда, значимые на 95%-ном уровне и выше, в таблицах выделены жирным шрифтом.

Фенологические сезоны, их температурные рубежи и феноиндикаторы, их характеристики в горнотаёжном районе заповедника были определены автором ранее (Прокошева, 2012). Фенологическая периодизация года выполнена согласно методике Филонова и Нухимовской (1990). Даты устойчивого перехода температуры воздуха через определённые рубежи определялись согласно Методическим указаниям (РД, 2010).

## Результаты и обсуждение

За годы наблюдений (1983-2016) линейный тренд годовой температуры воздуха имеет достоверно возрастающий характер, что соответствует общей тенденции изменения температуры на территории РФ (Второй оценочный доклад..., 2014). Из календарных месяцев наиболее достоверная тенденция к увеличению прослеживается у среднемесячной температуры мая и сентября (табл. 1). Направленность к уменьшению с меньшей статистической значимостью – у марта, июля и октября. Среднегодовая температура воздуха на МС Мойва за рассматриваемый период возросла на 1.1°C. Ряд значений годовой температуры без пропусков получен путём восстановления методом уравнения регрессии по опорной МС Вая. Корреляционная связь между данными по температуре МС Вая и МС Мойва высокая и составляет 0.98 за год и 0.94-0.99 по месяцам.

По годовой сумме осадков с 1983 года также отмечается восходящий линейный тренд, что соответствует наблюдаемым изменениям атмосферных осадков на северо-востоке европейской части России (ЕЧР) (Второй

---

оценочный доклад..., 2014). Наиболее достоверно возрастающий тренд по месячной сумме осадков присутствует в марте и июне (табл. 1). Слабая тенденция уменьшения сумм осадков отмечаются в январе, мае, июле, августе и декабре. С 1998 по 2016 год проявилось усиление убывающего тренда осадков в январе ( $P = 0.078$ ) и в мае ( $P = 0.022$ ), в марте тенденция сменилась на уменьшение осадков, и в результате тренд годовой суммы осадков приобрел горизонтальный характер.

**Таблица 1.** Статистика средних значений температуры воздуха и сумм осадков за год и за месяц в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника (1983-2016 гг.)

Параметр	<i>N</i>	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение (год)	Максимальное значение (год)	Тренд $R^2$	<i>P</i>
средняя годовая <i>T</i> воздуха, °С	34	-1.7	1.04	-3.5 (1986)	0.2 (2008)	+0.1107	<b>0.0545</b>
Январь, °С	27	-17.5	3.74	-26.1 (1997)	-10.8 (2007)	+0.0043	0.7445
Февраль, °С	27	-15.4	4.22	-22.3 (1998)	-7.0 (2016)	0.0001	0.9675
Март, °С	27	-8.1	2.72	-16.9 (2013)	-4.0 (1995)	-0.0119	0.5883
Апрель, °С	27	-1.1	3.06	-7.9 (2004)	3.8 (1995)	+0.0135	0.5642
Май, °С	27	5.5	1.93	1.5 (1986)	9.3 (2005)	+0.1840	<b>0.0256</b>
Июнь, °С	27	12.4	1.59	10.1 (1986, 2002)	15.9 (1989)	0.0004	0.9261
Июль, °С	27	14.9	2.40	10.1 (2014)	18.8 (1988)	-0.0276	0.4072
Август, °С	27	11.1	1.97	7.5 (2002)	16.1 (2016)	+0.0894	0.1298
Сентябрь, °С	27	5.6	1.44	2.4 (1986)	7.8 (2009)	+0.1874	<b>0.0241</b>
Октябрь, °С	27	-0.8	2.05	-5.3 (2014)	2.2 (2008)	-0.0168	0.5190
Ноябрь, °С	27	-10.0	4.13	-20.3 (1998)	-2.6 (2005)	+0.0540	0.2434
Декабрь, °С	27	-15.4	4.26	-22.8 (1986)	-8.3 (2003)	+0.0042	0.7491
сумма осадков за год, мм	24	945	102.3	750 (2016)	1103 (2008)	+0.0392	0.3428
Январь, мм	24	49	18.0	16 (2012)	93 (2002)	-0.0114	0.6197
Февраль, мм	24	38	18.1	1.5 (2012)	78 (2015)	+0.0079	0.6803
Март, мм	24	49	20.4	6 (1988)	92 (2014)	+0.1624	<b>0.0509</b>
Апрель, мм	24	59	31.7	0.3 (2002)	117 (1988)	+0.0140	0.5820
Май, мм	24	69	29.2	30 (2009)	135 (2002)	-0.0012	0.8704
Июнь, мм	24	106	36.3	45 (1988)	202 (2012)	+0.2348	<b>0.0164</b>
Июль, мм	24	108	46.2	15 (2010)	224 (2006)	-0.0511	0.2884
Август, мм	24	108	35.2	60 (2003)	209 (2008)	-0.0032	0.7938
Сентябрь, мм	24	114	31.8	56 (2013)	182 (2002)	+0.0012	0.8740
Октябрь, мм	24	101	30.7	51 (2003)	179 (2013)	+0.0065	0.7088
Ноябрь, мм	24	77	28.5	32 (1987)	128 (2013)	+0.0053	0.7363
Декабрь, мм	24	67	23.9	21 (2012)	113 (2006)	-0.0208	0.5012

Примечание. Здесь и далее: *N* – число лет наблюдений;  $R^2$  – коэффициент детерминации; *P* – вероятность ошибки

**Таблица 2.** Статистическая характеристика фенологических сезонов года в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника (1983-2016 гг.)

Параметр	<i>N</i>	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение (год)	Максимальное значение (год)	Тренд, $R^2$	<i>P</i>
Зима, дни	25	172	12.3	144 (2008-09)	200 (1986-87)	-0.0644	0.2211
Весна, дни	27	75	12.3	51 (1998)	97 (1983)	-0.0050	0.7248
Лето, дни	27	60	10.8	41 (1986)	78 (1988,2009)	+0.0512	0.2564
Осень, дни	26	59	10.9	37 (2013)	77 (2008)	-0.0377	0.3320
Зима, начало $T_{сут} < 0^{\circ}C$	29	12.10	9.4	25.09 (1986)	03.11 (2008)	0.0007	0.8950
Весна, начало $T_{макс} > 0^{\circ}C$	28	31.03	8.4	15.03 (1995)	20.04 (1998)	-0.0016	0.8417
Лето, начало $T_{сут} > 12^{\circ}C$	27	14.06	6.7	02.06 (1989)	28.06 (1983)	-0.0328	0.3661
Осень, начало $T_{сут} < 12^{\circ}C$	27	14.08	9.8	22.07 (2006)	31.08 (1988)	+0.0277	0.4065
Зима, $T_{сред}, ^{\circ}C$	24	-12.1	1.4	-14.8 (2009-10)	-9,8 (2013-14)	+0.0893	0.1561
Весна, $T_{сред}, ^{\circ}C$	27	3.9	1.5	-0.1 (2009)	6.1 (2001)	+0.0175	0.5103
Лето, $T_{сред}, ^{\circ}C$	27	14.7	1.6	11.6 (1986)	16.7 (1987)	-0.0137	0.5610
Осень, $T_{сред}, ^{\circ}C$	26	6.0	1.3	3.9 (1998)	9.1 (2006)	+0.2133	<b>0.0175</b>
Зима, осадки, мм	21	355	85.2	179 (2011-12)	566 (2013-14)	+0.0069	0.7207
Весна, осадки, мм	24	173	52.3	54 (1989)	282 (2011)	+0.0079	0.6796
Лето, осадки, мм	24	205	78.0	37 (2010)	342 (2012)	+0.0104	0.6357
Осень, осадки, мм	24	216	55.9	84 (2013)	318 (2004)	-0.0048	0.7466
Заморозки летом, дни	27	3	2.2	0 (1986, 1996)	9 (1997)	+0.0514	0.2556
Длительность залегания снежного покрова, дни	26	214	16.4	179 (2011-12)	246 (1998-99)	-0.0481	0.2819
$T_{сут} > 10^{\circ}C$ , дни	27	80	13.6	49 (1986)	103 (2005)	+0.1091	0.0924
$T_{сут} > 10^{\circ}C$ , сумма	21	1024	230.2	592 (2002)	1453 (2016)	+0.0037	0.7943
$T_{мин} > 0^{\circ}C$ , дни	27	131	13.7	103 (2002)	154 (2003)	+0.1298	0.0648
$T_{сут} > 0^{\circ}C$ , дни	27	177	17.7	145 (1998)	212 (1983)	+0.0046	0.7411
$T_{сут} > 0^{\circ}C$ , сумма	20	1625	152.8	1325 (2002)	1909 (2016)	+0.0309	0.4583
Длительность периода вегетации 1, дни	22	123	11.5	103 (1999)	148 (1995)	+0.0025	0.8244
Длительность периода вегетации 2, дни	22	122	6.8	109 (1999)	132 (2010, 2014, 2016)	+0.0802	0.2014

**Таблица 3.** Статистика дат некоторых сезонных явлений в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника

Явление	<i>N</i>	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение (год)	Максимальное значение (год)	Тренд $R^2$	<i>P</i>
Образование устойчивого снежного покрова	29	11.10	10.5	21.09 (1986)	04.11 (2008)	+0.0018	0.8292
$T_{\text{макс}}$ ниже 0°C	27	26.10	13.0	07.10 (2015)	10.12 (2008)	+0.0343	0.3549
Снежный покров выше 10 см	27	27.10	10.3	08.10 (1986, 2015)	16.11 (2010, 2013)	+0.0517	0.2540
Последний дождь	28	01.11	15.1	06.10 (2015)	12.12 (2010)	+0.0720	0.1675
Снежный покров выше 30 см	26	15.11	10.9	01.11 (1988, 1994)	13.12 (2007)	+0.1554	<b>0.0463</b>
$T_{\text{сут}}$ ниже -10°C	26	19.11	12.1	02.11 (1994)	14.12 (2008)	-0.0073	0.6784
Ледовый путь на р. Малая Мойва	16	26.11	14.4	08.11 (1994, 2014)	22.12 (1996)	-0.0151	0.6503
Снежный покров выше 100 см	27	21.02	23.6	04.01 (2015)	02.04 (1987)	0.0000	0.9787
Первая капель	22	27.02	9.9	08.02 (2002)	18.03 (2013)	0.0001	0.9673
$T_{\text{сут}}$ выше -10°C	27	04.03	14.0	31.01 (2016)	01.04 (2013)	-0.0238	0.4421
Первая оттепель	27	06.03	10.0	17.02 (2016)	03.04 (2005)	-0.0312	0.3784
Первый переход $T_{\text{сут}}$ выше 0°C	26	25.03	14.2	26.02 (2015)	21.04 (1998)	-0.0013	0.8592
Первый дождь	29	06.04	12.2	11.03 (2000)	29.04 (1987)	-0.0485	0.2508
Начало схода снега на горах	20	10.04	11.4	27.03 (1995, 2008, 2009)	06.05 (1998)	-0.0699	0.2600
Первый переход $T_{\text{мин}}$ выше 0°C	27	10.04	14.5	17.03 (2014)	08.05 (1989)	-0.1840	<b>0.0256</b>
$T_{\text{сут}}$ выше 0°C	27	17.04	13.1	27.03 (1983)	06.05 (1989, 2009)	-0.0436	0.2960
Интенсивное снеготаяние	27	17.04	12.3	28.03 (1983, 2016)	06.05 (1989, 2009)	-0.0334	0.3618
Вскрытие реки Малая Мойва	15	21.04	10.9	03.04 (1995)	09.05 (1998)	+0.0638	0.3637
Кольцевые проталины	18	23.04	12.9	02.04 (1995)	12.05 (2003)	+0.0588	0.3485
$T_{\text{сут}}$ выше 3°C	27	03.05	10.5	10.04 (1995)	25.05 (1999)	-0.0406	0.3135
Полный сход льда с горных рек	19	03.05	10.4	10.04 (1995)	15.05 (1998)	+0.0242	0.5252
Последний день устойчивого снежного покрова	28	12.05	9.9	18.04 (1995, 2012)	29.05 (1999)	-0.0267	0.4065
Первая гроза	28	15.05	15.2	12.04 (2008)	09.06 (1986)	-0.1227	0.0676
$T_{\text{сут}}$ выше 5°C	27	16.05	10.1	17.04 (2001)	08.06 (2002)	-0.0268	0.4149
$T_{\text{мин}}$ выше 0°C	27	23.05	7.5	11.05 (2012)	14.06 (2002)	-0.1005	0.1071
$T_{\text{сут}}$ выше 8°C	27	24.05	10.7	08.05 (2005)	17.06 (1999)	-0.1541	<b>0.0428</b>
$T_{\text{сут}}$ выше 10°C	27	03.06	10.0	09.05 (2005)	25.06 (1986)	-0.1477	<b>0.0478</b>
Последний снег	27	05.06	8.8	18.05 (2000)	20.06 (2001)	+0.1591	<b>0.0393</b>
Сход снега в глубине леса	20	04.06	9.2	20.05 (2010, 2012)	21.06 (1999, 2002)	-0.0358	0.4244
$T_{\text{мин}}$ выше 5°C	26	13.06	8.2	28.05 (2012)	29.06 (1986)	-0.1062	0.1043
Последний заморозок на почве	24	17.06	12.1	25.05 (2015)	12.07 (2014)	-0.0162	0.5535
Последний заморозок в воздухе	27	21.06	9.8	07.06 (2004)	12.07 (2014)	+0.0261	0.4207

$T_{\text{сут}}$ выше 15°C	27	28.06	12.0	08.06 (1989)	02.08 (2014)	+0.0336	0.3599
$T_{\text{сут}}$ ниже 15°C	27	30.07	11.5	30.06 (2015)	26.08 (2016)	+0.0139	0.5581
Первый заморозок в воздухе (с 15.07)	28	05.08	15.9	15.07 (1997, 2013)	10.09 (2016)	-0.0106	0.6014
Первый заморозок в сезон осени	28	19.08	10.1	02.08 (1999)	10.09 (2016)	-0.0002	0.9403
Первый заморозок на почве	25	22.08	10.4	02.08 (1999)	10.09 (2002, 2016)	0.0002	0.9405
$T_{\text{сут}}$ ниже 10°C	27	22.08	10.3	01.08 (2002)	14.09 (1995)	+0.0035	0.7690
Последняя гроза	28	26.08	16.8	27.07 (1999)	13.10 (1994)	+0.0282	0.3928
$T_{\text{мин}}$ ниже 5°C	26	28.08	10.0	09.08 (1997)	17.09 (2011)	+0.0333	0.3724
Первый снежный покров на горах	23	31.08	13.0	31.07 (2006)	26.09 (2001)	+0.0005	0.9219
$T_{\text{сут}}$ ниже 8	26	02.09	7.4	17.08 (2010)	14.09 (1995)	+0.0672	0.2011
Первый снег в лесном поясе	29	09.09	11.1	18.08 (2010)	01.10 (2012)	+0.0570	0.2122
Первый временный снежный покров	29	21.09	12.0	30.08 (1986)	19.10 (2005)	+0.0488	0.2497
$T_{\text{сут}}$ ниже 5	27	22.09	10.5	06.09 (2010)	15.10 (2003)	+0.0061	0.6991
$T_{\text{сут}}$ ниже 3°C	28	30.09	10.4	14.09 (1993)	17.10 (2005)	+0.0724	0.1662
$T_{\text{мин}}$ ниже 0°C	28	02.10	9.9	15.09 (1986, 1996)	17.10 (2003)	+0.0504	0.2509
Устойчивый снежный покров на горах	24	03.10	10.7	14.09 (1993)	21.10 (2012)	+0.0310	0.4105

Потепление произошло в основном за счёт фенологических сезонов зимы, весны и осени. Тенденция роста температуры осеннего сезона достоверна (табл. 2). Сезон лета стал длиннее и прохладнее. Средняя температура за фенологический год в значительной степени ( $r=0.70$ ) зависит от средней температуры фенологического сезона зимы, который начинается в начале второй декады октября с образованием устойчивого снежного покрова и заканчивается к апрелю. Тренды сумм осадков статистически незначимы: зимой, весной и летом возрастающие, осенью – убывающие. Тесной корреляционной зависимости суммы осадков за год от сезонных сумм не наблюдается.

Границы фенологических сезонов и их этапов приняты по температурным рубежам: -10°, 0°, 3°, 8°, 10°, 12° и 15°C, подобранным согласно феноиндикационным явлениям. Термические рубежи опираются на годовой ход как экстремальных, так и суточных температур. Большее значение в наших условиях имеет ход суточной температуры ( $T_{\text{сут}}$ ).

Средние даты начала фенологической зимы (дата устойчивого перехода  $T_{\text{сут}}$  ниже 0°) и её феноиндикатора – образование устойчивого снежного покрова – остаются стабильными (табл. 2, 3). Длительность зимы имеет тенденцию к уменьшению, хотя тренд более раннего наступления фенологической весны не достоверен, сдвиг составляет всего 1 день. Наступление периода без оттепели ( $T_{\text{макс}}$  ниже 0°C) и многоснежья ( $H$  выше 30 см) сдвинулось на более поздние сроки. Число оттепелей в зимний сезон не увеличивается на фоне потепления зим, но первая оттепель на этапе предвесенья имеет тенденцию к более ранней дате события. Тенденция к потеплению фенологического сезона зимы с сокращением его длительности отмечается на Южном Урале (Гордиенко, Минин, 2006), в восточной и центральной частях ЕЧР (Соловьёв, 2005; Сапельникова, Базильская, 2015).

Продолжительность залегания снежного покрова имеет слабую тенденцию к уменьшению. Высота снежного покрова в период максимального снегонакопления колеблется от 87 до 148 см в горной тайге на полянах, не имея достоверно направленного тренда изменения ( $R^2 = 0.0012$ ,  $P = 0.8657$ ).

Феноиндикатором наступления весны служит начало бутонизации *Salix dasyclados*, хорошо коррелирующее с началом постоянных оттепелей ( $r = 0.72$ ). Месяц март имеет тенденцию к похолоданию, более всего в 3-й декаде, с чем, вероятно, связана задержка начала бутонизации ивы, хотя температурный рубеж весны имеет обратную тенденцию. Месяц апрель в целом имеет тенденцию к потеплению, но в 3-й декаде – к похолоданию. Это повлияло на все апрельские явления начального этапа весны. Достоверно раньше случается первая безморозная ночь. Раньше происходит переход суточной температуры через  $0^\circ\text{C}$  в сторону повышения, и соответственно раньше начинается интенсивное снеготаяние. Событие первого дождя случается раньше. Число дней с дождём в весенний сезон увеличилось, со снегом – уменьшилось.

Рост температуры в мае определяется её ростом во 2-й и 3-й декадах и больше всего зависит от 2-й декады ( $r = 0.75$ ), а в 1-й декаде наблюдается тренд к похолоданию. Это отражается в смещении сроков природных явлений этапов голой и зелёной весны. Разрушение устойчивого снежного покрова происходит на 5 дней раньше. Первая гроза случается на 18 дней раньше. Достоверно раньше начинает куковать обыкновенная кукушка (табл. 4).

Зацветание средневесеннего вида *Salix dasyclados* имеет сдвиг 15 дней к более позднему сроку, вероятно, из-за сочетания двух тенденций: более поздней бутонизации и похолодания 3-й декады апреля и 1-й декады мая. Связь между датами бутонизации и зацветания этого вида удовлетворительная ( $r = 0.68$ ). Другой вид этого фенотипа *Tussilago farfara* имеет такую же тенденцию запаздывания срока зацветания (11 дней). Исследования на Южном Урале (Гордиенко, Минин, 2006) установили смещение на более ранние сроки, начиная с 1970-х годов, зацветание *Tussilago farfara*. Такая же тенденция отмечена в Кировской области (Соловьёв, 2005), но в этих регионах этот вид зацветает раньше, во 2-й декаде апреля, имеющей положительный термический тренд.

Безморозный период начинается раньше, и продолжительность его имеет тенденцию к увеличению. За безморозный период принимается интервал времени, когда минимальная температура ( $T_{\text{мин}}$ ) устойчиво держится выше  $0^\circ\text{C}$ , но внутри этого периода, включающего вегетационный, случаются заморозки. В разгар полного лета отмечаются летние ночные заморозки в 50% от общего числа лет наблюдений.

Переход  $T_{\text{сут}}$  через  $3^\circ\text{C}$  в сторону повышения (этап голой весны) происходит раньше, и начало фазы сокодвижения у берёзы (*Betula pubescens* Ehrh.) сдвигается на 3 дня раньше. Достоверно раньше происходит переход в сторону повышения  $T_{\text{сут}}$  через  $8^\circ\text{C}$  (этап зелёной весны) и  $10^\circ\text{C}$  (этап предлетья). Тесно связанная с температурным порогом  $8^\circ\text{C}$  ( $r = 0.93$ ) фаза развёртывания листа берёзы имеет тенденцию начинаться раньше на 7 дней. Устойчивая тенденция смещения к более ранним срокам весенних явлений, в частности, фазы листораспускания у берёзы, отмечается у всех указанных авторов.



**Таблица 4.** Статистика дат некоторых феноиндикационных явлений в горнотаёжном поясе Вишерского заповедника (1995-2016 гг.)

Явление	N	Среднее значение	Стандартное отклонение	Минимальное значение (год)	Максимальное значение (год)	Тренд $R^2$	P
<b>Начало цветения:</b>							
<i>Salix dasyclados</i>	22	08.05	12.0	02.04 (1995)	24.05 (2009)	+0.1547	0.0702
<i>Tussilago farfara</i>	21	09.05	9.8	17.04 (1995)	25.05 (2009)	+0.1374	0.1076
<i>Ranunculus subborealis</i>	22	02.06	8.3	16.05 (2016)	19.06 (1999)	-0.1190	0.1160
<i>Anemonastrum biarmiense</i>	21	05.06	7.9	22.05 (2000)	20.06 (1999)	0.0000	0.9770
<i>Vaccinium myrtillus</i>	19	06.06	8.4	26.05 (1995, 2005, 2016)	23.06 (1999)	-0.0344	0.4468
<i>Lonicera subarctica</i>	18	10.06	8.6	26.05 (2005)	23.06 (1999)	-0.0850	0.2405
<i>Padus avium</i>	21	10.06	7.7	28.05 (2016)	23.06 (1999)	-0.0187	0.5550
<i>Trollius europaeus</i>	21	12.06	8.0	02.06 (2005)	25.06 (1999, 2002)	-0.1258	0.1146
<i>Geranium sylvaticum</i>	22	17.06	6.5	06.06 (2015, 2016)	27.06 (1999)	-0.0957	0.1613
<i>Paeonia anomala</i>	23	19.06	5.7	11.06 (1993)	30.06 (2002)	-0.0418	0.3494
<i>Polygonum bistorta</i>	22	20.06	5.3	08.06 (2016)	28.06 (2007)	-0.0787	0.2061
<i>Sorbus sibirica</i>	23	19.06	6.2	05.06 (2016)	30.06 (2002)	-0.1310	0.0897
<i>Valeriana wolgensis</i>	21	20.06	6.3	08.06 (2016)	02.07 (2002)	-0.1395	0.0954
<i>Rosa acicularis</i>	22	26.06	5.2	15.06 (2012)	05.07 (2002)	-0.0890	0.1775
<i>Allium schoenoprasum</i>	18	28.06	5.6	18.06 (2015)	06.07 (1999)	-0.2424	<b>0.0379</b>
<i>Oxycoccus palustris</i>	18	28.06	6.2	17.06 (2012)	10.07 (1999)	-0.2827	<b>0.0231</b>
<i>Rubus idaeus</i>	21	01.07	6.8	19.06 (1995, 2012)	09.07 (1997, 2009)	-0.0718	0.2403
<i>Aconitum septentrionale</i>	22	02.07	5.8	21.06 (2016)	11.07 (1996)	-0.2224	<b>0.0267</b>
<i>Crepis sibirica</i>	20	13.07	6.8	30.06 (2000)	25.07 (1997)	-0.1544	0.0865
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	22	14.07	9.6	29.06 (2000)	05.08 (2009, 2014)	-0.0031	0.8071
<i>Fillipendula ulmaria</i>	22	17.07	6.5	05.07 (2012)	31.07 (2014)	-0.0026	0.8216
<i>Hypericum maculatum</i>	21	24.07	12.6	05.07 (2012, 2016)	20.08 (2009)	-0.1689	0.0642
<b>Массовое созревание плодов:</b>							
<i>Lonicera subarctica</i>	22	25.07	7.1	11.07 (2012)	06.08 (1999)	-0.0707	0.2570
<i>Empetrum hermaphroditum</i> (на горах)	18	28.07	8.7	11.07 (2012)	17.08 (2002)	-0.2764	<b>0.0250</b>
<i>Vaccinium myrtillus</i> (на горах)	21	05.08	9.3	17.07 (2012)	22.08 (1997)	-0.1485	0.0845
<i>Vaccinium uliginosum</i> (на горах)	19	12.08	10.1	20.07 (2012)	30.08 (1999, 2002)	-0.1541	0.0965
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (на горах)	21	27.08	9.2	10.08 (2012)	15.09 (1999)	-0.1741	0.0598
<b>Феноявления:</b>							
Бутонизация ивы	22	05.04	8.5	15.03 (1995)	20.04 (2006)	+0.0082	0.6893

Насекомые – первая встреча	20	10.04	6.3	01.04 (2008, 2009)	22.04 (1998, 1999)	-0.1170	0.1517
Выход медведя (первая встреча следов)	19	20.04	10.1	10.04 (1994, 2005, 2007)	18.05 (1998)	-0.1098	0.1659
Прилет утиных	19	26.04	7.1	15.04 (1995)	09.05 (2004)	+0.0036	0.8063
Прилет трясогузки белой	19	28.04	7.8	13.04 (2012)	08.05 (2009)	+0.0809	0.2380
Берёза – начало сокодвижения	22	01.05	11.4	09.04 (1995)	24.05 (1999)	-0.0102	0.6547
Вегетация на проталинах – начало	19	07.05	11.4	15.04 (1995)	03.06 (1999)	+0.0571	0.3246
Прилет дрозда – рябинника	19	09.05	8.3	17.04 (1995)	23.05 (1999)	-0.0332	0.4552
Шмель – первая встреча	19	10.05	8.8	23.04 (1995)	28.05 (1999)	-0.0101	0.6822
Берёза – лопнули почки	18	16.05	9.1	21.04 (1995)	01.06 (1999)	-0.0005	0.9266
Первое кукование	20	23.05	3.8	19.05 (2005, 2014, 2016)	02.06 (2002)	-0.2207	<b>0.0366</b>
Берёза – начало разворачивания листа, лес	23	25.05	8.6	11.05 (2010)	16.06 (1999)	-0.1032	0.1350
Берёза – полное разворачивание листа, лес	19	08.06	8.3	25.05 (2000)	23.06 (1999)	-0.0608	0.3089
Комары – массовый вылет	21	17.06	6.5	03.06 (2015)	30.06 (2005)	-0.0373	0.4013
Папоротники – полное разворачивание вай	19	24.06	5.0	17.06 (2001, 2012)	05.07 (2002)	-0.0511	0.3523
Слепни – массовый вылет	19	28.06	12.0	18.06 (1995, 1998, 2012)	05.08 (2014)	+0.0154	0.6124
Берёза – первые желтые листья, лес	18	26.07	9.8	12.07 (2004, 2009)	19.08 (2002)	-0.1534	0.1079
Папоротники – начало спороношения	20	08.08	7.4	23.07 (2016)	20.08 (2014)	+0.0092	0.6880
Берёза – первые желтые флаги, лес	21	11.08	4.0	04.08 (2012)	21.08 (2002)	-0.0791	0.2169
Исчезновение массовых кровососов	22	18.08	9.5	02.08 (2016)	05.09 (1994)	-0.0144	0.5947
Начало листопада – редколесье	20	21.08	8.3	03.08 (2010)	02.09 (2001)	-0.1617	0.0788
Начало листопада – лес	20	24.08	6.1	11.08 (2003)	02.09 (2001, 2002)	-0.1367	0.1086
Берёза – массовое пожелтение, редколесье	18	28.08	3.8	20.08 (2016)	05.09 (2002)	-0.2845	<b>0.0226</b>
Берёза – массовое пожелтение, лес	23	02.09	3.4	28.08 (2004, 2016)	07.09 (2002)	-0.1754	<b>0.0467</b>
Берёза – массовое оголение, лес	20	24.09	6.2	14.09 (2015)	03.10 (1999)	-0.0081	0.7148

С существенным потеплением в мае и 1-й декаде июня связано более раннее зацветание *Ranunculus subborealis* – индикатора предлетья (на 9 дней), *Lonicera subarctica*, *Trollius europaeus* и других поздневесенних и раннелетних видов растений на 3-12 дней.

Однако достоверно отмечается сдвиг на более поздний срок выпадения последнего снега на этапе предлетья. Наблюдается тенденция к более поздним заморозкам в воздухе на этапе перволетия. Температура июня в целом имеет практически нулевой линейный тренд, поскольку 2-я декада имеет тенденцию к возврату холодов. Тем не менее, все летние процессы начинаются раньше, и термический рубеж фенологического лета ( $T_{сут}$  устойчиво выше  $12^{\circ}C$ ) сдвинулся на 4 дня в сторону более ранних сроков. Этап полного лета ( $T_{сут}$  устойчиво выше  $15^{\circ}C$ ) имеет тенденцию к запаздыванию и сокращению продолжительности. Температура самого тёплого месяца года июля, как и

---

всего сезона лета, имеет отрицательный тренд. Число заморозков в фенологический летний сезон увеличилось на 1.7 дня.

В 20-м веке на востоке Русской равнины (Кировская область) произошло сокращение сезона устойчивого тепла ( $T_{\text{сут}}$  устойчиво выше  $15^{\circ}\text{C}$ ) (Соловьёв, 2005), небольшое снижение температуры летних месяцев отмечается на Южном Урале (Гордиенко, Минин, 2006). В северной части ЕЧР наблюдается нулевой тренд температуры июля по ряду наблюдений с 1959 по 2015 г. (Берлина, Зануздаева, 2016).

Тенденция к более раннему зацветанию отмечается у многих среднелетних видов: достоверно у *Allium schoenoprasum*, *Oxycoccus palustris* и *Aconitum septentrionale*; у позднелетнего вида *Hypericum maculatum*. Но такие виды как *Anemonastrum biarmiensis*, *Chamaenerion angustifolium* и *Fillipendula ulmaria* не имеют выраженной тенденции изменения сроков зацветания.

Массовое созревание плодов ягодных кустарничков в горных тундрах имеет тенденцию смещения сроков к более ранним на 12-18 дней: *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* и *Vaccinium vitis-idaea*.

Переход  $T_{\text{сут}}$  через  $12^{\circ}\text{C}$  (этап первоосенья) и  $8^{\circ}\text{C}$  (этап глубокой осени) в сторону понижения имеет тенденцию к запаздыванию. Аналогичную направленность имеют явление первого снега в лесном поясе и образование временного снежного покрова.

Но массовое пожелтение листвы берёзы, как в лесном поясе, так и в поясе редколесья имеет достоверный тренд начала явления в более ранние сроки. Предположения по этому факту следующие. По нашим наблюдениям с 1994 года, все фазы развития берёзы, от сокодвижения до оголения, имеют тенденцию к более раннему наступлению. Наиболее тесная связь ( $r = 0.76$ ) прослеживается между датами начала листораспускания и полного развёртывания листа берёзы. Между датами начала разворачивания листьев и окончания листопада – связь слабая ( $r = 0.43$ ). Процесс окрашивания листвы берёзы зависит от многих факторов: уменьшения длины светового дня, количества накопленного тепла, режима осадков. Исследования связи осенних фенофаз берёзы с климатическими показателями в восточных предгорьях Среднего Урала показали, что процесс окрашивания запаздывает и затягивается при дождливой и холодной погоде и, наоборот, ускоряется при дефиците влаги и избытке тепла (Скок, 2014). Поэтому фенологическая граница глубокой осени и её термический рубеж имеют разнонаправленные тренды, совпадая при этом по средней дате. Температура августа имеет тенденцию к повышению, более всего во 2-й декаде, а сентябрь, как отмечалось, достоверно направлен к потеплению. По осадкам достоверность трендов мала, но в августе, когда происходят процессы перехода от лета к осени, он слабо убывающий.

Исследования всех перечисленных авторов показывают смещение на более поздние сроки метеорологических явлений, знаменующих начало осенних процессов, но по срокам фитофенологических явлений фиксируют разные тенденции. Фаза массового пожелтения листвы берёзы имеет достоверную направленность к более поздним срокам в Воронежском заповеднике (центральная часть ЕЧР) по сравнению с началом 40-х годов 20-го века (Сапельни-

---

кова, 2015). Небольшой положительный тренд в наступлении этой фазы имеется в северном Зауралье, за такой же период времени, но с другим методическим подходом (Васина, Таланова, 2015). В Лапландском заповеднике (северная часть ЕЧР) с 1959 по 2015 гг. наблюдается нулевая тенденция в сроках массового пожелтения, но в последнее 20-летие – положительная направленность с малой статистической значимостью, а окончание листопада достоверно сместилось к более ранним срокам (Берлина, Зануздаева, 2016). В Ильменском заповеднике (Южный Урал) (Гордиенко, Минин, 2006) и в Кировской области (восточная часть ЕЧР) (Соловьёв, 2005) сроки начала осенней раскраски листьев, полного пожелтения листьев, конца листопада с берёз имеют отрицательный тренд. В работе по центральной части ЕЧР (Минин и др., 2016) сроки окончания листопада характеризуются положительным трендом. Тема фенологических явлений в осенних процессах в разных регионах требует отдельного анализа на основе единого методического подхода.

Безморозный период ( $T_{\text{мин}}$  устойчиво выше  $0^{\circ}\text{C}$ ) заканчивается позднее, и соответственно устойчивый снежный покров в горнотундровом поясе и выше образуется в более поздние сроки. Связь между этими событиями довольно тесная ( $r = 0.88$ ). Ещё сильнее связь снежного покрова на горах с переходом  $T_{\text{сут}}$  через  $3^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения ( $r = 0.92$ ), выбранным в качестве термического рубежа послеосенья.

Продолжительность периода с положительной среднесуточной температурой воздуха имеет слабую тенденцию к росту. Сумма положительных температур с 1997 по 2015 год имела нулевой тренд. Очень тёплый 2016 год изменил направленность к увеличению суммы тепла.

Обеспеченность теплом дикорастущих растений характеризуется периодом с устойчивой среднесуточной температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$ , называемой активной (Шульц, 1981). Продолжительность периода действия активной температуры имеет тенденцию к увеличению. Теплообеспеченность (сумма активных температур) достаточно стабильна (табл. 2). Тенденция к увеличению продолжительности как периода с положительной температурой воздуха, так и периода действия активной температуры отмечается в ряде работ (Соловьёв, 2005; Васина, Таланова, 2015; Сапельникова, Базильская, 2015).

Важной характеристикой реакции биоты на изменения климата является продолжительность периода вегетации. Этот период можно рассматривать в двух вариантах фенологических границ: от сокодвижения у берёзы до массового пожелтения её листвы (Вопросы составления..., 1986) и от начала разворачивания листьев до конца листопада у берёзы (Шульц, 1981; Минин и др., 2016). Средняя продолжительность обоих вариантов почти одинакова и составляет 123 и 122 дня (табл. 2). В первом случае тренд изменения длительности периода вегетации у берёзы в интервале 1995-2016 гг. слабо выражен, увеличение составляет 1.4 дня. Во втором – тренд возрастающий по причине смещения на более ранние сроки начала зеленения, увеличение периода составляет почти 10 дней.

В исследовании Минина и Восковой (2014) выявлена тенденция сокращения периода вегетации берёзы бородавчатой на северо-востоке центральной части ЕЧР за период 1970-2010 гг. Наша оценка изменений продолжительно-

---

сти периода вегетации у берёзы показывает потенциальную возможность его увеличения при продолжении потепления, что согласуется с выводом о большом резерве адаптационных механизмов древесно-кустарниковых видов на востоке Русской равнины (Соловьёв, 2005; Минин и др., 2016).

Таким образом, анализ происходящих изменений в природных явлениях в горнотаёжном поясе Северного Урала под влиянием изменения климатических параметров подтверждает процесс потепления в рассматриваемом интервале времени с 1983 по 2016 год, а также неоднозначность связи растительности и климата. Оценка тенденций зависит от выбора начальной и конечной точек отсчёта и длины анализируемых рядов. Тренды в основном являются недостоверными, и значит, в последующие годы их направленность может меняться. Достоверно установлено смещение к более ранним срокам начала субсезонов зелёной весны и предлетья и связанных с ними биологических явлений. Несмотря на тенденцию похолодания летнего сезона, зацветание некоторых раннелетних, среднелетних видов и созревание плодов ягодных кустарничков смещается к более ранним срокам. Отмечается достоверный отрицательный тренд начала фазы массового пожелтения листвы берёзы в подгольцовом и горнолесном поясах. Наступление периода многоснежья сдвигается к более поздним срокам. В целом, состояние природных комплексов с точки зрения фенологии можно охарактеризовать как достаточно стабильное.

### Список литературы

Белковская Т.П., Переведенцева Л.Г., Мухутдинов О.И., Селиванов А.Е., Бахарев П.Н., Прокошева И.В. 2014. Растительность и флора, грибы, лишайники заповедника «Вишерский». – Соликамск, 400 с.

Берлина Н.Г., Зануздаева Н.В. 2016. Динамика фенологических и климатических параметров на примере *Betula czerepanovii* Orlova в Лапландском заповеднике (Мурманская область). – Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Мат. VI Всерос. науч. конф. с междунар. уч. – ФГБУ Ин-т проблем пром. экологии Севера, Апатиты, Изд. Кольского науч. центра РАН, с. 48-52.

Васина А.Л., Таланова Г.И. 2015. Анализ многолетних климатических и фенологических данных заповедника «Малая Сосьва» (Северное Зауралье). – Современное состояние фенологии и перспективы её развития. Мат. междунар. научно-практ. конф. – ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, Екатеринбург, с. 100-111.

Вопросы составления календарей природы. 1986. – Тр. гос. заповедника «Столбы». Вып. XIV /под ред. Прохненко Т.А. – Красноярск, Изд. Краснояр. ун-та, 168 с.

Гордиенко Н.С., Минин А.А. 2006. Фенологические тенденции последних десятилетий в природе Южного Урала. – Известия РАН, серия Географическая, № 3, с. 48-56.

Горчаковский П.Л. 1975. Растительный мир высокогорного Урала. – М., Наука, 283 с.

---

Минин А.А., Воскова А.В. 2014. Гомеостатические реакции деревьев на современные изменения климата: пространственно-фенологические аспекты. – Онтогенез, т. 45, № 3, с. 162-169.

Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. 2016. Феноиндикация изменений климата за период 1976-2015 гг. в центральной части Европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. Pendula* Roth.)). – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXVII, № 2, с. 17-28.

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014. – М., Росгидромет, 1008 с.

Прокошева И.В. 2012. Феноклиматическая характеристика горнотаёжного района заповедника «Вишерский» в первом десятилетии XXI века. – Исследование природы лесных растительных сообществ на заповедных территориях Урала: Мат. межрегион. научно-практ. конф. – ФГБУ Бот. сад УрО РАН, Екатеринбург, с. 90-98.

Руководящий документ РД 52.33.725-2010. 2010. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для земледельческой зоны Российской Федерации. – Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 142 с.

Сапельникова И.И. 2015. Фенология осенних процессов древесно-кустарниковых видов в Воронежском заповеднике. – Современное состояние фенологии и перспективы её развития: Мат. междунар. научно-практ. конф. – ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, Екатеринбург, с. 268-275.

Сапельникова И.И., Базильская И.В. 2015. Долговременные изменения некоторых фенологических параметров календарного года в Воронежском биосферном заповеднике. – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXVI, № 1, с. 49-67.

Скок Н.В. 2014. Связь осенних фенофаз березы с климатическими показателями среды. – Современные исследования природных и социально-экономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования: Мат. междунар. научно-практ. конф. т. 1. – ФГБОУ ВПО Урал. гос. пед. ун-т, Екатеринбург, с. 171-180.

Соловьёв А.Н. 2005. Биота и климат в XX столетии. Региональная фенология. – М., Пасьева, 288 с.

Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. 1990. Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. – М., Наука, 160 с.

Шульц Г.Э. 1981. Общая фенология. – Л., Наука, 188 с.

### References

Belkovskaya T.P., Perevedentseva L.G., Mukhutdinov O.I., Selivanov A.E., Bakharev P.N., Prokosheva I.V. 2014. *Rastitel'nost' i flora, griby, lishajniki zapovednika «Vishersky»* [Vegetation and flora, mushrooms, lichens of Vishera nature reserve]. Solikamsk, 400 p.

---

Berlina N.G., Zanzudaeva N.V. 2016. Dinamika fenologicheskikh i klimaticheskikh parametrov na primere Betula czerepanovii Orlova v Laplandskom zapovednike (Murmanskaya oblast') [Dynamics of phenology and climatic parameters on the example of Betula czerepanovii Orlova in Lapland nature reserve (Murmansk region)]. *Mat. VI Vseros.nauch. conf. «Ekologicheskie problemy severnykh regionov i puti ikh resheniya»* [Mat. VI Rus. scientific. conf. with int. part «Ecological problems of Northern regions and their solutions»]. Apatity, pp. 48-52.

Vasina A.L., Talanova G.I. 2015. Analiz mnogoletnikh klimaticheskikh i fenologicheskikh dannykh zapovednika «Malaya Sos'va» (Severnoe Zaural'e). [The analysis of long-term climatic and phenological data of the reserve "Malaya Sosva" (Northern trans-Urals)]. *Mat. mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Sovremennoe sostoyanie fenologii i perspektivy eyo razvitiya»* [Mat. Int. scient.-prakt. conf. «The current state of phenology and prospects for its development»]. Ural. State Ped. Univ, Ekaterinburg, pp. 100-111.

Voprosy sostavleniya kalendarej prirody [Questions of drawing up of nature calendars]. 1986. *Tr. gos. zapovednika «Stolby»* [Proc. the state reserve "Stolby"], issue XIV, Krasnoyarsk, 168 p.

Gordienko N.S., Minin A.A. 2006. Fenologicheskie tendentsii poslednikh desyatiletij v prirode Yuzhnogo Urala [Phenological trends of last decades in the South Urals nature]. *Izvestiya RAN, seriya Geograficheskaya – Izv. Geographical series*, no. 3, pp. 48-56.

Gorchakovskii P.L. 1975. *Rastitel'nyj mir vysokogornogo Urala* [The plant world of mountainous Urals]. Moscow, 283 p.

Minin A.A., Voskova A.V. 2014. Gomeosticheskie reaktsii derev'ev na sovremennye izmeneniya klimata: prostranstvenno-fenologicheskie aspekty [The homeostatic responess of plants to modern climate change: spatial phenological aspects]. *Ontogenez – Ontogeny*, vol. 45, no. 3, pp. 162-169.

Minin A.A., Rankova E.Ya., Rybina E.G., Buyvolov Yu.A., Sapelnikova I.I., Filatova T.D. 2016. Fenoindikatsiya izmenenij klimata za period 1976-2015 gg. v tsentral'noj chasti Evropejskoj territorii Rossii: bereza borodavchataya (povislaya) (Betula verrucosa Ehrh. (B. Pendula Roth.)) [Phenoindication of climate change for the period 1976-2015 in the Central part of European Russia: birch (silver birch) (Betula verrucosa Ehrh. (B. Pendula Roth.))]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem – Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, vol. XXVII, no. 2, pp. 17-28. (DOI: 10.21513/0207-2564-2016-2-17-28).

*Vtoroj otsenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossijskoj Federatsii* [Second assessment report of Roshydromet on climate change and their effects on the territory of the Russian Federation]. 2014. Moscow, 1008 p.

Prokosheva I.V. 2012. Fenoklimaticheskaya kharakteristika gornotayozhnogo rajona zapovednika «Vishersky» v pervom desyatiletii XXI veka [Phenological climatic feature of the mountain taiga area of Vishera nature reserve in the first

---

decade of the twenty-first century]. *Mat. mezhrregion. nauchno-prakt. konf. «Issledovanie prirody lesnykh rastitel'nykh soobshhestv na zapovednykh territoriyakh Urala»* [Mat. interregion. conf. «Study of nature of forest communities in protected areas of the Urals»]. Bot. garden of Ural branch RAS, Ekaterinburg, pp. 90-98.

Rukovodyashhij dokument RD 52.33.725-2010. 2010. *Metodicheskie ukazaniya po sostavleniyu agrometeorologicheskogo ezhegodnika dlya zemledel'cheskoj zony Rossijskoj Federatsii* [Guidance document RD 52.33.725-2010. 2010. Methodical instructions on drawing up of agrometeorological Yearbook for the agricultural zone of the Russian Federation]. Obninsk, 142 p.

Sapelnikova I.I. 2015. Fenologiya osennikh protsessov drevesno-kustarnikovykh vidov v Voronezhskom zapovednike [Phenology of autumn processes of tree and shrub species in the Voronezh reserve]. *Mat. mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Sovremennoe sostoyanie fenologii i perspektivy eyo razvitiya»* [Mat. Int. scient.-prakt. conf. «The current state of phenology and prospects for its development»]. Ural State Ped. Univ, Ekaterinburg, pp. 268-275.

Sapelnikova I.I., Bazil'skaya I.V. 2015. Dolgovremennye izmeneniya nekotorykh fenologicheskikh parametrov kalendarnogo goda v Voronezhskom biosfernom zapovednike [Long-term changes of some phenological parameters of the calendar year in the Voronezh biosphere reserve]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem – Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling*, vol. XXVI, no. 1, pp. 49-67.

Skok N.V. 2014. Svyaz' osennikh fenofaz berezy s klimaticheskimi pokazatelyami sredy [The relationship of autumn phenophases of birch with climatic indices of the environment]. *Mat. mezhdunarod. nauchno-prakt. konf. «Sovremennye issledovaniya prirodnykh i sotsial'no-ehkonomicheskikh sistem. Innovatsionnye protsessy i problemy razvitiya estestvennonauchnogo obrazovaniya»* [Mat. Int. scient.-prakt. conf. «The current research of natural and socio-economic systems. Innovative processes and problems of development of science education»] vol. 1, Ural State Ped. Univ, Ekaterinburg, pp. 171-180.

Solov'yov A.N. 2005. *Biota i klimat v 20m stoletii. Regional'naya fenologiya* [Biota and climate in the 20th century. Regional phenology]. Moscow, 288 p.

Filonov, K.P., Nukhimovskaya J.D. 1990. *Letopis' prirody v zapovednikakh SSSR. Metodicheskoe posobie* [Chronicle of nature reserves of the USSR. Methodical manual]. Moscow, 160 p.

Shulz, G.E. 1981. *Obshaya fenologiya* [General phenology]. Leningrad, 188 p.

Статья поступила в редакцию: 11.04.2017

После переработки: 25.04.2017