

УДК 551.583+581.543.2

Г. М. Баринова, М. И. Кохановская

ПРОЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТА В ДИНАМИКЕ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПРИБАЛТИКЕ

8

Выявлена динамика гидротермических показателей климата Калининградской области за тридцатилетний период. Рассмотрена изменчивость сезонного развития растений-феноиндикаторов на территории региона. Проанализировано изменение сроков зацветания феноиндикаторов весеннего сезона в 2012 г. по сравнению с данными 1893 г. (исследование «Ход весны» Прусского ботанического общества); сделаны выводы о роли изменения климата в сезонном развитии растений.

This article follows the dynamics of the hydrothermal climate indicators in the Kaliningrad region over a 30-year period. The authors examine the variability of plants indicating phonological events in the regions. Changes in the blossom period of such plants in spring 2012 are compared to the data of 1893 (based on Der Frühlingseinzug report by the Prussian botanical society, 1893). Finally, conclusions are made regarding the impact of climate change on the seasonal development of plants.

Ключевые слова: изменение климата, мониторинг, растения-феноиндикаторы, Калининградская область, Восточная Пруссия.

Key words: climate change, monitoring, plants indicating phonological events, Kaliningrad Region, East Prussia.

Введение

Современные исследования показывают, что с потеплением климата происходит нарастание экстремальности термических и гидрологических его характеристик и, как следствие, рост опасных природных процессов, в том числе изменений в растительном и животном мире [7; 9]. В Пятом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) среди эффектов изменения климата для территории Европы названы, в частности, более раннее цветение, появление листьев и плодоношение в умеренной и бореальной зоне, более ранний прилет птиц [12].

Основные тенденции изменения температуры воздуха в Калининградской области соответствуют изменению средней температуры в Северном полушарии: рост приземной температуры начиная с последней четверти XIX в. до 1940-х гг.; относительное похолодание до начала 1970-х; быстрый рост температуры в последние десятилетия XX в., и особенно в начале XXI столетия [3].



Как известно, постоянные и долговременные фенологические наблюдения, проводимые на определенной территории, в конкретном регионе, позволяют выявлять тенденции многолетней динамики природных процессов, дают возможность судить о направленности современного изменения климата.

Калининградская область (часть бывшей Восточной Пруссии) относится к южной подзоне смешанных лесов, для которой характерна ярко выраженная специфика растительности. В естественном состоянии здесь произрастает более 1400 видов сосудистых растений. В структуре флоры высока доля (10%) редких или исчезающих растений. Прежде всего, это растения-реликты, — лунник оживающий, облепиха крушиновидная; растения-эндемики — льнянка Лозеля, фиалка прибрежная и др.; а также растения, находящиеся на границе ареала — ятрышник, дремлик, дуб скальный, бук лесной, плющ вечнозеленый и др. [6].

Материалы и методика

В исследовании использованы многолетние данные о температуре воздуха и количестве осадков с 1949 по 2011 г., зафиксированные на метеорологической станции города Калининграда. Выявлялись линейные тренды за весь исследуемый период, а также за последние три десятилетия (1980—2010 гг.), когда произошли значительные климатические изменения. С целью определения характера и интенсивности этих изменений выполнены выборка максимальной и минимальной средней месячной температуры воздуха, расчет продолжительности периода активной вегетации растений (число дней с температурой выше 10°C) и сумм температур воздуха, накапливаемых за этот период.

Обобщены материалы, полученные в ходе наблюдений за сезонным развитием растений на территории Восточной Пруссии в 1893 г. [11], с данными, зафиксированными наблюдателями-добровольцами в 1993 и 2012 гг. по аналогичной методике. В конце XIX в. исследование под названием «Ход весны» («*Der Frühlingseinzug*») было организовано Прусским ботаническим обществом, а его добровольными участниками стали педагоги, священники, аптекари, домохозяйки. Наблюдение велось за растениями-феноиндикаторами весеннего и летнего сезонов, 47 видами и одной разновидностью. Некоторые из индикаторов связаны с естественными ландшафтами, некоторые — с культурными.

К индикаторам сезона «ранняя весна» отнесено 10 видов — лещина обыкновенная *Corylus avellana* L., печеночница благородная *Hepatica nobilis* Mill., мать-и-мачеха обыкновенная *Tussilago farfara* L., волчегодник обыкновенный *Daphne mezereum* L., фиалка душистая *Viola odorata* L., чистяк весенний *Ficaria verna* Huds., селезёночник обыкновенный *Chrysosplenium alternifolium* L., гусиный лук желтый *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., медуница лекарственная *Pulmonaria officinalis* L., ветреница дубравная *Anemone nemorosa* L. Феноиндикаторы сезона «средняя весна» — это 15 видов: калужница болотная *Caltha palustris* L., первоцвет весенний *Primula*



veris L., фиалка трехцветная *Viola tricolor* L., одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* F.H. Wigg., смородина красная *Ribes rubrum* L., земляника лесная *Fragaria vesca* L., сердечник луговой *Cardamine pratensis* L., слива колючая *Prunus spinosa* L., черемуха обыкновенная *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., вишня обыкновенная *Cerasus vulgaris* Mill., яснотка белая *Lamium album* L., груша обыкновенная *Pyrus communis* L., яблоня домашняя *Malus domestica* Borkh., черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus* L., ландыш майский *Convallaria majalis* L. Растения-индикаторы (12 видов) сезона «полная весна» — конский каштан обыкновенный *Aesculus hippocastanum* L., сирень обыкновенная — лиловая и белая *Syringa vulgaris* L. (*lila*), *S. vulgaris* L. (*alba*), рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L., брусника обыкновенная *Vaccinium vitis-idaea* L., ирис ложноаирный *Iris pseudacorus* L., василек синий *Centaurea cyanus* L., рожь посевная *Secale cereale* L., кубышка желтая *Nuphar lutea* (L.) Sm., малина обыкновенная *Rubus idaeus* L., смолка клейкая *Lychnis viscaria* L., нивяник обыкновенный *Leucanthemum vulgare* Lam., кувшинка белая *Nymphaea alba* L. Сезон «раннее лето» связан с такими феноиндикаторами (7 видов), как бузина черная *Sambucus nigra* L., шиповник собачий *Rosa canina* L., тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L., пшеница мягкая *Triticum aestivum* L., зверобой продырявленный *Hypericum perforatum* L., лилия белоснежная *Lilium candidum* L., липа сердцевидная *Tilia cordata* Mill. Сезон «полное лето» характеризуют 3 вида — пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L., вереск обыкновенный *Calluna vulgaris* (L.) Hull., белозор болотный *Parnassia palustris* L.

В 1993 г. в сборе данных участвовали учителя и ученики 13 школ Калининградской области, объединенные усилиями замечательного ученого и педагога Галины Георгиевны Кученёвой, автора и вдохновительницы исследования. В 2012 г. наблюдения проходили в рамках проекта «Ход весны», реализованного экологической организацией «Экозащита!» под руководством А. Королёвой. Собранные в 2012–2014 гг. материалы представлены на сайте www.springway2013.ru. Наблюдения велись в различных частях Калининградской области, в городской и природной среде [16].

Даты наступления фенологических явлений анализировались в сопоставлении как со среднесезонными, так и межгодовыми изменениями. Определялся характер отклонения (положительное, то есть запаздывающее, или отрицательное, то есть опережающее). Многолетняя динамика фенологических показателей на рассматриваемой территории оценивалась как возможный региональный индикатор глобальных изменений климата.

Результаты и обсуждение

Существенной особенностью современного изменения климата на территории Юго-Восточной Прибалтики можно назвать рост величины аномалий температуры воздуха с конца 70-х гг. прошлого века. По



наблюдениям на метеорологической станции в Калининграде обнаруживается ярко выраженная асимметрия в числе положительных и отрицательных отклонений средней годовой температуры воздуха за исследуемый период (1949–2011 гг.): число положительных в два раза выше числа отрицательных. Наибольшие положительные отклонения, превышающие $1,5^{\circ}\text{C}$, наблюдались в 1975 и 1989 (самый теплый год в XX в.), 1990, 2000, 2002, 2006, 2007, 2008 гг. Наибольшие отрицательные отклонения наблюдались в 1956 и 1987 гг. — это самые холодные годы. Самая значительная аномалия среднегодовой температуры воздуха отмечена для 1989 г. и составляет $2,5^{\circ}\text{C}$. В последнее десятилетие зафиксировано несколько рекордно высоких температур, не наблюдавшихся за всю предыдущую историю проведения метеонаблюдений в Кёнигсберге-Калининграде. Средняя годовая температура воздуха в 1989, 1998, 2007 и 2008 гг. превысила 9°C . В январе 2007 г. отмечен рекордный максимум температуры воздуха $+12,6^{\circ}\text{C}$, в июле 2010 г. максимальная температура воздуха достигала $+33,8^{\circ}\text{C}$. Примечательно, что наблюдается необыкновенная устойчивость положительных аномалий температуры воздуха начиная с 1989 г. [1].

Оценка линейных трендов температуры воздуха, выполненная за два периода: 1949–2010 и 1980–2010 гг. (табл. 1) — выявляет, что изменение средней месячной температуры воздуха в сторону потепления наиболее велико за последние 30 лет (1980–2010 гг.).

Таблица 1

Оценка линейных трендов температуры воздуха в Калининграде за различные периоды времени

Период	Январь		Апрель		Июль		Октябрь		Год	
	R ²	$^{\circ}\text{C}/10$ лет								
1949–2010	0,04	0,41	0,17	0,35	0,12	0,29	0,00	0,02	0,17	0,23
1980–2010	0,00	0,36	0,25	0,79	0,22	0,82	0,02	-0,28	0,15	0,42

Линейный тренд температуры воздуха в январе составил $0,36^{\circ}\text{C}$ на десять лет, в июле ($0,82^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в апреле ($0,79^{\circ}\text{C}/10$ лет), тренд температуры воздуха в октябре за этот период отрицательный. Таким образом, изменения температуры неоднородны по сезонам и наиболее выражены весной и летом. В среднем за период 1949–2010 гг. температура воздуха повышается на $0,23^{\circ}\text{C}/10$ лет, за 1980–2010 гг. — на $0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Анализ изменчивости сумм осадков за исследуемые периоды выявляет, что за период 1949–2010 гг. рост годового количества осадков характерен для января, июля и октября и составляет 4 мм/10 лет. В весенние месяцы имело место уменьшение осадков в апреле ($1,96$ мм/10 лет). В период наиболее интенсивного потепления (1980–2010 гг.) скорость роста осадков снизилась в октябре и апреле, но значительно увеличилась в июле, составив $12,53$ мм/10 лет (табл. 2).



Таблица 2

**Оценка линейных трендов сумм осадков в Калининграде
за различные периоды времени**

Период	Январь		Апрель		Июль		Октябрь	
	R ²	мм/ 10 лет						
1949–2010	0,06	4,17	0,03	-1,96	0,00	0,48	0,01	2,58
1980–2010	0,00	-0,46	0,01	-1,85	0,08	12,53	0,01	-5,12

12

По оценкам О. С. Крышняковой и В. Н. Малинина [8], скорость роста осадков на европейской территории России за период интенсивного потепления (1979–2005 гг.) составила 10,2 мм/10 лет, в Калининграде за этот же период наблюдается отрицательная тенденция в изменении количества осадков, что подтверждает региональный характер проявлений изменения климата.

Межгодовые колебания гидротермических условий, наблюдающиеся в последние десятилетия, обуславливают резко выраженные вариации в сроках развития растительности.

В Калининградской области аномальные условия в период активной вегетации растений (апрель – июль) наблюдались в 2002, 2007 и 2008 гг. В таблице 3 приведены отклонения сумм осадков и температуры воздуха в Калининграде от средних многолетних значений (норма за период 1961–1990 гг.).

Таблица 3

**Показатели экстремальности гидротермических условий
в период активной вегетации растений в Калининграде**

Год	Осадки, в % от нормы				Отклонения температуры воздуха от нормы			
	апрель	май	июнь	июль	апрель	май	июнь	июль
2002	65	54	104	55	2,0	4,4	1,2	2,4
2007	53	269	145	232	1,7	1,8	2,2	-0,1
2008	130	28	78	66	2,1	0,4	1,0	1,2

Как показывает таблица, весенне-летний период 2002 г. был очень засушливым и теплым, особенно май, когда выпало осадков 54 % от нормы, а температура приземного слоя воздуха превысила среднее многолетнее значение (1961–1990 гг.) на 4,4 °С. Еще более сухим оказался май 2008 г. (28 % осадков от нормы). В 2008 г., наоборот, конец весны и начало лета характеризовались обилием осадков, особенно в мае и июле (269 и 232 % от нормы соответственно). Это согласуется с оценкой экспертов МГЭИК, которые указывают на то, что экстремальные явления (засухи, наводнения, штормы и др.) с высокой степенью достоверности останутся значимыми последствиями изменения климата [12].



Выявленная особенность многолетнего хода температуры воздуха в Калининграде характеризуется положительным трендом. В среднем за последние 60 лет (1949–2010 гг.) рост температуры составляет $0,22^{\circ}\text{C}/10$ лет [2].

В то же время тренд увеличения продолжительности периода активной вегетации растений становится существенно заметным в последнее тридцатилетие (рис. 1) и составляет 4,89 дней/10 лет. Количество дней с температурой воздуха выше 10°C колеблется в пределах от 126 (1980 г.) до 185 (2000 г.).

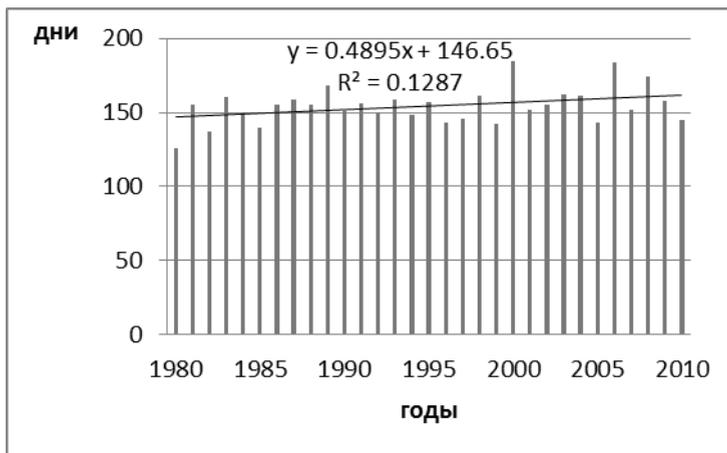


Рис. 1. Количество дней с температурой воздуха выше 10°C за период 1980–2010 гг.

Положительный тренд для сумм температур в период активной вегетации выражен ярче (рис. 2). Эта величина за тридцатилетний период изменялась в диапазоне от $1942,1^{\circ}\text{C}$ (1980) до $2919,0^{\circ}\text{C}$ (2006). За период 1980–2010 гг. среднее многолетнее значение суммы температур воздуха выше 10°C составляет 2388°C (рис. 2).

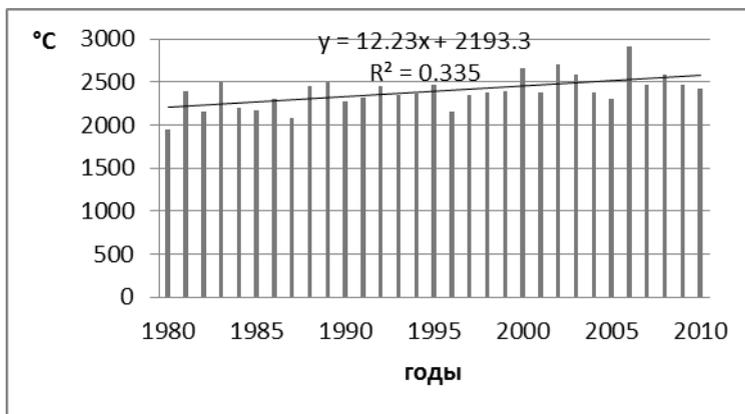


Рис. 2. Сумма температур воздуха выше 10°C за период 1980–2010 гг.



Оценка общих фенологических тенденций, обусловленных изменчивостью климата, показывает наличие ярко выраженных колебаний сроков наступления сезонных фенологических явлений. В таблице 4 приведены сроки начала цветения десяти растений-индикаторов сезона «ранняя весна», выделенных немецкими ботаниками [11].

Таблица 4

**Изменение сроков наступления фенологических явлений
сезона «ранняя весна» в Кёнигсберге-Калининграде за 1893–2012 гг.**

Растение-индикатор	Дата начала цветения		Значение трендов, дни
	1893	2012	
Лещина обыкновенная	26 марта	9 марта	-17
Печеночница благородная	5 апреля	17 марта	-19
Мать-и-мачеха обыкновенная	25 марта	21 марта	-4
Волчегородник обыкновенный	8 апреля	4 марта	-35
Фиалка душистая	7 апреля	7 апреля	0
Чистяк весенний	8 апреля	26 марта	-13
Селезеночник обыкновенный	9 апреля	25 марта	-15
Гусиный лук желтый	8 апреля	5 апреля	-3
Медуница лекарственная	8 апреля	26 марта	-13
Ветреница дубравная	9 апреля	4 апреля	-5

14

Как видно, в период современного потепления в 2012 г. по сравнению с 1893-м произошло достоверное смещение дат зацветания растений-индикаторов ранней весны в среднем на 12 дней. Особенно значительный тренд отмечен для волчегородника обыкновенного, печеночницы благородной, лещины обыкновенной, которые стали зацветать раньше на 35, 19, 17 дней соответственно. Обращает на себя внимание и смена очередности зацветания растений. Например, в 1893 г. наиболее раннее зацветание отмечалось для таких растений, как лещина обыкновенная, мать-и-мачеха обыкновенная, печеночница благородная, а в 2012 г. раньше других зацвели волчегородник обыкновенный, лещина обыкновенная, печеночница благородная.

Значение трендов сроков зацветания десяти растений сезона «средняя весна» колеблется от 7–9 дней (первоцвет весенний, ландыш майский) до 15–21 дня (одуванчик лекарственный, груша обыкновенная, яблоня домашняя и др.). Максимальное изменение сроков зацветания отмечено для яснотки белой (табл. 5): в 2012 г. она зацвела раньше на 34 дня по сравнению с 1893 г.

Таблица 5

**Изменение сроков наступления
фенологических явлений растений-индикаторов
сезона «средняя весна» в Кёнигсберге-Калининграде за 1893–2012 гг.**

Растение-индикатор	Дата начала цветения		Значение трендов, дни
	1893	2012	
Первоцвет весенний	24 апреля	17 апреля	-7
Одуванчик лекарственный	24 апреля	9 апреля	-15
Смородина красная	11 мая	24 апреля	-17
Сердечник луговой	10 мая	1 мая	-9



Растение-индикатор	Дата начала цветения		Значение трендов, дни
	1893	2012	
Черемуха обыкновенная	14 мая	1 мая	-13
Вишня обыкновенная	18 мая	1 мая	-17
Яснотка белая	28 мая	24 апреля	-34
Груша обыкновенная	19 мая	1 мая	-19
Яблоня домашняя	22 мая	1 мая	-21
Ландыш майский	12 мая	7 мая	-8

Таким образом, можно отметить, что в период современного потепления произошло достоверное смещение на более ранние сроки дат зацветания растений-индикаторов наступления и хода весны.

Интересно проследить, как изменился за 120 лет (1893–2012 гг.) промежуток между датами начала зацветания растений-индикаторов (табл. 4, 5). В 1893 г. начало цветения у избранной немецкими учеными группы растений-индикаторов «ранней весны» укладывается в промежуток с 25 марта (мать-и-мачеха обыкновенная) по 9 апреля (ветреница дубравная, селезеночник обыкновенный) и составляет 15 дней. В 2012 г. промежуток начала цветения растений возрастает до 34 дней: наиболее раннее цветение – 4 марта (волчеягодник обыкновенный) и позднее – 7 апреля (фиалка душистая). Промежуток между зацветанием растений-индикаторов «средней весны» в 1893 г. составил 34 дня (24 апреля – одуванчик лекарственный, 28 мая – яснотка белая); в 2012 г. – 25 дней (9 апреля – одуванчик лекарственный, 4 мая – ландыш майский), то есть промежуток стал короче.

Пространственные различия в сроках зацветания растений в регионе можно проследить с запада на восток по мере удаления от побережья (Светлогорск – Гвардейск – Черняховск). Как видно из таблицы 6, зацветание растений-индикаторов в Черняховске происходит на 6–7 дней раньше.

Таблица 6

**Сроки зацветания растений-индикаторов сезона «средняя весна»
в населенных пунктах Калининградской области в 2012 г.**

Растение-индикатор	Светлогорск	Гвардейск	Черняховск
Одуванчик лекарственный	18 апреля	12 апреля	11 апреля
Черемуха обыкновенная	6 мая	30 мая	29 апреля
Вишня обыкновенная	5 мая	30 апреля	Нет данных
Яснотка белая	5 мая	1 мая	29 апреля

Показательно сравнение промежутка между сроками зацветания растений-индикаторов в одном из городов Калининградской области. С этой целью выбран Знаменск (раньше Велая) (табл. 7).



Таблица 7

**Изменение сроков наступления фенологических явлений
сезона «ранняя весна» в Велау-Знаменске за 1893–2012 гг.**

Растение-индикатор	Дата начала цветения		Значение трендов, дни
	1893	2012	
Лещина обыкновенная	27 марта	9 марта	-18
Печеночница благородная	29 марта	21 марта	-8
Мать-и-мачеха обыкновенная	2 апреля	21 марта	-11
Волчегодник обыкновенный	–	–	–
Фиалка душистая	15 апреля	12 апреля	-3
Чистяк весенний	11 апреля	28 марта	-13
Селезеночник обыкновенный	9 апреля	25 марта	-14
Гусиный лук желтый	10 апреля	9 апреля	-1
Медуница лекарственная	6 апреля	29 марта	-7
Ветреница дубравная	5 апреля	12 апреля	-7

16

Как следует из таблицы 7, сроки цветения феноиндикаторов за 120 лет изменились в сторону более ранних дат: для лещины обыкновенной на 18 дней, чистяка весеннего – на 13, мать-и-мачехи обыкновенной – на 11 дней. Промежуток между датами зацветания растений-индикаторов в 2012 г. стал длиннее – 33 дня, в 1893 г. он составлял 18 дней.

Изменение сроков фенологических явлений сезона «средняя весна» в Велау-Знаменске за период 1893–2012 гг. имеет весьма значительный диапазон – от 6–9 дней (смородина красная, сердечник луговой) до 23–24 дней (вишня обыкновенная, яблоня домашняя). Промежуток между зацветанием растений этого сезона в Велау в 1893 г. составил 28 дней, в 2012-м – 48 дней, то есть стал длиннее (табл. 8).

Таблица 8

**Изменение сроков наступления фенологических явлений
растений-индикаторов сезона «средняя весна» в Велау-Знаменске
за 1893–2012 гг.**

Растение-индикатор	Дата начала цветения		Значение трендов, дни
	1893	2012	
Калужница болотная	10 мая	27 апреля	-13
Одуванчик лекарственный	29 апреля	12 апреля	-17
Смородина красная	5 мая	29 апреля	-6
Сердечник луговой	9 мая	30 апреля	-9
Черемуха обыкновенная	20 мая	30 мая	+10
Вишня обыкновенная	22 мая	29 апреля	-23
Яснотка белая	18 мая	26 апреля	-22
Груша обыкновенная	25 мая	5 мая	-20
Яблоня домашняя	27 мая	3 мая	-24
Ландыш майский	27 мая	10 мая	-17



Выявленные расхождения указывают на реакцию растений в связи с возрастающей изменчивостью гидротермических условий в период интенсивного потепления климата, а также на усиление антропогенного воздействия в городах (в частности, на формирование «острова тепла»).

В то же время некоторые авторы указывают на отсутствие изменений сроков начала цветения травянистых и древесных растений, например на Урале в 1972–2005 гг. (только для мать-и-мачехи и ивы козьей были выявлены слабые тенденции к более раннему цветению в последнее двадцатилетие XX в.) [5]. Анализ динамики сезонного развития растительности на Северо-Западе России за более длительный период (1829–1999 гг.) выявил биоклиматические изменения, которые можно описать как условное перемещение региона Санкт-Петербурга к юго-западу до 1000 км весной, до 250–500 км летом и до 100–250 км осенью [4].

Сопоставление сроков начала цветения в странах Прибалтики за периоды 1971–1985 и 1986–2000 гг. показывают, что для ольхи серой они изменились на 9 дней, лещины – 12, сирени – 6, чубушника – 4 дня в сторону более ранних дат [13]. Крупное международное метааналитическое исследование, интегрировавшее более 125 тыс. серий наблюдений за 542 растениями и 19 животными в 21 европейской стране за 1971–2000 гг., выявило, что в 78 % случаев сроки сместились на более ранние даты, и только в 3 % случаев они стали достоверно более поздними [15].

Заключение

Экстремальность климата, определяемая характеристиками межгодовой изменчивости температуры воздуха и осадков, при продолжающемся его потеплении приведет к развитию тенденции усиления экологических эффектов, создаст предпосылки совершенствования менеджмента в сфере сельхозпроизводства, в оптимизации городской среды и др. [10].

Необходимо иметь в виду, что рассмотренные примеры изменения сроков зацветания растений могут коррелировать не только с температурой или условиями увлажнения в весенне-летние месяцы, но и с количеством солнечных дней, потоками солнечной радиации (в том числе фотосинтетически активной радиации), микроклиматическими условиями произрастания растений.

Список литературы

1. *Барينو́ва Г. М.* Калининградская область. Климат. Калининград, 2002.
2. *Барино́ва Г. М., Гаева Д. В.* Изменения климата: агроэкологические вызовы и ответы в Южной Прибалтике // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы): материалы международной научной конференции. Воронеж, 2012. С. 369–371.
3. *Барино́ва Г., Краснов Е., Зотов С., Борзенкова И.* Изменения климата в Прибалтийском регионе за последние 1000 лет: история исследований // История океанографии: материалы VII Международного конгресса по истории океанографии. Калининград, 2004. С. 393–396.
4. *Булыгин Н. Е.* Проявление короткопериодных колебаний климата и его современного потепления в динамике сезонного развития растений и растительности на Северо-Западе России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2002. №168. С. 32–39.



5. Гордиенко Н.С., Соколов Л.В. Анализ долговременных изменений сезонных явлений у растений и насекомых Ильменского заповедника в связи с климатическими факторами // Экология. 2009. №2. С. 96–102.
6. Калининградская область: очерки природы / сост. Д.Я. Беренбейм ; науч. ред. В.М. Литвин. 2-е изд., доп. и расш. Калининград, 1999.
7. Касимов Н.С., Клиге Р.К. Главные факторы современных глобальных изменений природной среды // Современные глобальные изменения природной среды. Т. 3 : Факторы глобальных изменений. М., 2012. С. 11–40.
8. Крышнякова О.С., Малинин В.Н. К оценке трендов в колебаниях осадков на Европейской территории России // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2010. Вып. 1. С. 64–69.
9. Фащук Д.Я. Моря и водосборные бассейны как единая гидроэкологическая система в условиях изменяющегося климата // Проблемы региональной экологии. 2010. №1. С. 77–88.
10. Barinova G., Koroleva Yu., Krasnov E. Indicative modeling and spatial evaluation of air pollution risk // H. Kremers, A. Susini (eds). Risk models and applications. Collected papers. CODATA – Germany e. V. 2012. P. 23–24.
11. Jentzsch A. Der Frühlingseinzug des Jahres 1893: Nach den phänologischen Beobachtungen des Preussischen Botanischen Vereins und des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Leupold, 1894
12. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fifth Assessment Report. Working group 2. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
13. Kalvane G., Romanovskaja D., Briede A., Baksiene E. Influence of climate change on phenological phases in Latvia and Lithuania // Climate Research. 2009. Vol. 39. P. 209–219.
14. Körner C., Basler D. Phenology under global warming // Science. 2010. Vol. 327. P. 1461–1462.
15. Menzel A., Sparks T., Estrella N. et al. European phenological response to climate change matches the warming pattern // Global Change Biology. 2006. № 12. P. 1969–1976.
16. Проект «Ход Весны 2012–2014: свидетельства изменения климата через 120 лет». URL: www.springway2013.ru (дата обращения: 14.10.2014).

Об авторах

Галина Михайловна Баринова — канд. геогр. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: ecogeography@rambler.ru

Мария Ивановна Кохановская — канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: m.kohanovskaya@gmail.com

About the authors

Prof. Galina Barinova, Immanuel Kant Baltic Federal University.
E-mail: ecogeography@rambler.ru

Dr Maria Kokhanovskaya, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University.
E-mail: m.kohanovskaya@gmail.com