

УДК 551.524(261.24)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НАД АКВАТОРИЕЙ  
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ ПО ДАННЫМ МЛСП D-6 (2004-2013 ГОДЫ)

Ж. И. Стонт, О. А. Гущин

AIR TEMPERATURE CHANGEABILITY ON THE SOUTH – EASTERN AREA  
OF THE BALTIC SEA ACCORDING TO  
D-6 ICE-RESISTANT PLATFORM (2004-2013)

Zh. I. Stont, O. A. Gushchin

Работа выполнена на основе ежечасных наблюдений, получаемых в рамках экологического мониторинга с морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП D-6), расположенной примерно в 20 км от берега, в открытой части моря, где исключено влияние суши. Исследована изменчивость температуры воздуха за последние десять лет. Выявлено, что по сравнению со второй половиной XX в. повысилась среднегодовая температура воздуха (8,7 и 7,4 °С соответственно) и среднемесячная температура самого теплого месяца (август). Минимум в годовом ходе температуры сместился на февраль. Это свидетельствует о том, что климат Юго-Восточной (ЮВ) Балтики стал более морским. Среднемесячная температура воздуха наиболее изменчива зимой, наименее – летом (в августе). Значительный вклад в изменчивость среднегодовых значений температуры вносят вариации температур в холодный период года. Выявлены как общие закономерности многолетней изменчивости средних температур воздуха, так и региональные различия. Одной из причин изменчивости температуры воздуха является связь с циркуляционными условиями: прямая для зональной (W) формы циркуляции и обратная для восточной (E). В целом за период 2004-2013 гг. изменение температуры воздуха по среднемесячным значениям характеризуется линейным трендом +0,003 °С/мес. и соответствующим приращением +0,36 °С /10 лет. Показано, что положительное приращение средней температуры воздуха отмечено только летом, а отрицательное – наибольшее в зимний период; осенний и весенний тренды слабоотрицательны. Температура воздуха над акваторией моря по среднегодовым значениям уменьшилась – условный линейный тренд отрицательный, температура за десять лет понизилась на 0,6°С, что может быть связано с минимумом векового цикла солнечной активности в 2016 г.

*температура воздуха, Юго-Восточная Балтика, годовой ход, тренд*

Air temperature changeability has been analyzed for the last 10 years on the basis of monthly observations within the ecological monitoring held from the ice-resistant platform D-6, which is situated approximately 20 km from the sea shore. In comparison with the second part of the XX century the average annual air temperature and the average monthly temperature of the warmest month in the year (August) has increased. The minimum of the annual temperature changes is registered in February. The average monthly air temperature is more changeable in winter and less changeable in August. Both common patterns of the longstanding air temperature changeability and regional

differences have been revealed. Positive increment of the average air temperature was observed only in summer. Negative increment was observed in winter; autumn and spring trends are less negative.

*air temperature, the South-East Baltic, annual variation, trend*

## ВВЕДЕНИЕ

В регионе Балтийского моря в последние годы очевидна климатическая изменчивость гидрометеорологических условий. Изменение климата в большинстве исследований связывают с антропогенным воздействием [1]. Однако были высказаны и определенные сомнения в правильности таких утверждений [2]. Инструментальные данные наблюдений свидетельствуют о наличии некоторых тенденций роста и падения температуры приземного воздуха в умеренных широтах с цикличностью несколько десятков лет [3 - 5]. Несмотря на региональные различия, в прибрежных районах Балтийского моря отмечены общие закономерности многолетней изменчивости средних температур воздуха [6]. В статье [7] показано, что из-за высоких летних температур увеличилась продолжительность вегетационного периода и наблюдается рост продолжительности безморозного периода, связанный с уменьшением экстремальных температур зимой. Для последнего десятилетия XX в. и первого десятилетия XXI в. были характерны чрезвычайно жаркие не только отдельные месяцы, но и весь летний сезон [8]. Увеличение минимальной температуры сопровождалось небольшим повышением максимальной температуры и уменьшением дневного диапазона температур. Эти изменения хорошо коррелируют с облачностью, и сильные колебания температуры связаны с интенсивностью Северо-Атлантического колебания, особенно зимой и весной [9]. В странах Прибалтики региональные средние аномалии годовой температуры воздуха в 1991-2007 гг. составили 0,8-0,9 °С относительно показателей принятого за норму климатического периода 1961-1990 гг. [10]. За период 1966-2009 гг. коэффициент линейного тренда температуры воздуха для всего балтийского побережья Польши составил 0,3 °С/10 лет [11]. Но имеются региональные различия. Так, по данным, представленным в статье [12], максимальный рост температуры воздуха (0,32 °С/10 лет) относится к области Щецинского Приморья, которая расположена в западной части польского побережья Балтийского моря. В восточной части – Гданьское Приморье – тренд составил 0,28 °С/10 лет. При анализе данных за 1950-2009 гг. в районе Щецина были получены линейные тренды по сезонам: весна 0,0296 °С/год; зима 0,032 °С /год (приращение 1,8 °С/60 лет и 1,9 °С/60 лет соответственно) [13].

Экзогенным фактором формирования природной среды в любой точке земной поверхности является суммарная солнечная радиация, которая на акватории Юго-Восточной Балтики составляет 360,0-376,8 кДж/см<sup>2</sup>год [14 - 16]. На поступление радиации существенное влияние оказывают распределение облачности и прозрачности атмосферы. Больше 45 % годового количества поглощенной радиации Юго-Восточная Балтика получает летом, немногим меньше (около 35 %) – весной, на пасмурный осенне-зимний сезон приходится около 20 %. В течение четырех-пяти месяцев (с октября-ноября по февраль-март) радиационный баланс ЮВ Балтики отрицательный, с минимумом в декабре; максимальные величины отмечены в июне [17].

Существует мнение [18, 19], что количество солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, по сравнению с 1990 г. увеличилось. Это является одной из

причин повышения температуры воздуха и температуры поверхности воды. Тенденция увеличения с середины 1980-х гг. суммарной солнечной радиации выявлена и для Московского региона [20]. Рост температуры воздуха в различных районах побережий Белого и Балтийского морей наблюдается с начала или середины 80-х гг., и предполагается, что, несмотря на глобальное потепление, примерно в 2016 г. ожидается минимум векового цикла солнечной активности [21].

Цель настоящей работы – выявить изменчивость температуры воздуха в российском секторе Юго-Восточной Балтики, оценить изменения статистических характеристик температуры, сравнить приращение температуры воздуха над морской поверхностью в 22 км от берега и по береговым станциям прибрежной полосы (Польша, Литва, Калининградская область).

### АНАЛИЗИРУЕМЫЕ ДАННЫЕ И ИХ ИСТОЧНИКИ

Важными параметрами мониторинга окружающей среды являются температуры воды и воздуха. Наблюдения за ними сравнительно легко реализуются и интерпретируются. Работа выполнена основе 10-летнего ряда измерений в открытой части моря, где исключено влияние суши (рис. 1). Гидрометеорологические наблюдения в этой части ЮВ Балтики в последние годы практически не проводятся. Район исследования лежит вне путей активного судоходства, т.е. попутных измерений транспортные и рыболовные суда не производят. Научные экспедиции не организуются.

Для анализа изменчивости температуры воздуха использовались данные производственного экологического мониторинга Кравцовского месторождения (D-6), который с 2004 г. проводит ООО «ЛУКОЙЛ-КМН». Морская ледостойкая стационарная платформа МЛСП (D-6) расположена приблизительно в 20 км от берега (рис. 1). На ней, на высоте 27 м над уровнем моря, установлена автоматическая гидрометеорологическая станция (АГМС) «Миникрамс-4», которая ведет непрерывные измерения. В работе анализировались ежечасные данные по температуре воздуха, которые представляют собой непрерывный ряд длительностью десять лет. Приведение температуры к стандартному уровню 2 м не проводилось, так как учесть фактор стратификации атмосферы достаточно сложно.

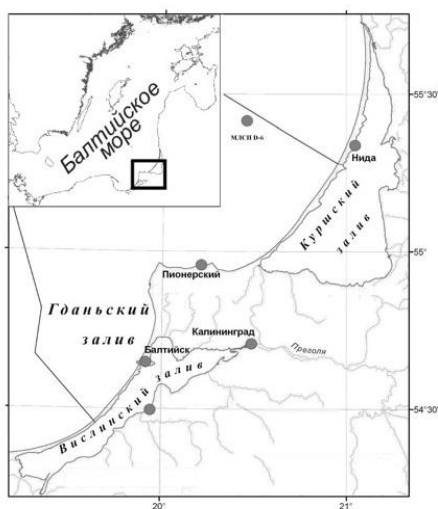


Рис. 1. Карта побережья Юго-Восточной Балтики  
 Fig. 1. The map of the South-East Baltic coast

Межгодовая изменчивость температуры исследована с помощью дисперсионного, гармонического и спектрального анализа [22 - 24]. Для расчета долгосрочных трендов была использована линейная аппроксимация временных рядов методом наименьших квадратов. Оценку значимости коэффициентов линейной зависимости, а также достоверности полученных результатов осуществляли с помощью t-критерия Стьюдента [25]. Была предусмотрена возможность выборки по сезонам и месяцам для исследования изменчивости параметров линейной модели. Статистики по сезонам и общий тренд (весь ряд) неаддитивны.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В районе Кравцовского нефтяного месторождения (D-6) над акваторией моря (рис. 1), согласно ежемесячным картам пространственного распределения температуры воздуха [15], средняя годовая температура воздуха составляет  $7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; самые низкие средние месячные температуры (минус  $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) отмечены в январе. Средняя температура летних месяцев составляет  $16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в августе –  $16,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Годовая амплитуда среднемесячных температур –  $18,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  [26].

Основные характеристики межгодовой изменчивости температуры воздуха за период 2004-2013 гг. по данным МЛСП D-6 представлены в табл. 1 и на рис. 2. Средняя годовая температура воздуха  $8,7\pm 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше, чем в середине прошлого столетия [27], а годовая амплитуда среднемесячных температур равна  $19,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (табл. 2). Максимальная среднегодовая температура отмечена в 2008 г. –  $9,4\pm 5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вариации среднемесячных значений температуры составляют от  $2,4$  до  $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Минимальная среднегодовая температура наблюдалась в 2010 г. –  $7,2\pm 8,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вариации среднемесячных температур – от минус  $5,4$  до  $20,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Межгодовое изменение приращений среднегодовых температур в последнее десятилетие лежит в пределах от минус  $1,5$  до  $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , межгодовое приращение максимальных среднемесячных – от минус  $2,3$  до  $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а минимальных среднемесячных температур – от минус  $4,8$  до  $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что примерно в два раза больше, чем для наиболее теплых месяцев года. Это говорит о том, что наибольший вклад в изменчивость среднегодовых значений температуры вносят вариации температур в холодный период года. Так, в 2008 г. (самый теплый год) в зимние месяцы было отмечено всего десять дней с морозами до минус  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зимой 2010 г. (самый холодный год) суммарная продолжительность периода морозных дней (до минус  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) составила около 60 дней, безморозного на акватории Юго-Восточной Балтики – в среднем  $272\pm 18$  дней, что примерно на 70 дней больше, чем на побережье [28].

В Юго-Восточной Балтике зимой график среднемесячного хода температуры двух месяцев (январь, февраль) опускается в область отрицательных температур (минус  $0,3$  и минус  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно, табл. 2). Минимум в годовом ходе смещается на февраль (минус  $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) против января (минус  $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в середине прошлого столетия (табл. 2). Аналогичный результат отмечен и для береговых метеостанций Балтийска и Клайпеды. Вероятнее всего, причиной тому являются циркуляционные процессы. При анализе индексов циркуляции за 2000-2013 гг. оказалось, что в зимние месяцы, особенно в феврале, наблюдается рост восточной (E) составляющей переноса при уменьшении западной (W). В эти же годы по данным МЛСП (D-6) в феврале увеличилась повторяемость ветров восточных румбов, при которых и наблюдаются отрицательные температуры. Климат Юго-

Восточной Балтики стал более морским. За период 2004-2013 гг. абсолютный минимум минус 19,3 °С (январь) отмечен в 2006 г., максимальная амплитуда экстремальных значений в этот год составила 49,1 °С (табл. 1). В зимние месяцы температура воздуха наиболее изменчива – в декабре  $\pm\sigma = 3,2$  °С и январе  $\pm\sigma = 3,1$  °С (табл. 2). Причина этого – характерные оттепели, чередующиеся с заточками холодного воздуха.

Таблица 1. Характеристики межгодовой изменчивости температуры воздуха по данным МЛСП D-6 (2004-2013 гг.)

Table 1. Characteristics of the interannual changeability of air temperature according to the data of D-6 ice-stable platform (2004-2013)

Год	Среднее $\pm\sigma$ (°С)	Характеристики экстремумов (°С)		
		минимум	максимум	амплитуда
2004	8,4 $\pm$ 6,8	-10,6	25,9	36,5
2005	8,9 $\pm$ 7,0	-9,7	24,4	34,1
2006	9,0 $\pm$ 8,2	-19,3	29,8	49,1
2007	9,3 $\pm$ 6,5	-12,3	26,4	38,7
2008	9,4 $\pm$ 5,8	-10,3	22,9	33,2
2009	8,7 $\pm$ 7,0	-10,9	26,7	37,6
2010	7,2 $\pm$ 8,6	-15,3	31,1	46,4
2011	8,9 $\pm$ 7,5	-13,1	28,0	41,1
2012	8,2 $\pm$ 7,5	-16,4	29,4	45,8
2013	8,7 $\pm$ 7,7	-10,9	30,7	41,6
Среднее	8,7 $\pm$ 0,6	-12,9 $\pm$ 3,2	27,5 $\pm$ 2,7	40,4 $\pm$ 5,4

Таблица 2. Статистические характеристики среднемесячной температуры воздуха, измеренной на МЛСП D-6 в 2004-2013 гг.

Table 2. Statistical characteristics of the monthly average air temperature measured on the ice-stable platform D-6 (2004-2013)

Характеристики	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее	-0,3	-1,1	1,5	5,8	10,8	14,6	18,3	18,6	15,5	10,8	6,5	3,1
Станд. отклон. $\pm\sigma$	3,1	2,3	2,0	1,2	1,1	1,7	1,6	0,7	1,1	1,3	1,0	3,2
Абс. максимум	10,3	7,4	15,8	21,3	26,1	29,8	31,1	29,1	24,1	18	12,8	12,3
Абс. минимум	-19,3	-16,4	-9,7	-1,1	2,8	7,7	12,1	11,7	7,0	1,1	-9,2	-11,5

Повышение температуры происходит достаточно равномерно с марта по август от 1,5 °С (март) до 18,6 °С (август) (рис. 2, табл. 2). Среднемесячная температура самого теплого месяца (август) возросла на 1,7 °С по сравнению со второй половиной XX в. [26], в это время она наименее изменчива и составляет  $\pm\sigma = 0,7$  °С. На 0,3 °С температура ниже в июле (18,3 °С), затем в сентябре – 15,5 °С и июне 14,6 °С. Температуры весеннего переходного периода составляют: в марте 1,5, апреле 5,8, мае 10,8 °С, осеннего – в сентябре 15,5, октябре 10,8 и ноябре 6,5 °С. Продолжительность периодов роста и понижения температуры воздуха в сезонном ходе

равна (около 6 мес.), т.е. сезонный ход температуры воздуха определяется годовой волной [17], что хорошо видно на рис. 2.

Среднегодовая температура воздуха над акваторией Юго-Восточной Балтики понижается по направлению к берегу от 8,3-8,5 °С (в центре бассейна) до 7,8-7,9 °С (в Балтийске) [27, 29]. Максимум температуры в сезонном ходе на прибрежных станциях наблюдается в июле-августе, минимум – в январе-феврале (табл. 2). Над акваторией происходит смещение минимальных температур на февраль, максимальных – на август.

В целом за период 2004-2013 гг. изменение среднегодовой температуры воздуха по данным МЛСП D-6 характеризуется линейным трендом +0,003 °С/мес. и соответствующим приращением +0,36 °С /10 лет (рис. 2). Но линейный тренд статистически незначим. Для восточного Поморья Польши приращение составило +0,28 °С/10 лет (период 1966-2009) [12], для Калининграда – +0,20 °С/10 лет (период 1996-2010) [30].

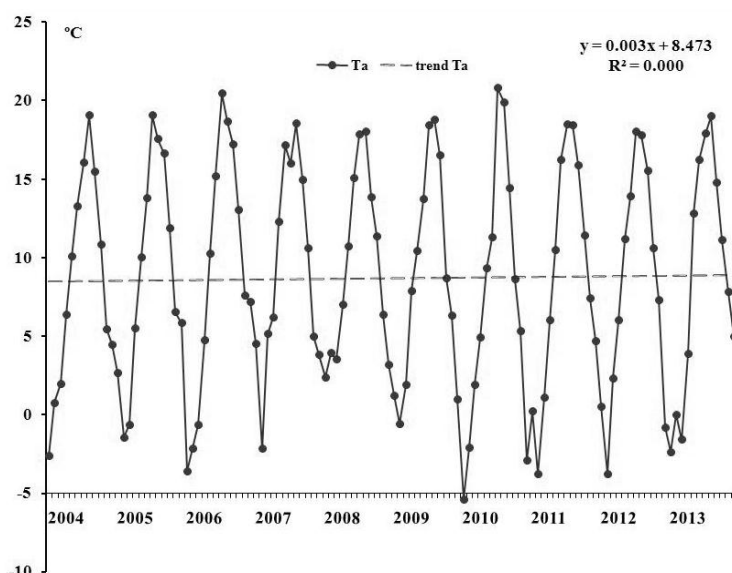


Рис. 2. Межгодовая изменчивость среднемесячной температуры воздуха по данным МЛСП D-6 за 2004-2013 гг.

Fig. 2. Interannual changeability of the monthly average air temperature according to the data of D-6 ice-stable platform (2004-2013)

Положительное приращение средней температуры воздуха отмечено только летом +0,07 °С/год (внутригодовой максимум температуры приходится на июль-август). На территории Литвы по данным [31] за период 1991-2010 гг. темпы роста температуры воды и воздуха составили 0,04 и 0,06 °С/теплое время года соответственно. Видно, что величины тренда хорошо согласуются. Уменьшение среднемесячной температуры воздуха зимой (отрицательное приращение от минус 2,0 в январе до минус 2,8 °С/10 лет в феврале) происходило в несколько раз (примерно 2,5) быстрее увеличения значений среднемесячной температуры летом (от 0,03 в июне до 0,9 °С/10 лет в июле). Максимальное положительное приращение в соответствии с трендом приходится на май (1,9 °С/10 лет) и ноябрь (1,8 °С/10 лет)

при значимом распределении Стьюдента 0,99. В апреле, июне и августе приращение близко к 0 °С/10 лет (незначимое распределение Стьюдента).

Температура воздуха над акваторией моря по среднегодовым значениям (2004-2013 гг.) по данным МЛСП D-6 уменьшилась – условный линейный тренд отрицательный, температура за десять лет понизилась на 0,6°С (рис. 3), что может быть связано с минимумом векового цикла солнечной активности в 2016 г. [21].

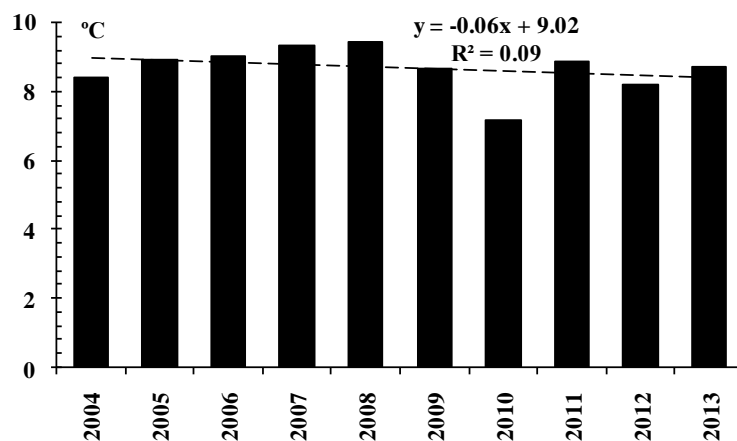


Рис. 3. Межгодовая изменчивость среднегодовой температуры воздуха по данным МЛСП D-6 за 2004-2014 гг.

Fig. 3. Interannual changeability of the annual average air temperature according to the data of D-6 ice-stable platform (2004-2014)

Это свидетельствует о том, что изменение температуры воздуха подвержено вариациям. На десятилетнем промежутке говорить об устойчивой тенденции роста или падения температуры некорректно, так как уровень ошибок измерений температуры сравним с трендом. Поэтому можно говорить о незначительных изменениях.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последнее десятилетие (2004-2013 гг.) отмечены следующие изменения в характеристиках температуры воздуха:

- средняя годовая температура воздуха для российского сектора Юго-Восточной Балтики выше, чем в середине прошлого столетия (8,7 и 7,4 °С соответственно);

- минимум в годовом ходе сместился на февраль (минус 1,1 °С) и свидетельствует о том, что климат Юго-Восточной Балтики стал более морским;

- одной из причин выявленной изменчивости температуры воздуха является связь с циркуляционными условиями: прямая заметная ( $r=0,63$  при  $P=95\%$ ) для зональной (W) формы циркуляции и обратная заметная ( $r=-0,62$  при  $P=95\%$ ) для восточной (E);

- изменение температуры воздуха подвержено вариациям. На десятилетнем промежутке говорить об устойчивой тенденции роста или падения температуры некорректно, так как уровень ошибок измерений температуры сравним с трендом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change, 2008
2. Кондратьев, К. Я. Изменения глобального климата: нерешенные проблемы / К. Я. Кондратьев // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 6. – С. 118–127.
3. Климатические изменения в Арктике и Северной полярной области. – Проблемы Арктики и Антарктики / Г. В. Алексеев [и др.]. – 2010. – № 1 (84). – С. 67-80.
4. Котляков, В. М. Криосфера и климат / В. М. Котляков // Экология и жизнь. – 2010. – № 11. – С. 51-60.
5. Панин, Г. Н. Об изменении климата в полярных зонах Земли. Доклады Академии наук / Г. Н. Панин. – 2010. – Т. 427. – № 3. – С. 397–402.
6. Chubarenko, I. P., Chubarenko, B. V. General waterdynamics of the Vistula Lagoon. – Environmental and Chemical Physics. – 2002. – 24. – No4. – p. 213–217.
7. Avotniece, Z., Rodinov, V., Lizuma, L. et al. Trends in the frequency of extreme climate events in Latvia. – Baltica. – 2010. – 23 (2). – p. 135–148.
8. Twardosz, R., Kossowska-Cezak, U. Exceptionally hot summers in central and eastern Europe (1951–2010). – Theoretical and Applied Climatology. – 2013. – vol. 112. – 617-628. – doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-012-0757-0>.
9. Wibig, J., Głowicki, B. Trends of minimum and maximum temperature in Poland. – Climate Research. – 2002. – vol. 20. – 123–133.
10. Kriauciuniene, J., Meilutyte-Barauskiene, D., Reihan, A. et al. Variability in temperature, precipitation and river discharge in the Baltic States. – Boreal Env. – 2012. – 17(2): 150–162.
11. Tytkowski, J. Temporal and spatial variability of air temperature and precipitation at the Polish coastal zone of the southern Baltic Sea. – Baltica. – 2013. – № 26(1). – p. 83–94.
12. Michalska, B. Tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce. – 2011. – PraceiStudiaGeograficzne 47. – p. 67–75.
13. Kirschenstein, M. The air temperature variations in Szczecin and its dependence on the North Atlantic Oscillation (NAO) / Baltic coastal zone – Journal of Ecology and Protection of the Coastline. – 2011. – Vol. 15. – p. 5-23.
14. Гидрометеорологические условия. Проект «Моря СССР». – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат. – 1992. – Т. III. Балтийское море, вып. 1. – 450 с.
15. Климатический и гидрологический атлас Балтийского моря / ред. В. С. Самойленко. – Москва: Гидрометеоиздат. – 1957. – 106 с.
16. Померанец, К. С. Тепловой баланс Балтийского моря / К. С. Померанец. // Труды ГОИН. – 1964. – Вып. 82. – С. 87-109.
17. Дубравин, В. Ф. Гидрометеорологический режим, структура и циркуляция вод / В. Ф. Дубравин, Ж. И. Стонт // Нефть и окружающая среда Калининградской области: в 2 т. / под ред. В. В. Сивкова [и др.]. – Калининград: Терра Балтика. – 2012. – Т. II. Море – С. 69-105.
18. Pinker R.T., Zhang B. and Dutton E.G. Do Satellites Detect Trends in Surface Solar Radiation? – Science. – 2005. – 308(5723). – 850-854.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1103159>
19. Wild M., Gilgen H., Roesch A. et al. From dimming to brightening: decadal changes in solar radiation at Earth's surface. – Science. – 06/2005. – 308 (5723): 847-850.



20. Климатические и экологические характеристики московского мегаполиса за 60 лет по данным Метеорологической обсерватории МГУ / Н. Е. Чубарова [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 9. – С. 49-64.
21. Смирнова, А. И. Вероятностный анализ годового хода и межгодовой изменчивости чисел Вольфа, форм атмосферной циркуляции, водообмена Балтийского моря с Северным и его составляющих / А. И. Смирнова, Н. И. Минина, Н. П. Яковлева // В кн.: Режимобразующие факторы, гидрометеорологические и гидрохимические процессы в морях СССР. – Ленинград, 1988. – С. 5-15.
22. Брукс, К. Применение статистических методов в метеорологии / К. Брукс, Н. Карузертс. – Ленинград: Гидрометеоздат. – 1963. – 416 с.
23. Козубская, Г. И. Адаптивный спектральный анализ случайных процессов и полей / Г. И. Козубская, К. В. Коняев // Физика атмосферы и океана. – 1977. – Т. 13. – №1. – С. 61-71.
24. Рожков, В. А. Методы статистической гидрометеорологии. Географические и геоэкологические аспекты развития природы и общества / В. А. Рожков, ред. Н. В. Каледин [и др.]. – Санкт-Петербург. – 2008. – С. 121-132.
25. Fisher R. A., Yates F. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Edinburg: Oliver and Boyd, 1975.
26. Дубравин, В. Ф. Эволюции гидрометеорологических полей над Юго-Восточной Балтикой / В. Ф. Дубравин, Ж. И. Стонт // Известия РГО. – 2012. – Т. 144. – Вып. 5. – С. 37-48.
27. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР: в 2 т. – Ленинград: Гидрометеоздат. – 1983. – Т. 1. Балтийское море. – Вып. 1. Балтийское море без заливов. – 175 с.
28. Баринава, Г. М. Калининградская область. Климат / Г. М. Баринава. – Калининград: ФГУИПП «Янтарный сказ». – 2002. – 96 с.
29. Электронный атлас «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана» / URL: [http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1\\_1.html](http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1_1.html) (дата обращения: 20.01.2015).
30. Навроцкая, С. Е. Региональные особенности изменчивости гидрометеорологических условий у побережья Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) / С. Е. Навроцкая, Ж. И. Стонт // Известия Русского географического общества. – 2014. – Т. 146. – № 3. – С. 54-64.
31. Jurgelėnaitė, A., Kriauciūnienė, J., Šarauskienė, D. Spatial and temporal variation in the water temperature of Lithuanian rivers. – Baltica. – 2012. – № 25(1). – P. 65-76.

#### REFERENCES

1. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change, 2008.
2. Kondrat'ev K. Ya. Izmeneniya global'nogo klimata: nereshennye problemy [Global climate change: unresolved issues]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and hydrology]. 2004, no. 6, pp. 118–127
3. Alekseev G. V., Radionov V. F., Aleksandrov E. I. i dr. Klimaticheskie izmeneniya v Arktike i Severnoy polyarnoy oblasti [Climate changes in the Arctic and the North Polar regions]. *Problemy Arktiki i Antarktiki* [Problems of The Arctic and the Antarctic regions]. 2010, no. 1 (84), pp. 67-80.
4. Kotlyakov V. M. Kriosfera i klimat [Cryosphere and climate]. *Ekologiya i zhizn'* [Ecology and live]. 2010, no. 11, pp. 51-60.

5. Panin G. N. Ob izmenenii klimata v polyarnykh zonakh Zemli [On climate change in the polar zones of the Earth]. *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2010, vol. 427, no. 3, pp. 397–402.
6. Chubarenko, I. P., Chubarenko, B.V. General waterdynamics of the Vistula Lagoon. *Environmental and Chemical Physics*. 2002, vol. 24, no. 4, pr. 213–217.
7. Avotniece Z., Rodinov V., Lizuma L. et al. Trends in the frequency of extreme climate events in Latvia. *Baltica*. 2010, no. 23 (2), pr. 135–148.
8. Twardosz R., Kossowska-Cezak U. Exceptionally hot summers in central and eastern Europe (1951–2010). *Theoretical and Applied Climatology*. 2013, vol. 112, pp. 617–628. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-012-0757-0>.
9. Wibig J., Głowicki B. Trends of minimum and maximum temperature in Poland. *Climate Research*. 2002, vol. 20, pp. 123–133.
10. Kriauciuniene J., Meilutyte-Barauskiene D., Reihan A. et al. Variability in temperature, precipitation and river discharge in the Baltic States. *Boreal Env.* 2012, no. 17(2), pp. 150–162.
11. Tylkowski J. Temporal and spatial variability of air temperature and precipitation at the Polish coastal zone of the southern Baltic Sea. *Baltica*. 2013, no. 26(1), pr. 83–94.
12. Michalska B. Tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce. 2011, *Prace i Studia Geograficzne* 47, pp. 67–75.
13. Kirschenstein M. The air temperature variations in Szczecin and its dependence on the North Atlantic Oscillation (NAO). *Baltic coastal zone – Journal of Ecology and Protection of the Coastline*. 2011, vol. 15, pp. 5–23.
14. *Gidrometeorologicheskie usloviya. Proekt «Morya SSSR». Baltijskoe more* [Hydro-meteorological conditions. “Seas of USSR” project. Baltic Sea]. Saint-Petersburg, *Gidrometeoizdat*, vol. 3, no. 1, 1992, 450 p.
15. *Klimaticheskij i gidrologicheskij atlas Baltijskogo morya* [Climate and hydrological atlas of the Baltic sea]. Moscow, *Gidrometeoizdat*, 1957, 106 p.
16. Pomeranets K. S. Teplovoy balans Baltijskogo morya [Heat balance of the Baltic sea]. *Trudy GOIN*. 1964, no. 82, pp. 87–109.
17. Dubravın V. F., Stont Zh.I. *Neft' i okruzhayushchaya sreda Kaliningradskoy oblasti* [Oil and environment of the Kaliningrad region]. Kaliningrad, Terra Baltika, 2012, vol. 2, pp. 69–105.
18. Pinker R.T., Zhang B. and Dutton E.G. Do Satellites Detect Trends in Surface Solar Radiation? *Science*. 2005, no. 308(5723), pp. 850–854. Available at: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1103159>
19. Wild M., Gilgen H., Roesch A. et al. From dimming to brightening: decadal changes in solar radiation at Earth’s surface. *Science*. 06/2005. 308 (5723): 847–850.
20. Chubarova N. E., Nezval' E. I., Belikov I. B. i dr. Klimaticheskie i ekologicheskie kharakteristiki moskovskogo megapolisa za 60 let po dannym Meteorologicheskoy observatorii MGU [Climate and environmental characteristics of Moscow megapolis for the period of 60 years as reported by the Meteorological observatory of MSU]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2014, no. 9, pp. 49–64.
21. Smirnova A. I., Minina N. I., Yakovleva N. P. *Rezhimoobrazuyushchie faktory, gidrometeorologicheskie i gidrokhimicheskie protsessy v moryakh SSSR* [Regime factors, hydro-meteorological and hydrochemical processes in the seas of USSR]. Leningrad, 1988, pp. 5–15.
22. Bruks K., Karuzers N. *Primenenie statisticheskikh metodov v meteorologii* [Statistical methods in meteorology]. Leningrad, *Gidrometeoizdat*, 1963, 416 p.

23. Kozubskaya G. I., Konyaev K. V. Adaptivnyy spektral'nyy analiz sluchaynykh protsessov i poley [Adaptive spectral analysis of random processes and fields]. *Fizika atmosfery i okeana* [Physics of the atmosphere and ocean]. 1977, vol. 13, no. 1, pp. 61-71.

24. Rozhkov V. A. *Metody statisticheskoy gidrometeorologii. Geograficheskie i geoekologicheskie aspekty razvitiya prirody i obshchestva* [Methods of statistical hydrometeorology. Geographical and geoenvironmental aspects of nature and society development]. Saint-Petersburg, 2008, pp. 121-132.

25. Fisher R. A., Yates F. *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*. Edinburg: Oliver and Boyd, 1975.

26. Dubravin V. F., Stont Zh. I. Evolyutsii gidrometeorologicheskikh poley nad Yugo-Vostochnoy Baltikoy [Evolution of hydro-meteorological fields over the South-East Baltic]. *Izvestiya RGO*, 2012, vol. 144, no. 5, pp. 37-48.

27. *Gidrometeorologicheskie usloviya shel'fovoy zony morey SSSR* [Hydro-meteorological conditions of the shelf zone of the seas of USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1983, vol. 1, no. 1, 1983, 175 p.

28. Barinova G. M. *Kaliningradskaya oblast'. Klimat* [The Kaliningrad region. The climate]. Kaliningrad, FGUIPP «Yantar. Skaz», 2002, 96 p.

29. *Elektronnyy atlas «Klimat morey Rossii i klyuchevykh rayonov Mirovogo okeana»* [Electronic atlas “Climate of Russian seas and key areas of the World ocean]. Available at: [http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1\\_1.html](http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1_1.html) (Accessed: 20 January 2015).

30. Navrotskaya S. E., Stont Zh. I. Regional'nye osobennosti izmenchivosti gidrometeorologicheskikh usloviy u poberezh'ya Yugo-Vostochnoy Baltiki. Kaliningradskaya oblast' [Regional specific features of hydro-meteorological conditions changeability near the South-East Baltic coast. Kaliningrad region]. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2014, vol. 146, no. 3, pp. 54-64.

31. Jurgelėnaitė A., Kriaučiūnienė J., Šarauskienė D. Spatial and temporal variation in the water temperature of Lithuanian rivers. *Baltica*. 2012, no. 25(1), pp. 65-76.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Стонт Жанна Ивановна* – Атлантическое отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН; кандидат географических наук, старший научный сотрудник;  
E-mail: ocean\_stont@mail.ru

*Stont Zhanna Ivanovna* – P. P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Atlantic branch;  
PhD, Senior Researcher;  
E-mail: ocean\_stont@mail.ru

*Гущин Олег Андрианович* – Балтийский федеральный университет им. И. Канта;  
кандидат физико-математических наук, доцент;  
E-mail: olegoa42@mail.ru

*Gushchin Oleg Andrianovich* – I. Kant Baltic Federal University;  
PhD, Associate Professor;  
E-mail: olegoa42@mail.ru