

ЭЛЕМЕНТЫ ПРЕСНОВОДНОГО БАЛАНСА И ПРОМЫСЕЛ СЕЛЬДИ В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

В.Ф. Дубравин*, Г.Е. Маслянкин**

*Атлантическое отделение Института океанологии имени П.П. Ширшова
(АО ИО РАН), Россия, 236022, г. Калининград, пр. Мира, 1
E-mail: v_dubravin@mail.ru

**Федеральное государственное унитарное предприятие «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
(ФГУП «АтлантНИРО»), Россия, 236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, 5

В данной работе на интервале 1977-2008 гг. выполнена оценка взаимосвязи элементов пресноводного баланса \mathbf{Pr} , \mathbf{Ev} , \mathbf{R}_Σ и \mathbf{V}_0 , полученных в [1-3], с динамикой запасов и промысла сельди в регионах Балтийского моря из [4]. Показано, что изменения речного стока оказывают опосредованное влияние на распределение сельди в различные годы по акватории моря.

элементы пресноводного баланса: осадки, испарение, речной сток; долгопериодная (сезонная и межгодовая) изменчивость; запас, пополнение (сеголетки), вылов сельди; дисперсионный, гармонический, корреляционный и спектральный методы анализа; типы циркуляции атмосферы (западный, восточный и меридиональный); внешние силы (солнечная активность, потенциал приливнообразующих сил, угловая скорость вращения Земли, экваториальный стратосферный перенос)

ВВЕДЕНИЕ

Основу круговорота воды (влагооборота) составляет обмен пресными водами. Количественную оценку этого обмена дает пресноводный баланс. В общем виде уравнение пресноводного баланса моря, как известно, можно записать так: $\mathbf{V}_0 = \mathbf{Pr} + \mathbf{R}_\Sigma - \mathbf{Ev}$, при этом $\mathbf{R}_\Sigma = \mathbf{R}_{\text{пов}} + \mathbf{R}_{\text{подз}}$, где \mathbf{V}_0 – пресноводный баланс, \mathbf{Pr} – осадки, \mathbf{R}_Σ – суммарный речной ($\mathbf{R}_{\text{пов}}$ – поверхностный и $\mathbf{R}_{\text{подз}}$ – подземный сток), \mathbf{Ev} – испарение. Составляющие (элементы, статьи) пресноводного баланса могут быть рассчитаны или измерены. Данные о пресноводном балансе в Балтийском море достаточно разноречивы – от 332 [1, 2] до 569 [3] км³/год. Возможно, что такая значительная вариация \mathbf{V}_0 связана как с различием в оценке площади зеркала моря, из-за выбора той или иной границы Балтийского моря от 373 [1, 2, 4] до 423 [5] тыс. км², так и с разным выбором временного интервала исследуемых рядов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования долгопериодной (сезонной и межгодовой) изменчивости элементов \mathbf{V}_0 Балтики, полученных в работах [1-2], послужили литературные источники и климатические данные из атласа [6]. Расчет количества \mathbf{Pr} , выпадающих на поверхность моря, в этих работах выполнялся по методике [7] с некоторой модификацией, а расчет величины \mathbf{Ev} с поверхности моря – в соответствии с методикой [8]. Временные ряды запаса, пополнения (численности се-

голетков) и вылова сельди в регионах моря получены из работы [9]. Долгосрочная изменчивость исследована с помощью гармонического, дисперсионного, корреляционного и спектрального методов анализа [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Климатические значения элементов пресноводного баланса. Представление о значениях элементов пресноводного баланса Балтийского моря и их доли в отдельных регионах (суббассейнах) за разные годы дает табл. 1.

Таблица 1. Доли отдельных суббассейнов в общем объеме осадков **Pr**, стока **R_Σ**, испарения **Ev** и пресноводного баланса **B₀** Балтики (км³/год) за разные годы, рассчитанные по данным разных авторов

Table 1. Proportion of individual basins in the total amount of precipitates **Pr**, river discharge **R_Σ**, evaporation **Ev** and fresh-water balance **B₀** of the Baltic Sea (km³/year) during different years as estimated on the basis of various authors' data

Регион	Площадь зеркала		Pr		R_Σ		Ev		B₀	
	(10 ³ км ²)	(%)	(км ³)	(%)	(км ³)	(%)	(км ³)	(%)	(км ³)	(%)
За 1951-1960 гг., рассчитанные по [5 и 13]										
Ботнический залив	116	31,0	56	27	<u>185</u>	<u>42</u>	54	26	<u>187</u>	<u>42</u>
Финский залив	30	7,9	19	9	118	27	18	9	119	27
Рижский залив	16	4,4	10	5	32	7	9	4	33	7
Собственно Балтика	211	56,7	<u>123</u>	<u>59</u>	109	24	<u>125</u>	<u>61</u>	107	24
Балтика в целом	373	100	208	100	444	100	206	100	446	100
За 1961-1970 гг., рассчитанные по [5 и 13]										
Ботнический залив	116	31,0	54	27	<u>185</u>	<u>43</u>	64	26	<u>175</u>	<u>46</u>
Финский залив	30	7,9	17	9	110	25	22	9	105	27
Рижский залив	16	4,4	9	5	27	6	10	4	25	7
Собственно Балтика	211	56,7	<u>116</u>	<u>59</u>	111	26	<u>150</u>	<u>61</u>	78	20
Балтика в целом	373	100	196	100	433	100	246	100	383	100
За 1951-2000 гг., рассчитанные по [1]										
Ботнический залив	93	25,0	58	32	<u>192</u>	<u>43</u>	84	28	<u>166</u>	<u>50</u>
Финский залив	25	6,7	13	7	113	25	21	7	106	32
Рижский залив	19	5,2	<u>11</u>	6	32	7	<u>14</u>	5	29	9
Собственно Балтика	235	63,1	<u>100</u>	<u>55</u>	113	25	<u>181</u>	<u>60</u>	31	9
Балтика в целом	373	100	182	100	450	100	300	100	332	100

Примечание. Максимальные величины даны курсивом и подчеркнуты снизу, минимальные – курсивом.

Осадки. Величина осадков **Pr** для Балтики в целом по разным оценкам меняется в пределах 182-208 км³/год. При этом наибольший вклад в суммарный объем **Pr** моря приходится на собственно Балтику (55-59 %), наименьший – на Рижский (5-6 %) и Финский (7-9 %) заливы, а вклад Ботнического залива 27-32 %. Таким образом, можно говорить об устойчивости относительного вклада отдельных регионов в суммарный объем осадков всей Балтики.

Речной сток. По разным оценкам во второй половине XX в. суммарный сток **R_Σ** в Балтику составляет 433-450 км³/год (см. табл. 1). Наибольший вклад в суммарный объем **R_Σ** моря на этом интервале оказывают реки Ботнического

(42-43 %), наименьший – Рижского залива (6-7 %), а вклад рек Финского залива и собственно Балтики примерно одинаков (24-27 %).

Испарение. Устойчивостью относительного вклада отдельных регионов в суммарный объем отличается также и испарение, при этом для **Еv** наибольший вклад приходится на собственно Балтику (60-61%), наименьший – на Рижский залив (4-5%), а величина **Еv** для моря в целом меняется от 206 до 300 км³/год.

Пресноводный баланс. По нашим оценкам в работах [1, 2] средняя за период 1951-2000 гг. величина **В₀** для всего Балтийского моря составила 332 км³/год. Устойчивость относительного вклада отдельных регионов в общий объем **В₀** моря имеет место для всех регионов, за исключением собственно Балтики, при этом для **В₀** доля Ботнического залива составила 42-50 % (наибольший вклад), Финского – 27-32%, собственно Балтики – 9-24% и Рижского залива – 7-9% (наименьший). Представляет интерес и оценка вклада пресноводных составляющих по суббассейнам и Балтике в целом, полученных в работе [1], нормированных на величину **Р_Σ** (табл. 2). Расчеты показали, что **Р_Σ** является главным компонентом пресноводного баланса не только для Балтики в целом, где превышает **Pr** в 2,5 раза и **Еv** в 1,5, но и для большинства ее суббассейнов. **Р_Σ** превышает **Pr** в 2,9-3,3 раза в Рижском и Ботническом заливах и в 8,3 раза в Финском и **Еv** – 2,3; 2,3 и 5,3 крат, соответственно. Только для собственно Балтики **Еv** является преобладающим и превышает **Р_Σ** в 1,6 и **Pr** в 1,8 раза.

Таблица 2. Элементы пресноводного баланса (км³/год) суббассейнов и Балтийского моря в целом (верхняя строка) и нормированные на объем речного стока **Р_Σ** (нижняя), средние за 1951-2000 гг. [1]

Table 2. Components of fresh-water balance (km³/year) of individual basins and the total Baltic Sea (upper row) and normalized to the volumes of river discharge **Р_Σ** (lower row), averages for 1951-2000 years [1]

Регион	Pr	Р_Σ	Еv	В₀
Ботнический залив	58 0,30	192 1,00	84 0,44	166 0,86
Финский залив	13 0,12	113 1,00	21 0,19	106 <u>0,94</u>
Рижский залив	11 0,34	32 1,00	14 0,44	29 0,91
Собственно Балтика	100 <u>0,88</u>	113 1,00	181 <u>1,60</u>	31 0,27
Балтика в целом	182 0,40	450 1,00	300 0,67	332 0,74

Сезонный ход элементов пресноводного баланса. Гармонический анализ нормального сезонного хода (**СХ**) в терминах работы [8] элементов **В₀** Балтики и ее суббассейнов, представленных в работе [2, рис. 1], показал, что наибольшей устойчивостью **СХ** отличается **Еv**. Вклад первой гармоники (q_1) для **Еv** составляет $0,96 \div 0,98$, а наступление годового максимума приходится на сентябрь–октябрь [2, рис. 1 в]. Наименьшую устойчивость показал **Р_Σ**. Здесь вклад годовой волны (q_1) снизился до $0,54 \div 0,77$ (с максимумом годовой гармоники в апреле-июне), однако вклад второй гармоники (q_2) наибольший ($0,14 \div 0,39$) с максимумами полугодовой волны в апреле-мае и октябре-ноябре [2, рис. 1 б]. Устойчивость **СХ Pr** и

V_0 примерно одинакова ($q_1 = 0,68 \div 0,95$ и $q_1 = 0,65 \div 0,89$), при этом максимум Pr наступает в августе-сентябре [2, рис. 1 а], а – V_0 , как и для R_{Σ} , наступает в апреле-мае [2, рис. 1 г]. Кроме того, иллюстрация в работе [2, рис. 1 б] позволяет проследить развитие фаз водного режима в суббассейнах моря: половодье начинается на юге моря (март-май) и постепенно смещается к северу, достигая в мае-июне Ботнического и Финского заливов, а летняя межень, наступающая в июле на юге и в центральной части моря, постепенно смещается к северу, и уже в Финском и Ботническом заливах преобладающей становится зимняя межень, наблюдающаяся в декабре-марте.

Межгодовая изменчивость элементов пресноводного баланса. Как известно, из всех элементов пресноводного баланса для Балтики в целом длительные временные ряды имеются только для R_{Σ} . В работе [2, рис. 2] представлена межгодовая изменчивость (**МИ**) R_{Σ} в Балтийское море по данным разных авторов за различные периоды: [11] – с 1901 по 1990 г.; [12] – с 1921 по 1975 г.; [13] – с 1921 по 2004 г. и [14] – с 1950 по 2007 г. Статистические характеристики **МИ** стока R_{Σ} за указанные периоды следующие: средние значения составляют $447,8 \pm 49,9$; $443,4 \pm 52,5$; $447,0 \pm 52,6$ и $445,8 \pm 51,2$ км³/год; наибольшие – 576,8; 584,0; 575,5 и 553,3 км³/год и наименьшие – 326,4; 336,2; 331,1 и 339,1 км³/год, соответственно. Установлено, что динамика **МИ** по данным разных авторов достаточно схожа. Это позволяет выделить периоды с однонаправленным изменением суммарного стока для всей Балтики: периоды уменьшения стока – 1901-1915, 1925-1947, 1958-1976 и 1988-2003 гг.; периоды увеличения стока – 1916-1924, 1948-1957, 1977-1987 и 2004-2007 гг. При этом для первых трех рядов наибольшие среднегодовые расходы приходятся на 1924 г., а наименьшие – на 1947 г.; для периода из работы [14] максимум приходится на 1998 г., а минимум – на 2003 г. По нашим оценкам линейный тренд R_{Σ} на интервале 1901-2007 гг. составил минус 0,106 км³/год.

Представление о **МИ** речного стока в отдельных суббассейнах Балтики за период 1950-2007 гг. по оценкам в работе [14] дает рис. 1.



Рис. 1. Межгодовая изменчивость речного стока R_{Σ} (км³/год) в регионах Балтики за период 1950-2007 гг., рассчитанная по [14]

Fig. 1. Interyear variability of river discharge R_{Σ} (km³/year) in the Baltic regions for the period of 1950-2007 years, calculated by [14]

Показано, что кривые MI R_{Σ} для отдельных регионов достаточно сходны между собой и для моря в целом. Расчеты показали, что теснота связи между характером стока в регионах и Балтике в целом определяется величиной вклада регионов в суммарный сток моря. Наибольшим сходством отличаются кривые стока в Ботнический залив и в море в целом ($r = +0,80$), наименьшее сходство наблюдается между стоком в Рижский залив и в Балтику в целом ($r = +0,58$) [1]. Результаты оценки тесноты связи между стоком в регионах следующие: наибольшая связь установлена между стоком в Финский и Рижский заливы ($r = +0,58$), наименьшая – в Ботнический и Рижский заливы и между стоком в Ботнический залив и в собственно Балтику (очень слабая корреляция) [1]. Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что речной сток является главным компонентом не только пресноводного, но и водного баланса Балтийского моря.

Как известно [15-19], изменения гидрометеорологических условий в Балтийском море приводят к изменениям запасов основных промысловых рыб: трески, балтийской сельди и балтийской кильки. Установлено, что особенно быстрое и значительное воздействие на распределение этих объектов промысла в различных частях Балтийского моря имеют гидрофизические процессы, влияющие на изменение солености (Pr , Ev , R_{Σ} , водообмен с Северным морем). Опираясь на гипотезу о возможной зависимости появления крупных аномалий гидрометеорологических процессов от повторяемости определенных типов атмосферной циркуляции и R_{Σ} , в работе [20] получены оценки динамики биомассы трески, сельди и шпрота. Также показано, что их пополнение напрямую зависит от условий обитания в период нереста. Ранее в работе [21] рассматривались связи между внешними, геокосмическими силами (солнечной активностью, потенциалом приливообразующих сил Луны и Солнца, угловой скоростью суточного вращения Земли, результирующим переносом воздуха в экваториальной стратосфере) или частой встречаемости типов атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса (западной, восточной, меридиональной) и гидрометеорологическими и биологическими параметрами, в частности, между R_{Σ} и уловами пелагических рыб (балтийской сельди и балтийской кильки), средними для всего моря. В связи с этим можно ожидать, что долгопериодная изменчивость R_{Σ} в значительной мере влияет на режим пелагиали моря и его заливов, а значит, на особенности условий среды, как совокупности факторов, воздействующих на пелагических рыб Балтики. На рис. 2

представлено распределение корреляционных коэффициентов r , рассчитанных между R_{Σ} и уловами, пополнением (численностью сеголетков) и запасами сельди за 1977-2008 гг. соответственно в Ботническом и Рижском заливах, собственно Балтике и Балтике в целом, показано, что для вылова максимальная положительная теснота связи наступает синхронно с максимумом стока для Балтики в целом, через 2 года после максимального стока в собственно Балтике и через 7 лет – в Ботническом и Рижском заливах. Для пополнения (численности сеголетков) максимальная положительная теснота связи наступает через год после максимального стока в Рижском заливе, через 2 года в собственно Балтике и Ботническом заливе. Для запаса сельди максимальная положительная теснота связи наступает через 5 лет после максимального стока в Рижском заливе, через 7 лет – в Ботническом и через 8 лет – в собственно Балтике.

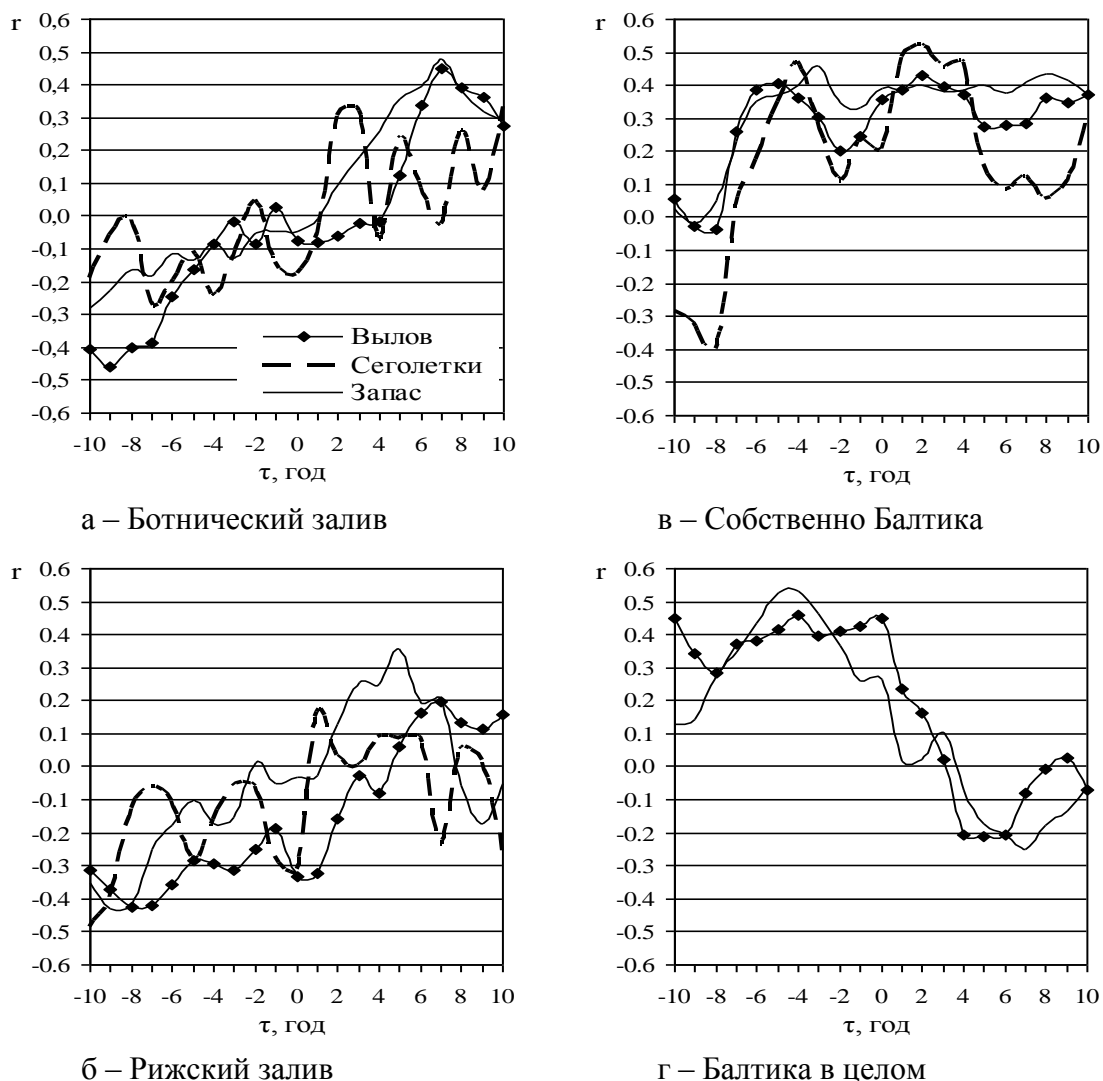


Рис. 2. Распределение корреляционных функций между речным стоком R_{Σ} и уловами, пополнением (численностью сеголетков) и запасами сельди в Ботническом заливе (а), Рижском (б), собственно Балтике (в), Балтике в целом (г), рассчитанное по [8, 13] за 1977-2008 гг.

Fig. 2. Distribution of correlated functions between river discharge R_{Σ} and fish landing, replenishment and resources of herring in the Gulf of Bothnia (a), the Gulf of Riga (б), the Baltic Proper (в), the Baltic in whole (г), calculated by [8, 13] for 1977-2008 y

ВЫВОДЫ

1. Анализ долгопериодной изменчивости элементов пресноводного баланса во второй половине XX в. позволяет говорить об устойчивости относительного вклада Pr , Ev , R_{Σ} и B_0 большинства отдельных суббассейнов в суммарный объем этих элементов всей Балтики.

2. Преобладающая доля вклада R_{Σ} стока в общий объем B_0 как в суббассейнах, так и Балтике в целом, позволяет утверждать, что именно долгопериодная

изменчивость R_{Σ} в значительной мере сказывается на режиме пелагиали моря и его заливов, а значит, на особенностях условий среды, влияющих на пелагических рыб Балтики.

3. Корреляционный анализ между R_{Σ} и уловами, пополнением (численностью сеголетков) и запасами сельди за 1977-2008 гг. соответственно в Ботническом и Рижском заливах, собственно Балтике и Балтике в целом показал, что:

- для вылова сельди максимальная положительная теснота связи наступает синхронно с максимумом R_{Σ} для Балтики в целом, через 2 года после максимального R_{Σ} в собственно Балтике и через 7 лет – в Ботническом и Рижском заливах;

- для пополнения (численности сеголетков) максимальная положительная теснота связи наступает через год после максимального R_{Σ} в Рижском заливе, через 2 года в собственно Балтике и Ботническом заливе;

- для запаса сельди максимальная положительная теснота связи наступает через 5 лет после максимального R_{Σ} в Рижском заливе, через 7 лет – в Ботническом и через 8 лет – в собственно Балтике.

Таким образом, наши расчеты дают основание полагать, что изменения R_{Σ} оказывают опосредованное влияние на распределение сельди в Балтийском море в различные годы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дубравин, В.Ф. Атлас пресноводного баланса Балтийского моря / В.Ф. Дубравин, Г.Е. Маслянкин. Деп. ИЦ ВНИИГМИ-МЦД 12.01.2012, № 1233-гм 2012. – Калининград, 2011. – 138 с.

2. Дубравин, В.Ф. Пресноводный баланс Балтийского моря и его долгопериодная (сезонная и межгодовая) изменчивость / В.Ф. Дубравин, Г.Е. Маслянкин // Известия КГТУ. – 2012. – № 24. – С. 48-55.

3. Hansson, D. Ocean Climate Variability over Recent Centuries Explored by Modelling the Baltic Sea. Göteborg, 2009. – 57 p. Internet-id <http://hdl.handle.net/2077/20827>.

4. Хупфер, П. Балтика – маленькое море. Большие проблемы / П. Хупфер. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 136 с.

5. Сухой, В.Ф. Моря Мирового океана / В.Ф. Сухой. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 288 с.

6. Feistel, R. et al. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment / Editors: R. Feistel, G. Nausch, N. Wasmund. – 2008. <http://www.iowarnemuen.de/projects/baltic/index.html>.

7. Тихий океан. Метеорологические условия над Тихим океаном / отв. ред. В.С. Самойленко. – М.: Наука, 1966. – Т. 1. – 396 с.

8. Лаппо, С.С. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана / С.С. Лаппо, С.К. Гулев, А.Е. Рождественский. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 336 с.

9. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). – Copenhagen: ICES, 2010. – 633 pp.

10. Брукс, К. Применение статистических методов в метеорологии /

К. Брукс, Н. Карузертс. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 416 с.

11. Cyberski, J., Wroblewski, A. Riverine water inflow and the Baltic Sea water volume 1901-1990 // *Hydrology and Earth System Sciences*. – 2000. – Vol. 4. – № 1. – P. 1-11.

12. Mikulski, Z. River inflow to the Baltic Sea 1921–1975. *Polish Acad. Sci. / Polish National Committee IHP UNESCO*. – Warsaw, 1982.

13. HELCOM. Climate change in the Baltic Sea area / HELCOM Stakeholder Conference on the Baltic Sea Action Plan (7 March). – Helsinki, Finland, 2006. – 48 p.

14. Andersson, P. Total and regional Runoff to the Baltic Sea. HELCOM Indicator Fact Sheets 2009. http://www.helcom.fi/environment2/ifs/en_GB/cover/.

15. Köster, F.W., Möllmann, C. Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod? // *ICES Journal of Marine Science*. – 2000. – Vol. 57. – P. 310-323.

16. Axenrot, T., Hansson, S. Predicting herring recruitment from young of the year densities, spawning stock biomass, and climate // *Limnology and Oceanography*. – 2003. – Vol. 48. – P. 1716-1720.

17. Köster, F.W. et al. Fish stock development in the Central Baltic Sea (1976-2000) in relation to variability in the physical environment / Köster F.W., Möllmann C., Neuenfeldt S., Vinther M., St. John M.A., Tomkiewicz J., Voss R., Hinrichsen H.H., Kraus G. and Schnack D. // *ICES Mar. Sci. Symp.* – 2003. – 219. – P. 294-306.

18. MacKenzie, B.R., Köster, F.W. Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea // *Ecology*. – 2004. – Vol. 85. – P. 784-794.

19. Mackenzie, B. et al. Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries / Mackenzie B., Gislason H., Möllmann C. and Köster F. // *ICES CM*. – 2007. – E:11 – 41 p.

20. Использование современных особенностей изменчивости гидрометеорологических процессов в прогностических гидрологических и рыбопромышленных моделях / А.И. Смирнова [и др.] // *Вопросы промысловой океанологии*. – 2009. – Вып. 6. – № 1. – С. 121-138.

21. Дубравин, В.Ф. Долгопериодная изменчивость термохалинной структуры вод Балтийского моря и ее влияние на динамику запасов и промысел пелагических рыб / В.Ф. Дубравин, А.П. Педченко // *Вопросы промысловой океанологии*. – 2010. – Вып. 7. – № 2. – С. 57-79.

22. Расчет атмосферных осадков и испарения на акватории Балтийского моря за 1951-1970 гг. / И.Я. Арсеньева [и др.] // *Тр. ГОИН*. – 1978. – Вып. 147. – С. 82-102.

23. Микульский, З. Водный баланс Балтийского моря / З. Микульский // *Водные ресурсы*. – 1974. – № 5. – С. 3-14.

COMPONENTS OF FRESH-WATER BALANCE AND FISHING HERRING IN THE BALTIC SEA

V.F. Dubravin, G.E. Maslyankin

At present work the assessment of interrelation of freshwater balance components (Precipitation, Evaporation and River discharge) obtained in [Dubravin, Maslyankin, 2012; Andersson, 2009] with resource dynamics and fishing of herring in the Baltic Sea from [ICES, 2010] have been done within 1977-2008 years interval. It is shown that changes in the river runoff have indirect impact on herring distribution throughout the sea in different years.

precipitation, evaporation, river discharge, freshwater balance; fish landing, replenishment and resources of herring; longtime (seasonal and inter-annual) variability

Дубравин Владимир Филиппович, доктор географических наук, доцент, старший научный сотрудник, Атлантическое отделение учреждения Российской академии наук Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Россия, 236021, г. Калининград, пр. Мира, 1; тел. служ.: 93-56-42; 91-69-70; тел. дом.: 93-60-69; моб.: 8(911)-854-42-67; E-mail: v_dubravin@mail.ru

Dubravin Vladimir, Doctor of Sciences, Associate Professor (lecturer, reader), Senior Researcher, Atlantic Branch of P. P. Shirshov Institute of oceanology Russian Academy of sciences