
Математическое моделирование динамики гидрологического режима Белого моря при вариациях жидкого стока и климатических факторов во второй половине XX века

Цыганкова А. Е.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: ocean@ipoc.rsu.ru

Бердников С. В.

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: berdnikov@mmbi.krinc.ru

Белое море в последние годы относится к одному из наиболее изучаемых морей Российской Арктики, что обусловлено потребностью применения системного подхода к выявлению пространственно-временной изменчивости абиотических компонентов экосистемы, взаимосвязи гидрологических, гидрохимических и океанографических параметров и их комплексного влияния на биогеохимические процессы.

Использование математических моделей, основанных на балансе масс, является одним из возможных подходов к исследованию пространственной неоднородности в распределении компонентов экосистемы по акватории и глубине водоема. Для Белого моря разработана мультикомпартментальная модель гидрологического режима (Бердников, Цыганкова, 2004; Цыганкова, Бердников 2003, 2004), которая ориентирована на среднегодовое значения внешних факторов, прежде всего объема речного стока и температуры воздуха, которые в интегральной форме отражают изменения климатических факторов и их влияние на гидрологический режим моря.

В данной работе выполнен анализ изменчивости речного стока и других параметров основных рек Белого моря (Северной Двины, Мезени и Онеги) за период 1940–2004 гг., температуры воздуха по ряду метеостанций в бассейне Белого моря за период с начала наблюдений до 1989 г. для оценки влияния изменения этих факторов на гидрологический режим Белого моря.

По данным гидрологических ежегодников за многолетний период (1940–2004 гг.) средний приток речных вод с основными реками в Белое море составил $130,7 \text{ км}^3/\text{год}$ (таблица 1). В других источниках приводятся цифры $150\text{--}180 \text{ км}^3/\text{год}$. Это связано с тем, что необходимо учитывать сток с малоизученных территорий и территорий, которые находятся ниже замыкающих створов. В зависимости от выбора метода расчета притока вод с этих территорий суммарный речной сток оценивается от 205 до $230 \text{ км}^3/\text{год}$.

Таблица 1. Основные характеристики стока рек Белого моря (m , σ , v – среднее, стандартное отклонение и коэффициент вариации (в %))

Река	Обеспеченность стока, %					m	σ	v
	5%	25%	50%	75%	95%			
Северная Двина	118,5	108,1	96,9	87,9	67,9	97,1	16,5	17,0
Мезень	24,0	22,8	19,4	17,6	14,6	19,7	3,4	17,1
Онега	21,6	17,9	14,4	12,7	9,8	14,6	3,6	24,4

Сезонное распределение стока речных вод в Белое море характеризуется крайней неравномерностью: 80% приходится на весенне-осенний период (май-ноябрь), из которых 50% годового поступления речных вод в море дает весеннее половодье (апрель-июнь).

Данные по температуре воздуха получены из электронной базы данных сайта <http://www.gismeteo.ru> по крупным метеопостам бассейна Баренцева и Белого морей (Мурманск, Кандалакша, Архангельск, Онега, Нарьян-Мар).

Таблица 2. Статистические характеристики температуры воздуха по крупным метеопостам бассейна Баренцева и Белого морей за период 1936–1989 гг.

Показатель	Мурманск	Кандалакша	Архангельск	Онега	Нарьян-Мар
Минимум	-2,31	-2,56	-1,93	-1,58	-6,19
Среднее	0,15	0,19	1,02	1,57	-3,55
Максимум	2,63	3,33	3,22	4,08	-0,46
Стандартное отклонение	1,18	1,33	1,35	1,30	1,50

На основе среднемесячных значений температуры воды по основным рекам Белого моря и температуры воздуха ближайших метеостанций построены корреляционные зависимости для восстановления пропусков в данных.

Для периода 1940–2004 гг. выполнены расчеты режима солености и температуры воды в Белом море при вариациях речного стока и температуры воздуха. Для всего моря и отдельных районов моря построены графики изменения океанографических характеристик в рассматриваемый период (соленость и температура воды, ледовитость, толщина льда). Результаты расчетов сопоставлены с данными наблюдений, представленными в работе (Matishov et al., 2004), и обсуждаются в докладе.

Литература

1. Бердников С. В., Цыганкова А. Е. *Применение балансовых моделей для оценки седиментации терригенного материала в Белом море и его выноса в арктический бассейн*, Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сообщества (НЦ ЧЭС) **3** (2004), 29–41.
2. Цыганкова А. Е., Бердников С. В. *Масс-балансовый подход к изучению крупномасштабного водообмена и его влияния на формирование гидрохимического режима в Белом море*, Изв. вузов. Сев.-Кав. регион. Естественные науки. Приложение, **12** (2003), 31–44.
3. Цыганкова А. Е., Бердников С. В. *Моделирование переноса и седиментации взвешенного вещества в Белом море*, Изучение зообентоса шельфа. Информационное обеспечение экосистемных исследований, Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2004, 316–330.
4. Matishov G., Zuev A., Golubev V. et al. *Climatic Atlas of the Arctic Seas 2004*, Pt 1. Database of the Barents, Kara, Laptev and White Seas – Oceanography and Marine Biology, Silver Spring (MD): World Data Center Oceanogr., 2004, 148.