

М.А. Попов

*Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского, г.Севастополь***ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ
В РАЙОНЕ МЫСА ЛОХАНОЧКА (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

По результатам контактного измерения температуры поверхности моря (ТПМ) в районе аквариального корпуса ИнБЮМ (внешний рейд г.Севастополя) за период 2000 – 2013 гг. проанализирован характер сезонной и межгодовой изменчивости этой характеристики. Установлено, что в период исследования имело место потепление моря, с положительным трендом среднегодовой ТПМ примерно 0,07 °С/год. Представлены среднемесячные ТПМ за период исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *температура поверхности моря, мыс Лоханочка.*

Использование дистанционных методов изучения температуры поверхности моря (ТПМ) представляется наиболее перспективным подходом для открытых акваторий. Однако до настоящего времени контактное измерение температуры – практически единственный метод получения достоверных данных в прибрежной части моря. Изучение регионального отклика температуры на глобальное изменение климата является одним из актуальных аспектов исследования аквальных прибрежных комплексов.

В одной из базовых работ по гидробиологии [1], посвященной биоценозам Черного моря, С.А.Зернов отмечает главенствующее влияние температурного фактора на изменчивость прибрежной биоты моря в районе Севастополя. Действительно температурный режим оказывает доминирующее влияние на распространение организмов их поведение, физиологию, размножение, биохимию [2].

Длительные гидробиологические исследования в районе аквариального корпуса ИнБЮМ, а также размещение непосредственно вблизи района исследования марихозяйств делают эту работу актуальной и востребованной, прежде всего, для гидробиологов и морских фермеров.

Материал и методы. Проведен анализ временной изменчивости температуры поверхности моря (ТПМ) в районе мыса Лоханочка (внешний рейд г.Севастополя) за период 2000 – 2013 гг.

Измерение ТПМ производилось в 12.00 по местному времени поверхностным термометром согласно методике [3]. При благоприятных погодных условиях наблюдения велись в точке № 1 (глубина 1,5 м), в штормовую погоду – в точке № 2 (глубина 1 м) (рис.1). За период 2000 – 2013 гг. выполнено 2136 наблюдений. Для статистической обработки временного ряда использовались пакеты программ *Mesosaur* и *Microsoft Excel*.

Результаты и обсуждение. ТПМ в прибрежной акватории Черного моря в целом и в частности для внешнего рейда г.Севастополя зависит, прежде всего, от баланса солнечной радиации, который определяется широтой места. Следующими по значимости факторами являются: конвективный теплообмен с прилегающими слоями атмосферы, адвекция тепла и холода разномасштаб-

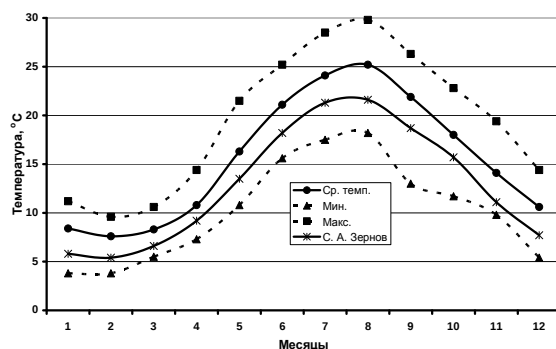


Рис. 1. Схема расположения пунктов наблюдения.

ми среднемесячными температурами с минимумом в феврале. С апреля по июнь наблюдался интенсивный прогрев верхнего слоя вод. Летний период продолжался с июня по сентябрь, с максимумом среднемесячных температур – в августе. Охлаждение начиналось с августа и монотонно продолжалось до декабря. Осенние месяцы с октября по декабрь можно выделить только по среднемесячной температуре. Для марта типична минимальная изменчивость ТПМ. В весенний период – май, в летний – сентябрь выделялись максимальной изменчивостью температуры. Наиболее значительные отклонения минимальных температур от средних наблюдались в июле и сентябре. В эти месяцы было зафиксировано уменьшение ТПМ под воздействием прибрежных апвеллингов. Так, например, 20 сентября 2007 г. ТПМ составляла 20,5 °С, 25 сентября она упала до 13,0 °С, а к 3 октября выросла до 21,0 °С. По мнению авторов [4] этот апвеллинг в прибрежной части моря был вызван интенсивными ветрами северной четверти.

Среднегодовая ТПМ за весь период наблюдений составила $15,5 \pm 0,2$ °С (здесь и далее погрешность представлена 95 % доверительным интервалом). Для сравнения приведем среднемесячные среднегодовые температуры, рассчитанные в [1] по данным «Сборник гидрометеорологических наблюдений, издаваемый метеорологической частью Главного Гидрографического управления. (Выпуски 1 – 10)» за первое десятилетие XX в.: среднегодовая температура составляла 12,9 °С, что на 2,6 °С меньше, чем для периода 2000 – 2013 гг. Наибольшая разность температур наблюдалась в августе (3,6 °С), наименьшая в апреле (1,6 °С) (рис.2).

Наиболее холодным за период исследования был 2003 г. со среднегодовой температурой $14,5 \pm 0,6$ °С (рис.3). Причем, если 2006 г. (среднегодовая



ными гидрофизическими процессами.

В период исследований минимальное абсолютное значение ТПМ (3,8 °С) зафиксировано 24 января 2006 г., максимальное (29,8 °С) 12 августа 2010 г. Диапазон изменчивости температуры за весь период наблюдений достигал 26 °С.

Распределение среднемесячной ТПМ имело четко выраженный внутригодовой ход (рис.2).

Зима продолжалась с января по март и характеризовалась наименьшими

ТПМ $14,9 \pm 0,6$ °С) отличался аномально суровой зимой, то в 2003 г. температуры в течение всего года были низкими, но зимой – не такими экстре-

Рис. 2. Внутригодовой ход температуры воды за период 2000 – 2013 гг., данные С.А.Зернова приведены из [1].

Т а б л и ц а . Среднемесячная температура морской воды на поверхности в районе м.Лоханочка.

год	месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2000	7,5	7,4	7,8	11,4	16,4	19,9	22,4	24,4	21,4	17,1	15,3	11,9
2001	9,1	7,6	8,7	11	15,5	18,8	24,5	27	23	18,6	12,4	7,9
2002	7,4	8,7	9	10,5	16,1	20,5	23,5	24,1	22,3	18,8	13,8	9,8
2003	7,7	6,9	7,4	9,2	15,3	20,6	22,6	24,2	21,2	16,6	12,7	10
2004	8,6	7,4	8,6	10,8	14,8	19,5	22,4	24,7	22,2	17,5	13,9	9,6
2005	8,3	6,9	7,3	10,2	16,1	20,7	23,6	26,1	23,5	19,1	14,6	11,6
2006	7,4	6,4	7,9	10,8	15,2	20,3	23,7	24,8	19,8	18,4	13,3	10,9
2007	8,7	7,9	8,1	10,5	16,6	23,2	24,9	26,4	21,8	18,4	13,8	10,1
2008	8,6	8	8,6	11,1	16	21,1	24,1	24,9	21,7	18	15,3	11,3
2009	8,3	8,4	9,2	11,8	15,6	21,2	25,7	24,4	21,8	18,9	15,4	12,3
2010	9,9	8,9	9,6	12	17,4	23,3	27	28	23,4	17,7	15,3	12,2
2011	9,3	7,7	7,8	10,5	15,8	21,9	23,5	24,2	22	17,3	12,1	10,1
2012	8	5,9	7,6	10	18,2	22,1	24,8	24,7	22,4	20,2	15,8	11,5
2013	8,7	8,7	8,9	11,2	18,5	22,5	24,4	24,5	20,7	16,1	13,6	9,8

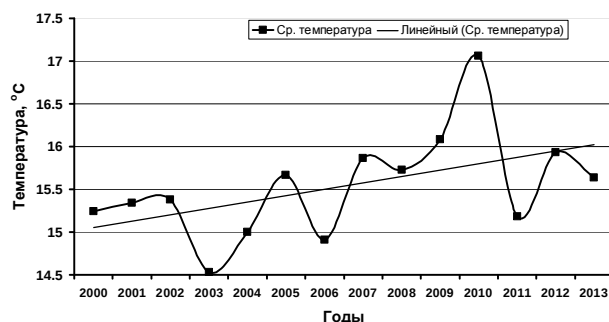
мальными, как в 2006 г. (табл.). К холодным годам можно отнести также 2004 ($15,0 \pm 0,6$ °C) и 2011 ($15,2 \pm 0,6$ °C) гг.

Экстремально теплым был 2010 г. ($17,1 \pm 0,7$ °C). Теплые года за исследуемый период – 2007 ($15,9 \pm 0,7$ °C), 2009 ($16,1 \pm 0,6$ °C) гг.

Наиболее суровые зимы наблюдались в 2000, 2003, 2006 гг., а жаркое лето в 2001, 2005, 2010 гг.

Сравнение среднемесячных ТПМ за период с января 2000 г. по декабрь 2005 г. измеренных на м.Херсонес [5] и м.Лоханочка выявило схожесть внутригодового хода температуры в этих пунктах наблюдения.

Анализ линейных трендов среднемесячных ТПМ за период 2000 – 2013 гг. (рис.4) показал, что максимальная тенденция увеличения температуры приходится на июнь ($0,22$ °C/год). Высокие значения трендов зафиксированы в мае ($0,15$ °C/год) и июле ($0,17$ °C/год). Сопоставление трендов



Р и с . 3. Среднегодовые значения температуры воды и линейный тренд.

среднемесячных ТПМ полученных за период 1980 – 1999 гг. на м.Херсонес и м.Павловский [6] с аналогичными трендами для м.Лоханочка за период 2000 – 2013 гг. показало значительное увеличение тенденции потепления, а также смещение максимумов трендов с июля – августа (1980 – 1999 гг.) на

июнь (2000 – 2013 гг.).

Выводы.

1. Среднегодовая ТПМ в районе г.Севастополя за первое десятилетие XX в. была на 2,6 °С ниже аналогичного показателя за 2000 – 2013 гг.

2. Величина положительного тренда линейной регрессии ТПМ за период 2000 – 2013 гг. равнялась 0,07 °С/год

3. Тенденции потепления за период 2000 – 2013 гг. значительно увеличилась по сравнению с периодом 1980 – 1999 гг.

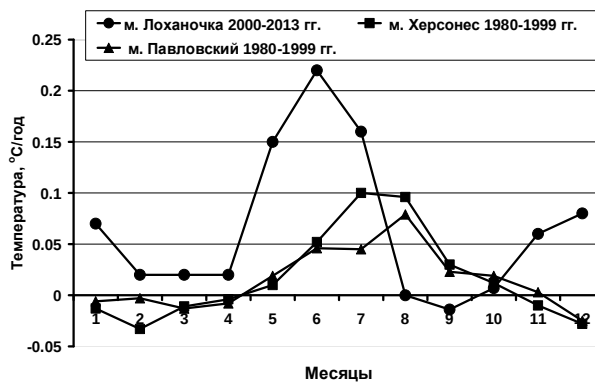


Рис. 4. Тренды межгодовой изменчивости среднемесячной температуры воды. Данные по м.Павловский и м.Херсонес приведены из [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зернов С.А.* К вопросу об изученности жизни Черного моря // Зап. Императ. Акад. наук.– С-Пб, 1913.– т.33, № 1.– С.1-365.
2. *Биоэнергетика гидробионтов* / Под ред. Шульмана Г.Е., Финенко Г.А.– Киев: Наукова думка, 1990.– 246 с.
3. *Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях.*– Л.: Гидрометеоздат, 1977.– 725 с.
4. *Джиганишин Г.Ф., Полонский А.Б., Музылева М.А.* Апвеллинг в северо-западной части Черного моря в конце летнего сезона и его причины // Морской гидрофизический журнал.– 2010.– № 4.– С.45-57.
5. *Гиригосов В.Е., Зуев Г.В., Репетин Л.Н.* Изменчивость репродуктивного потенциала черноморского шпрота (*sprattus phaericus*) в связи с температурными условиями среды // Морской экологический журнал.– 2006.– т.V, № 4.– С.5-22.
6. *Дегтерев А.Х., Репетин Л.Н., Севриков В.В.* Сезонный ход температуры и осадков на Крымском побережье // Вестн. СевГТУ.– Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002.– вып.39. Механика, энергетика, экология.– С.123-128.

Материал поступил в редакцию 05.03.2014 г.

АНОТАЦІЯ За результатами контактної вимірювання температури поверхні моря (ТПМ) в районі акваріальної корпусу ІнБПМ (зовнішній рейд м. Севастополя) за період 2000 – 2013 рр. проаналізовано характер сезонної і міжрічної мінливості цієї характеристики. Встановлено, що в період дослідження мало місце потепління моря, з позитивним трендом середньорічний ТПМ приблизно 0,07°С/год. Представлені середньомісячні ТПМ за період дослідження.

ABSTRACT According to the results of contact measurements of sea surface temperature (SST) in the area of the aquarium housing IBSS (outer harbor of Sevastopol) in 2000 – 2013 the seasonal and interannual variability of this parameters is analyzed. It is found that during the study period the warming sea, with a positive trend average SST about 0,07°С/year was occurred. Month average SST over the study period are presented.