

ЗООБЕНТОС В БИОТОПЕ ПАЛЕОРУСЛА РЕКИ ЧЁРНАЯ НА ШЕЛЬФЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Проведены исследования макрозообентоса в районе затопленного морем реликтового участка нижнего течения реки Чёрная (внешний рейд Севастополя). Использованы гидробиологические, физико-химические и гидроакустические методы. Обнаружен максимум численности и биомассы бентосных организмов непосредственно в палеорусле в интервале глубин 22 – 30 м (наибольшие значения отмечены на 24 – 28 м). Скопление зообентоса пространственно совпадает с пиком концентрации органических веществ на глубине 28 м. Общая плотность особей в палеорусле оказалась в несколько раз меньшей, чем на прилегающих реликтовых береговых склонах.

В геологическом прошлом последние 18 тыс. лет происходило постепенное повышение вод Мирового океана [8]. В настоящее время широко обсуждается вопрос о дальнейшем развитии этого процесса в связи с глобальным потеплением. Подъём уровня Чёрного моря имел неравномерный, ступенчатый характер, что связано, вероятно, с полужамкнутой конфигурацией водоёма. В настоящее время на дне моря обнаружено несколько террас – остатков древних береговых линий, которые залегают на глубинах 100, 80, 60 и 20 – 25 м [2]. Реликтовые фрагменты палеорусел, как составные части такого рельефа, могут иметь важное экологическое значение для черноморского шельфа. Повышенные скорости осадконакопления, аккумуляция органического вещества в ложбинах палеорек, возможно, способны определять начальные условия формирования физико-химических свойств донных отложений на современном морском шельфе. Как следствие, они должны влиять на состояние и биологическое разнообразие обитающей здесь бентосной фауны. Конечно, под данными биотопами подразумеваются лишь те фрагменты речных систем, которые сохранились до наших дней в виде значимых геоморфологических форм. Вместе с тем, можно предположить, что даже небольшие понижения рельефа могут создавать особые условия для обитания гидробионтов.

Граница распространения ледяного покрова в последний ледниковый период проходила севернее водосборных бассейнов Днепра, Дона и Днестра [7]. Следовательно, в более южном регионе – на Крымском п-ове все речные системы (Чёрная, Бельбек, Кача и др.) должны были нормально функционировать даже в пик развития ледникового щита, особенно в летний сезон.

В [3] даны первые описания реликтовых частей рек Чёрная и Бельбек, обнаруженных на шельфе в акватории Севастополя. Обобщение литературных данных и результатов дополнительных экспедиционных исследований позволило выявить особенности топографии дна на участке, где залегают палеорусла, в том числе их протяжённость, конфигурацию и глубину. Было проведено предварительное изучение биогеохимических свойств грунтов, слагающих дно затопленной части нижнего течения р. Чёрная.

В задачу настоящей работы входило сравнительное изучение основных параметров зообентоса в палеорусле реки Чёрная и на её береговых склонах на фоне распределения органического материала в донных отложениях.

Материал и методы. Обследован участок шельфа, содержащего реликтовые остатки р. Чёрная, в диапазоне глубин от 16 до 78 м (рис. 1). Бентосная съёмка в палеорусле выполнена в марте – мае 2009 г. на 10 станциях. Сбор материала проводился дночерпателем Петерсена ($S = 0,04 \text{ м}^2$). Промывку проб осуществляли на ситах с минимальным диаметром ячеек ситовой сетки 0,5 мм. В настоящей работе приведены данные об идентификации обнаруженных представителей макрозообентоса только до уровня таксономических классов.

© М. Б. Гулин, Л. В. Бондаренко, М. В. Коваленко, В. А. Тимофеев, 2009

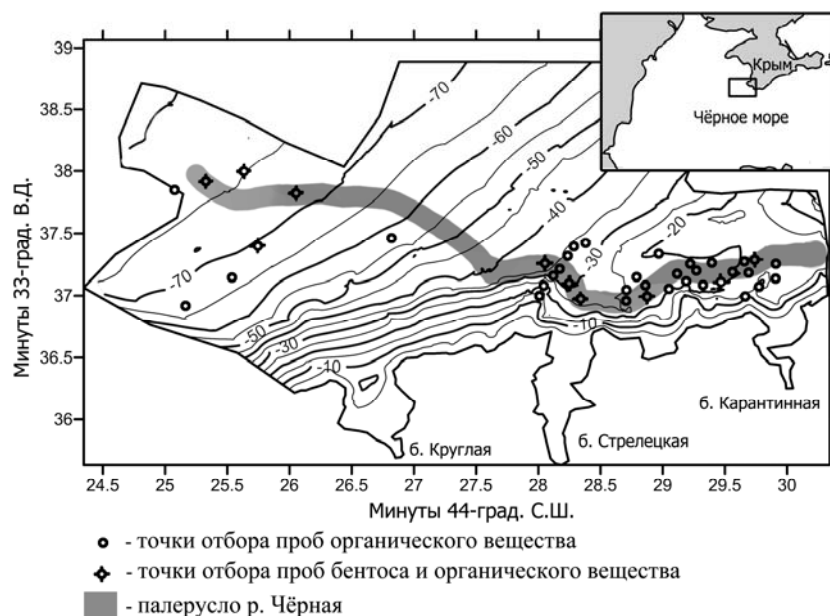


Рисунок 1. Карта района исследований
 Figure 1. Research region map

Замер глубин дна и позиционирование судна проводили с использованием GPS-эхолота Garmin-178. Полученная информация накапливалась и затем обрабатывалась картографическим программным обеспечением MapSource.

Образцы донных осадков для определения содержания органического вещества (ОВ) брали из верхнего 0 – 3 см слоя проб, поднятых с помощью дночерпателя. Анализ доли ОВ в донных осадках проводили термогравиметрическим методом [4, 5]. Озоление образцов, просушенных при +105 °С, осуществлялось при +180 и +500 °С для того, чтобы разделить легкоразлагаемую органику и более стойкие ОВ. Несмотря на условность данного фракционирования, мы полагаем, что это может помочь анализировать лабильное органическое вещество, более доступное для зообентоса, отдельно от химически стойкой трудноусвояемой органики.

Результаты и обсуждение. На глубинах до 30 – 35 м береговые склоны палео-Чёрной имеют обрывистый характер и сложены преимущественно скальными породами. При этом непосредственно в русле дно палеореки, напротив, оказалось ровным и заиленным. Можно предположить, что геоморфологические свойства данного участка палео-Чёрной – коробчатая в сечении форма затопленного ложа реки, крутые скальные берега и плоское илистое дно – должны оказывать влияние на параметры бентосного сообщества, населяющего реликтовый биотоп.

Макрозообентос палеорула р. Чёрная представлен животными, относящимися к 7 классам: Crustacea, Bivalvia, Gastropoda, Nemertini, Polychaeta, Oligochaeta и Nematoda. Наиболее высок показатель встречаемости у полихет (0,9). Немертины, ракообразные и двусторчатые моллюски обнаружены на 60 % станций, олигохеты и нематоды – на 20 %, а гастроподы – на 10 %.

Количественные параметры пространственного распределения зообентоса в пределах палеорула чётко соотносились с глубиной дна. В диапазоне 21 – 30 м обнаружен максимум численности гидробионтов (рис. 2). Он формируется преимущественно полихетами (2075 экз./м², глубина 28 м) и немертинами (1200 экз./м², глубина 24 м).

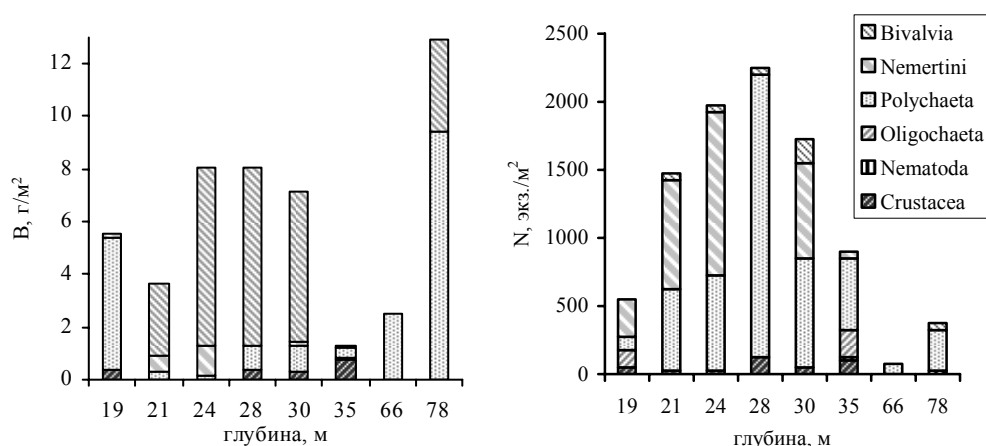


Рисунок 2. Макрозообентос в исследованной части палеорула реки Чёрная (N – численность, B – биомасса)

Figure 2. Macrozoobenthos in the investigated part of the Chernaya paleo-riverbed (N - abundance, B - biomass)

Распределение биомассы бентоса вдоль палеорула также характеризуется наличием зоны максимальных значений. Этот максимум был зарегистрирован в интервале глубин 24 – 30 м. Вместе с тем, в отличие от состава доминирующих групп, отмеченного при анализе численности организмов, оказалось, что ранжированный ряд по биомассе возглавляют не полихеты, а *Bivalvia* (6,7 г/м²). Их доля в общей биомассе макрозообентоса в исследуемом районе может достигать 83 %.

Следует добавить, что в палеоруле р. Чёрная был найден моллюск *Gastropoda dubia* (Pennaut, 1977) – очень редкий вид в Чёрном море. Его единичные экземпляры отмечены ранее на Кавказе [1], в Прибосфорском районе, в Севастопольской бухте и у Карадага [6].

В целом, если проанализировать пики плотности поселений и биомассы гидробионтов, представленные на рис. 2, можно заключить, что в затопленной морем речной системе р. Чёрная существует скопление зообентоса, локализованное в диапазоне глубин около 22 – 30 м, с наибольшими значениями количественных параметров на 24-28 м.

Необходимо отметить также, что на больших глубинах палеорула Чёрной наблюдается ещё один участок, где биомасса бентоса резко возрастает за счёт крупных форм полихет (66 – 78 м, рис. 2). Однако, ввиду ограниченности полученного материала, указанный район требует дополнительного изучения.

Природа формирования области относительного экологического оптимума развития макрозообентоса в палеоруле р. Чёрная не вполне ясна. В настоящей работе проанализировано распределение органического вещества в донных отложениях палеореки на различных глубинах. Это представляло определённый интерес, т.к. ранее нами было показано наличие двукратного превышения уровня содержания ОВ в илах тальвега палео-Чёрной по отношению к аналогичным показателям на её древнем береговом склоне [3].

Полученные данные, иллюстрируемые рис. 3, свидетельствуют, что доля органического вещества в грунтах исследованной части русла может достигать 16,4 % сухого веса осадков. На это количество приходится 94 – 95% “тяжёлой” органики и 5 – 6% лёгкоразлагаемых ОВ (глубина 28 м). Однако наиболее важно, что в диапазоне 24 – 28 м наблюдается резкий скачок концентрации ОВ, вплоть до максимальных значений для исследованного района (164,3 мг/г, горизонт 28 м). Эта закономерность наблюдается как для “лёгкого”, так для стойкого ОВ. Далее с глубиной уровень органических веществ, содержащихся в донных отложениях, снова снижается.

Таким образом, в палеорусле существует зона аккумуляции ОВ с пиком его концентрации на гл. 28 м, и этот максимум оказался пространственно совпадающим со скоплением зообентоса (рис. 2 и 3).

Представляется важным также дать сравнительный анализ параметров зообентоса в различных частях градиентного пространства палеорусла р. Чёрная – непосредственно в русле, а также на сопряжённых участках шельфа, ранее являвшихся береговыми склонами реки.

Исследования проводили на двух коротких поперечных разрезах через русло на участках с глубинами около 20 и 75 м. Каждая трансекта состояла из двух станций: одна в тальвеге речной долины, другая на её береговом склоне (рис. 4). При этом, разрез с глубинами 16 – 20 м выполнялся в конце августа 2009 г., т.е. отдельно от основной бентосной съёмки (рис. 2). Оказалось, что наиболее богатый видовой состав зообентоса характерен для береговых участков палеореки, а не его русла. На глубинах 16 – 20 м параметры поселений бентоса на береговых склонах превышали численность и биомассу обитателей палеорусла в 5 и 9 раз, соответственно. Высокие количественные показатели развития бентоса на береговых склонах были обусловлены большой численностью Crustacea и Polychaeta, а также значительной биомассой двусторчатых моллюсков. С другой стороны, непосредственно в палеорусле (гл. 20 м) основную долю в общей биомассе составляли крупные Gastropoda – 12,5 г/м².

На более глубоководном фрагменте палеореки (74 – 78 м) также было отмечено существенное снижение численности зообентоса при продвижении от палеоберега к корневому руслу (рис. 4). На этих глубинах доминируют полихеты. Вместе с тем, общая биомасса животных в палеорусле оказалась несколько выше, чем на его берегах. Это объясняется некоторым скоплением Bivalvia на дне палеореки в данном диапазоне глубин.

Таким образом, относительно высокие показатели количественного развития зообентоса были отмечены не для палеорусла р. Чёрная, а для его береговых склонов. Следует признать соответственно, что, несмотря на наличие достаточно выраженных максимумов численности и биомассы гидробионтов в палеорусле (рис. 2), в целом экологическое состояние бентоса в данном биотопе является угнетённым по сравнению с прилегающими береговыми зонами.

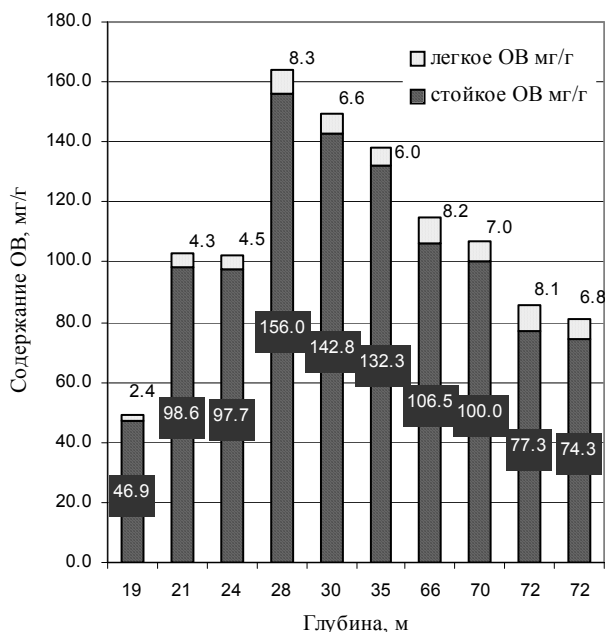


Рисунок 3. Распределение органического вещества в донных осадках палеорусла р. Чёрная (мг/г сухого вещества); легкоразлагающееся ОВ - сжигание при +180°C, стойкое ОВ - сжигание при +500°C

Figure 3. Distribution of organic matter in the sediments of paleo-riverbed Chernaya (mg/g of dry weight); non-persistent organic compounds is burned at +180°C, hard organic sediments, burning to ashes at +500°C

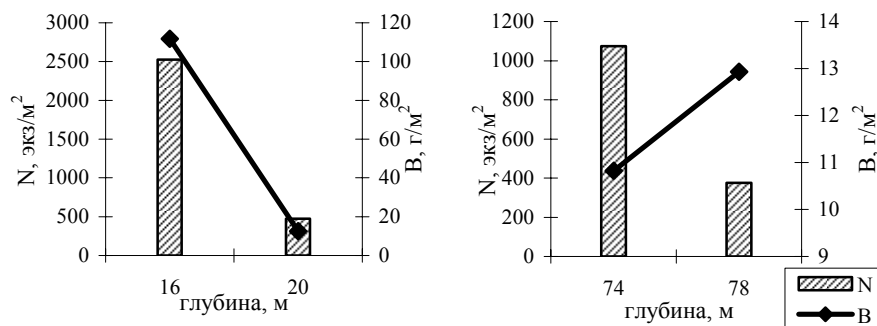


Рисунок 4. Количественные параметры зообентоса в тальвеге (20 и 78 м) и на береговых склонах (16 и 74 м, соответственно) на двух трансектах через затопленное русло р. Чёрная
Figure 4. Comparative measures of zoobenthos in a thalweg (20 and 78 m) and at the riverbed slopes (16 and 78 m accordingly) along two transects through the submerged Chernaya river

Можно предположить, что это связано с абиотическими факторами. Ранее нами были обнаружены существенные отличия значений окислительно-восстановительного потенциала (Eh) на дне палеорусла р. Чёрная и на его берегах. На обоих склонах затопленной части реки – северном и южном – Eh имел положительные значения, тогда как на наиболее глубоком участке русла залегали восстановленные илы [3]. Это даёт основание ожидать присутствия здесь особых, “гипоксийных” свойств местообитаний, определяющих видовое богатство и количественное развитие бентоса. В данных осадках условия среды обитания бентосной фауны должны формироваться под воздействием таких биогеохимических процессов, как гетеротрофная минерализация органического вещества, трансформация неорганических соединений и другие факторы. Имеющиеся сведения об отрицательных значениях Eh в осадках затопленной части реки Чёрная [3], вероятно, являются одной из основных интегральных характеристик экологических свойств гипоксического биотопа палеорусла Чёрной и способны объяснить относительно низкие показатели численности обитающих здесь бентосных организмов.

Закключение. Комплексные исследования одного из реликтов ледниковой эпохи, сохранившихся до наших дней – палеорусла реки Чёрная на морском шельфе вблизи Севастополя, позволяют судить об экологическом состоянии бентоса в столь специфическом биотопе, о биологической и экологической значимости органических веществ, аккумулированных в затопленных морем палеоруслах, как возможного средообразующего фактора и кормовой базы для зообентосных организмов. Необходимо дальнейшее, более детальное изучение таксономической структуры сообщества, определение доминирующих и редко встречающихся видов бентоса.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность проф. В. Е. Заике, Н. К. Ревкову и Н. А. Стокозову за консультации при анализе полученных материалов и ценные замечания по содержанию данной работы, И. Н. Аннинской и В. Г. Копий за помощь в выполнении лабораторных измерений и в таксономических определениях.

1. Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilida*). II. Моллюски (Mollusca). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 100 с.
2. Горячкин Ю. Н., Иванов В. А. Уровень Чёрного моря: прошлое, настоящее и будущее. – Севастополь: Морской гидрофизический институт НАН Украины, 2006. – 210 с.
3. Гулин М. Б., Коваленко М. В. Палеорусла рек Чёрная и Бельбек на шельфе юго-западного Крыма – новый объект экологических исследований // Морской экологический журнал (в печати).
4. Методы исследования органического вещества в Океане/ Под ред. Е. А. Романкевича и И. И. Волкова.- М.: Наука, 1980. – 343 с.

5. Парсонс Т. Р., Такахаши М., Харгрейв Б. Биологическая океанография. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 432 с.
6. Ревков Н. К., Костенко Н. С., Киселёва М. И., Анистратенко В. Д. Тип моллюски *Mollusca Cuvier*, 1797 / Морозова А. Л., Гнубкин В. Ф. Карадаг. Гидробиологические исследования. Сб. науч. трудов, посвящённых 90-летию Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – Книга 2, С. 399 – 435.
7. Субтельный О. Украина: История. – Киев: Либідь, 1994. – 736 с.
8. Mörner N.A. Eustatic changes during the last 20000 years and a method of separating the isostatic and eustatic factors in an uplifted area // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. – 1971. – 9, 3. – P. 1-10.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь, Украина

Получено 30 октября 2009 г.

М. Б. ГУЛІН, Л. В. БОНДАРЕНКО, М. В. КОВАЛЕНКО, В. А. ТИМОФЄЄВ

ЗООБЕНТОС У БІОТОПІ ПАЛЕОРУСЛА РЕКИ ЧОРНА НА ШЕЛЬФІ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОГО КРИМУ

Резюме

Проведені дослідження макрозообентосу в районі затопленої морем реліктової ділянки нижньої течії річки Чорна (зовнішній рейд Севастополя) з використанням гідробіологічних, фізико-хімічних і гідроакустичних методів. Виявлений максимум чисельності і біомаси бентосних організмів безпосередньо у палеоруслі в інтервалі глибин 22-30 м (найбільші значення відзначені на 24-28 м). Просторове скупчення зообентосу збігається з піком концентрації органічних речовин на глибині 28 м. Загальна щільність особин в палеоруслі виявилася у декілька разів меншою, ніж на прилеглих реліктових берегових схилах.

M. B. GULIN, L. V. BONDARENKO, M. V. KOVALENKO, V. A. TIMOFEEV

ZOOBENTHOS IN THE BIOTOPE OF PALEO-RIVERBED CHERNAYA IN THE COSTAL SHELF ZONE OF SOUTHWEST CRIMEA

Summary

The macrozoobenthos in the relic area of lower riverbed Chernaya flooded by sea (shelf near to Sevastopol) has been investigated with use of hydrobiological, physicochemical and hydroacoustic methods. The maximum of abundance and biomass of benthos organisms located directly in the paleo-riverbed was detected in the range 22-30 m (maximal values were found at the depths 24-28 m). Spatially the accumulation of benthic organisms has correlation with peak of organic matter at the depth of 28 meters. General density of benthos within the paleo-riverbed area appears in some times less than for the adjacent shelf.