

И.П. Бондарев², И.Э. Ломакин¹, В.Е. Иванов²

¹ Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев

² Севастополь

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Результаты комплексных литолого-фаунистических исследований проб морского и наземного бурения указывают на блоковое строение грабена Севастопольской бухты и многоэтапность ее формирования в позднем плейстоцене-голоцене. Отдельные блоки отличаются режимом осадконакопления, который в значительной мере контролируется тектоническими процессами. Выделены литологические и малакологические комплексы, соответствующие различным фациям бухты. Приведенные материалы дают ключ к пониманию новейшей геологической истории не только района исследований, но и всего северного Причерноморья, подчеркивая чрезвычайную геологическую молодость блоковых тектонических реконструкций региона.

Ключевые слова: биоценозы, моллюски, тектоника, фации, Черное море.

Введение

Развитие черноморского бассейна в плейстоцене-голоцене представляет значительный интерес для хозяйственного освоения акватории и прилегающей береговой зоны. Тенденции изменения экосистемы Черного моря в этот период составляют основу для прогноза ее развития на перспективу. Севастопольская бухта является одним из узловых районов Черного моря, изучение которого позволяет показать как региональные особенности, так и общие черты развития черноморской экосистемы.

Изучение эволюции экосистемы Черного моря в позднечетвертичное время основано на значительном объеме материала, полученного отечественными учеными в океанологических экспедициях, начиная с работ Н.И. Андрусова в 1890 г. [1, 4, 28, 29 и др.]. Колонки грунта, отражающие последовательность осадконакопления, были получены преимущественно с помощью прямоточных трубок, которые не позволяют проникать в осадочную толщу более чем на 8 метров [28]. Для среднего и внешнего шельфа такой глубины внедрения достаточно, чтобы охватить всю мощность голоценовых отложений и даже проникнуть в верхнеплейстоценовую толщу. В прибрежной зоне увеличенная мощность голоценовых отложений обычно позволяет проникнуть

© И.П. БОНДАРЕВ, И.Э. ЛОМАКИН, В.Е. ИВАНОВ, 2015

только в новочерноморские слои. Технические возможности не позволяют исследовательским судам работать на глубине менее 25 метров, поэтому литологический разрез верхнечетвертичных отложений прибрежных зон наименее исследован. В 2014 году впервые были опубликованы результаты бурения в прибрежной зоне севастопольского региона, в том числе и в средней части Севастопольской бухты [15]. Применение бурового оборудования дало возможность получить колонки грунта, характеризующие 37-метровую толщу до отметки –53 м. Полученные колонки охватывали весь разрез голоценовых отложений и проникали в верхнеплейстоценовую толщу до 16,5 м.

Проведенный нами последующий анализ фауны, содержащейся в кернах этих скважин, установление возраста древесного фрагмента из скв. 5, дополнительные фондовые и литературные данные позволили уточнить, дополнить, а в некоторых моментах пересмотреть предложенную ранее трактовку верхнечетвертичных фаций и геологического строения Севастопольской бухты.

Материалы и методика

Базовые материалы получены в результате бурения в 2013 г. пяти скважин с понтона в акватории Севастопольской бухты в ее центральной части на участке, прилегающем к причалу № 21. Скважины расположены по профилю, перпендикулярному береговой линии, приблизительно соответствующему направлению север-юг (рис. 1, участок 2). Расстояние между скважинами составляло от 43 до 55,5 м. Самая мористая скважина (№ 6) пробурена на расстоянии 240 м от причала. Еще шесть скважин пробурено на участке суши, прилегающем к кутовой части бухты у г. Инкерман. Эти скважины формируют два Г-образно расположенных профиля, ориентированных субмеридионально и субширотно (рис. 1, участок 3). Бурение скважин проводилось станком УРБ-2А-2 механическим колонковым способом трубами диаметром 151 и 132 мм без промывки.

Для получения полной картины геологического строения и развития бухты привлечены фондовые данные бурения севастопольского ЗАО «Морстройпроект» в устьевой части бухты (рис. 1, участок 1). На основе данных бурения 18 скважин построен схематический геологический профиль, ориентированный по направлению С–СВ–Ю–ЮЗ (рис. 2). Скважины в устьевой части бухты достигли материнских неогеновых известняков на глубине около 60 м при глубине моря 18–19 м и позволили получить полный разрез толщи верхнечетвертичных рыхлых отложений.

Выделение литологических типов проводилось при первичном описании керна с последующим лабораторным определением физико-механических свойств грунтов в соответствии с ДСТУ Б В.2.1-2-96. Для установления фациальной обстановки из керна скважин 2–6 средней части бухты и скв. 1 р-на Инкермана были отобраны образцы, в которых определен состав моллюсков танатоценоза.

Стратиграфическое разделение позднечетвертичных разрезов базируется на комплексах моллюсков согласно схеме, предложенной Л.А. и Е.Н. Невескими [22]. Классическое описание ассоциаций макробентоса в зависимости от характера грунта и глубины моря (фаций) Севастопольской бухты принадлежит С.А. Зернову [12]. Впоследствии им была составлена карта распределения биоценозов бухты [13, приложение 1], базовая для сопоставления древних и современных фаций и позволяющая проследить и оценить их изменения в пространственном

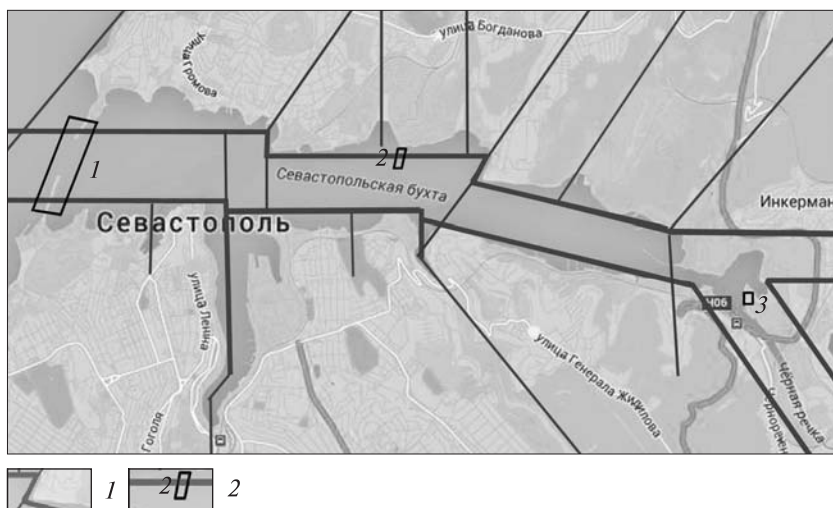


Рис. 1. Схема расположения участков проведения буровых работ (четырёхугольники) и основных разрывных нарушений (прямые линии) в районе Севастопольской бухты: 1 — устьевая часть, 2 — средняя часть, 3 — кутовая часть (окрестности г. Инкерман)

и временном аспекте. Данные о современном состоянии биоценозов бухты и их динамике в 1920—1990-х годах приводятся по [19].

Тектоническая схема района Севастопольской бухты (рис. 1) построена на основе геологической карты горного Крыма [24], анализа новейших материалов бурения и орографических особенностей окрестностей бухты.

Возраст базального голоценового слоя получен методом радиоуглеродного анализа древесного фрагмента из скважины № 5 района 2 в Лаборатории географии и эволюции почв Института географии АНРФ (канд. геол. наук Э.П. Зазовская).

Результаты и обсуждение

Севастопольская бухта представляет собой довольно глубоко врезанную субширотно вытянутую корытообразную впадину длиной около 6,5 км, при ширине до 1,4 км и современной глубине моря до 19 м. Ее крутые борта и материнское днище сложены неоген-палеогеновыми известняками, мергелями и глинами, а ложе заполнено неконсолированными четвертичными отложениями мощностью более 40 м. Материнские породы от внешней до центральной части Севастопольской бухты, где проводилось бурение, представлены известняками и глинами миоценового возраста. Восточнее, по направлению вглубь бухты, их латерально сменяют палеогеновые известняки, мергели и глины.

Поскольку субширотные тектонические нарушения, сформировавшие грабен Севастопольской бухты, разрывают литифицированные неоген-палеогеновые породы, то время движений по ним относится к четвертичной активизации. Тогда же активизировались и ортогональные и диагональные разрывные нарушения, которые трассируются по современным балкам и бухтам, «оперяющим» Севастопольскую бухту (рис. 1). Самый крупный из ортогональных «оперяющих» разломов проходит через наиболее глубоко врезанную Южную бухту. По таким же субмеридиональным разломам заложены и другие наиболее крупные бухты Гераклейского полуострова [14, 15]. По направлению с запада на восток нами

условно выделены три сегмента: 1 — западный, 2 — центральный, 3 — восточный, которые соответствуют районам буровых работ (рис. 1).

В четвертичных отложениях бухты выделяются континентальные и морские. Континентальные отложения не содержат макрофауны, их возраст оценен по их пространственному расположению и литологическим типам слоев. Разрез четвертичных отложений начинается с верхнеплейстоценовых аллювиально-делювиально-пролювиальных дресвяно-щебневых и гравийно-галечных пород (коэффициент окатанности до 2—3) с супесчаным заполнителем (до 30 % объема). На выходе из бухты мощность этого слоя, горизонтально залегающего непосредственно на материнских известняках, составляет всего около 2—2,5 м (рис. 2). В средней части бухты эти отложения ($dl-plQ_3$) не вскрыты скважинами на всю мощность, вероятно превышающую 20 м [15].

Вероятно, в формировании этой толщи принимали участие и пойменные осадки р.Черная, привнося тонкозернистый материал. Не исключено, что на этой стадии р. Черная не формировала собственного русла, а протекала в рыхлой делювиально-пролювиальной толще. Соответственно, эти отложения являются аллювиально-делювиально-пролювиальными ($al-dl-plQ_3$).

Материнские неогеновые известняки залегают моноклинально с падением на СЗ под углом 4—6° [24]. На разрезе внешней части бухты коренное ложе имеет незначительный наклон к югу, а по краям резко углублено на 1,5—2 м. Соответственно мощность перекрывающего слоя нецементированных осадочных пород верхнего плейстоцена у бортов бухты увеличена на 1,5—2 м и достигает 3,5—4,0 м (рис. 2). Такой профиль указывает на наличие разломов по боковым границам бухты, а не в ее центральной части [14, 15], или только по северному борту [24]. Корытообразный профиль бухты определяется не заполнением ее рыхлыми осадками, а заложен изначально. Следовательно, Севастопольская бухта структурно является грабеном, а не эрозионным врезом, заложенным по субширотному тектоническому разлому, как считалось ранее [14, 15].

Различающиеся почти в 10 раз мощности делювиально-пролювиальных верхнеплейстоценовых отложений в центральной и внешней части бухты говорят о наличии нескольких блоков с разной скоростью опускания. В кутовой части бухты отложения $dl-plQ_3$ вовсе отсутствуют (рис. 3), следовательно, самый восточный блок в новоэвксине оставался стабильным или даже, вероятно, испытывал поднятие. В этот период и в последующие этапы, вплоть до джеметинского времени, восточный блок служил источником сноса обломочного материала. Эрозионные процессы в совокупности с положительными движениями — это причины выхода на поверхность в этом районе палеогена среди неогеновых пород. Вовлечение восточного блока в погружение произошло в джеметинское время, на что указывают соответствующие отложения, залегающие непосредственно на палеогеновых мергелях (рис. 3). Вышеуказанные различия свидетельствуют о наличии нескольких структурных блоков внутри грабена, индивидуальное развитие которых контролируется субмеридиональными и диагональными тектоническими нарушениями. Структурные блоки испытывали дифференцированные движения на протяжении позднечетвертичного времени.

На схеме разрывных нарушений явно обособляется блок, расположенный между центральным и восточным сегментами (рис. 1). Поскольку бурение на этом участке бухты не проводилось, то на данном этапе исследований нельзя однозначно отнести его к одному из соседних сегментов по характеру развития.

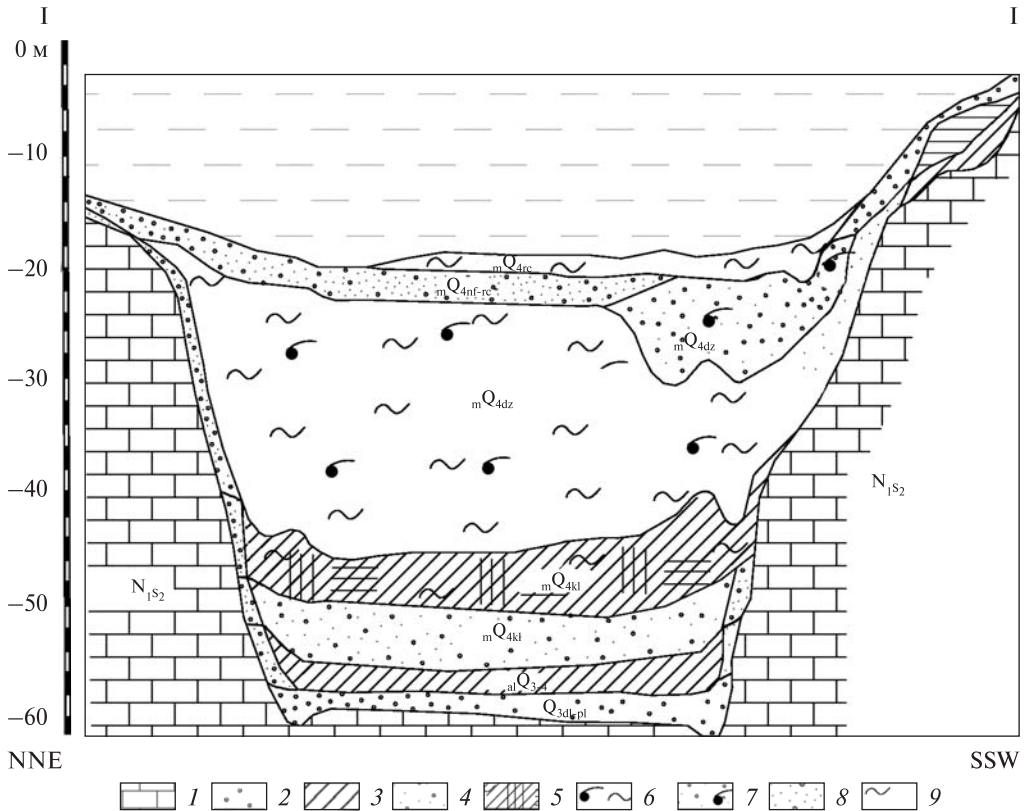


Рис. 2. Схематический геологический разрез устьевой части бухты по оси Северного и Южного молов (по данным ЗАО «Морстройпроект»): 1 — известняки (N₁S₂), 2 — дресвяно-щебневые и гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем (al-dl-plQ₃); 3 — суглинки с дресвяно-гравийно-галечниковыми включениями (alQ₃), 4 — гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем (mQ₄kl); 5 — илы темно-серые, обогащенные органическими остатками, с фауной морских моллюсков (mQ₄kl), 6 — илы светло-серые с фауной морских моллюсков (mQ₄dz), 7 — песчано-гравийные отложения с фауной морских моллюсков (mQ₄dz), 8 — песчано-гравийные отложения с фауной морских моллюсков (mQ₄rec), 9 — илы современные (mQ₄rec)

Поскольку этот сегмент расположен в зоне залегания палеогеновых коренных пород, то логично предположить его структурную близость с восточным сегментом. Однако не исключен и вариант промежуточного характера развития, а также сегментирования этого участка поперечными или диагональными разломами с различными режимами вертикальных движений.

В толще верхнеплейстоценовых отложений присутствуют слои или линзы аллювиальных (скв. 4—5 alQ₃, рис. 3) отложений, отражающие изменяющееся положение палеоруслa р. Черная. Аллювиальные суглинки имеют дресвяно-гравийно-галечниковые включения, различия в степени окатанности которых определяются разной механической устойчивостью обломков и указывают на достаточную зрелость речной системы на момент их образования. Мощность прослоев аллювиальных суглинков уменьшается вверх по разрезу от 4 м (скв. 4) до 0,6 м в кровле плейстоценовых отложений (скв. 5), что отражает постепенное повышение базиса эрозии и снижение водности реки. На выходе из бухты аллювий мощ-

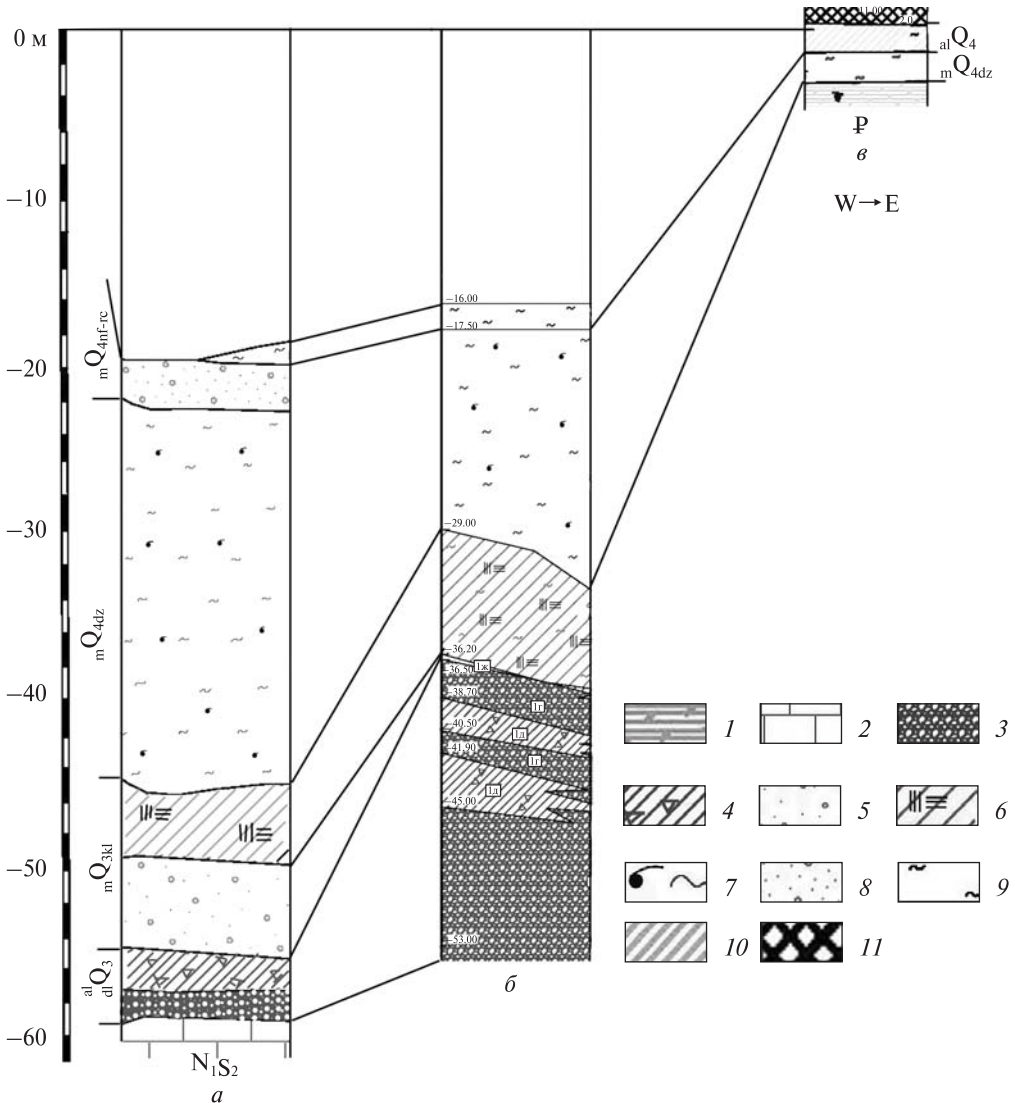


Рис. 3. Геологические разрезы Севастопольской бухты вдоль ее центральной оси с запада (W) на восток (E): *a* — устье (участок 1); *б* — средней (участок 2); *в* — кутовая часть (участок 3). 1 — мергель выветрелый (P); 2 — известняки (N₁S₂), 3 — дресвяно-щебневые и гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем (al-dl-plQ₃), 4 — суглинки с дресвяно-гравийно-галечными включениями (alQ₃), 5 — гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем (mQ₄kl), 6 — илы темно-серые, обогащенные органическими остатками, с фауной морских моллюсков (mQ₄kl), 7 — илы светло-серые с фауной морских моллюсков (mQ₄dz), 8 — песчано-гравийные отложения с фауной морских моллюсков (mQ₄dz), 9 — илы современные (mQ₄гес), 10 — илы (alQ₄), 11 — техногенный насыпной грунт

ностью около 2 м формирует выдержанный по поперечному разрезу слой суглинка с прослоями песка и включением гальки и гравия в подошве. Этот слой суглинка, очевидно, соответствует отложениям эстуария р. Черная в верхнем плейстоцене — начале голоцена (рис. 2).

На аллювиально-пролювиальных отложениях в устьевой части бухты залегают морские гравийно-галечные отложения с супесчаным заполнителем мощ-

ностью до 5 м (рис. 2). В средней части бухты аналогичный, но маломощный (около 30 см) песчано-гравийный слой обнаружен только в скважине № 4 в интервале 36,2—36,5 м (рис. 3). Отличительная особенность этого слоя — наличие палеогеновых нуммулитов, характерных для бахчисарайского и симферопольского ярусов миоцена. Помимо фоссилий в пробе из этого слоя присутствовал хорошо сохранившийся обломок створки *Chamelea gallina*. Присутствие последнего вида двустворок и гранулометрический состав отложений позволяет отнести этот слой к морской прибрежной фации.

В центральной части бухты над континентальными отложениями залегает толща голоценовых илов с морской фауной, общая мощность которой превышает 25 м в самой мористой скважине. Аналогичные илы мощностью более 25 м составляют большую часть разреза в устьевой части бухты. В периферийной зоне кутовой части бухты голоценовые морские отложения имеют мощность около 1,5 м (рис. 3). Явные литологические различия с подстилающими делювиально-пролювиальными и аллювиальными отложениями свидетельствуют о достаточно быстрой черноморской трансгрессии.

Морская голоценовая толща в более мористых скважинах средней части бухты начинается со слоя темно-серого ила мощностью до 7,1 м с комплексом черноморских моллюсков и включениями органических остатков растительного происхождения (рис. 3). Аналогичный слой в устьевой части бухты залегает на морских крупнообломочных отложениях (рис. 2, 3). Характерный темно-серый цвет этих илов — следствие обогащения органическими остатками, среди которых встречаются древесные обломки размером до 6 см. Установленный в Лаборатории географии и эволюции почв Института географии (ИГАН) РАН радиоуглеродный калиброванный возраст одного из этих древесных обломков около 9550 BP позволяет отнести отложения этого слоя к бугазско-витязевскому (mQ₄bz-vt) этапу развития экосистемы Черного моря.

Однако в изучаемом слое не обнаружено индикаторных видов, по которым традиционно проводится стратификация древнечерноморских отложений*. Более того, доминантные для изучаемого района представители моллюсков присутствуют по всему разрезу морских отложений, вплоть до современных. В трех из четырех проб, взятых из слоя в скв. 4, обнаружен *Bittium reticulatum*, количественно доминирующий среди гастропод голоценовых отложений бухты. Из *Bivalvia* единично присутствуют створки *Pitar rudis*, *Spisula subtruncata* и обломки створок *M. galloprovincialis*, преобладают мелкие обломки *Cardiidae*. Присутствие вышеуказанных видов отмечается в черноморских отложениях с бугазско-витязевского времени, хотя они характерны для более поздних слоев. Однако их раковины в слоях bz-vt возраста обычно мелкие, со следами уродливости [21]. Обломок *Ch. gallina* из

* Возможно, что противоречия, связанные с датировкой базального морского слоя, объясняются тем, что позднечетвертичная история Черного моря основывается преимущественно на методах сравнительной палеонтологии по раковинам моллюсков. Радиоуглеродный возраст, установленный для основных видов моллюсков, может отличаться от датировки слоя по древесным остаткам, которая дает более точные результаты. Нельзя полностью исключать и ошибку в определении возраста, связанную с состоянием исследованного образца дерева, либо с другими причинами технического характера. Для окончательного разрешения этого противоречия необходимо большее количество калиброванных определений возраста по древесным остаткам, что, возможно, приведет к корректировке реального времени этапов формирования Черного моря.

базального каламитского гравийно-песчаного слоя Севастопольской бухты принадлежит хорошо развитому моллюску, исходный размер которого около 30 мм. Другие двустворчатые моллюски из синхронных илов также нормально развиты. Наиболее многочисленный в бухте вид гастропод *B. reticulatum* представлен в слое раковинами с хорошо развитой скульптурой поверхности, характерной для особей, сформированных в условиях достаточно высокой солености [16].

Весь комплекс моллюсков соответствует новочерноморскому типу, раковины нормально развиты, что говорит об их формировании в среде с близкой к современной соленостью. Состав и состояние раковин моллюсков в совокупности с характерным обогащением органикой дает основания отнести базальные морские слои к каламитскому (Q₄kl) этапу формирования бассейна. В этот период устье р. Черная находилось вблизи средней части Севастопольской бухты, что определило аналогию донных отложений с джеметинскими осадками кутовой части бухты (описаны ниже), где помимо многочисленных водорослей широко распространены и многолетние водные растения семейства Рдестовые (Potamogetonaceae).

Выше по разрезу в центральной части Севастопольской бухты залегают светло-серые терригенные илы мощностью около 16 м с морской фауной двустворчатых моллюсков, соответствующие фации мидиевого ила центральной части бухты, описанной С.А. Зерновым [12, 13]. Эти илы накапливались в джеметинский этап развития бассейна и перекрываются только современными илами. Джеметинские илы характеризуются однородностью состава. В органогенной составляющей преобладают обломки *M. galloprovincialis*, а также мелкие обломки и отдельные створки Cardiidae, среди которых диагностируются *Acanthocardia paucicostata*, *Parvicardium cf. simile*. Из двустворчатых моллюсков по целой раковине уверенно определяется также *Spisula subtruncata*. Единично присутствуют обломки венерид. Гастроподы в слое представлены распространенным по всей толще *Bittium reticulatum* и *Nassarius reticulatus*, и отмеченной единично *Rissoa splendida*.

Более мелководной фации каламитского и джеметинского возраста в средней части бухты соответствует слой песчанистого ила, обнаруженный в двух скважинах в интервалах от –15 до –16,7 м (скв. 2) и от –27,5 до –28,4 м (скв. 3) при глубине моря 12 и 15 м, соответственно (рис. 3). Этот слой содержит более разнообразную фауну морских моллюсков. Здесь присутствуют обломки нескольких видов двустворчатых моллюсков Mytilidae, Cardiidae, Veneridae: *Pitar rudis*, *Polititapes aureus*. Единично отмечена *Donacilla cornea*. Количество обломков *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 незначительно, но составляет от 30 % (скв. 3) до 80 % (скв. 2) общего объема и веса раковинного материала. Характерными для слоя являются *Nassarius reticulatus* и несколько видов Hydrobiidae: *Hydrobia acuta*, *Hydrobia sp.*, *Pseudopaludinella leneumicra*. Количественно преобладают *B. reticulatum* и *Rissoa spp.* Комплекс малакофауны характерен для мелководных илистых грунтов, покрытых водорослями.

Джеметинские илы мощностью до 1,5 м обнаружены и в скважинах, пробуренных на суше в районе Инкермана (рис. 1, уч. 3; рис. 3). Эти илы характеризуются еще большим разнообразием и количеством (около 40 % объема пробы) обломков и целых раковин моллюсков (Gastropoda: *Gibbula albida*, *B. reticulatum*, *Cerithiopsis minima*, *R. splendida*, *Iravadia quadrasi* (= *R. venusta*), *Hydrobia sp.*, *Marshallora adversa* (= *Triphora parva*), *N. reticulatus*, *Retusa truncatula*; Bivalvia: *O. edulis*, *Flexopecten glaber ponticus*, *Acanthocardia tuberculata*, *Cerastoderma edule*,

C. glaucum, *Parvicardium exiguum*, *Ch. gallina*, *P. aureus*, *Loripes lucinalis*, *Lucinella divaricata*). Такой набор видов моллюсков соответствует фации зарослей морской травы и рдеста кутовой части и прибрежной зоны Севастопольской бухты по С.А. Зернову [13]. Слой морского джеметинского ила постепенно выклинивается с запада на восток, не обнаруживаясь в самой восточной скважине. Морской слой голоцена в кутовой части бухты залегает на палеогеновых мергелях, выветрелых в верхней части на глубину около 4 м (рис. 3). Подошва морских голоценовых отложений расположена на абсолютных отметках от –4,9 м в западной части разреза до –3,3 м в последней восточной скважине, где они зафиксированы. Кровля этого слоя находится на отметках от –2,9 до –2 м с запада на восток. В самой восточной скважине морские илы не обнаружены, что говорит об их выклинивании. На северной периферии кутовой части бухты морские илы мощностью до 20 м [15] также залегают непосредственно на коренных породах палеогена.

В джеметинское время климат стал холоднее, среднегодовые температуры были на 1—2 °С ниже современных, что сказалось на развитии водной растительности и ее поступлении в осадок. В составе джеметинских отложений появляется *O. edulis*, довольно холодолюбивый кельтский вид [21]. С похолоданием уменьшилось количество автохтонной растительности и привнос растительной органики из реки, устье которой все более продвигалось вглубь бухты по мере наступления моря, а водность снижалась. Достаточно четкая граница между Q_4kl и Q_4dz слоями указывает на то, что изменение условий могло сопровождаться тектоническими процессами фанаторийской регрессии. В результате последующей джеметинской трансгрессии и дальнейшего опускания дна бухты морская ингрессия продвинула кутовую часть бухты до границ, расположенных ныне на суше в районе Инкермана. Дальнейшая тектоническая стабилизация позволила р. Черная сформировать выдвинутую дельту в кутовой части бухты, которая при изменении положения устья стала сушей. Наличие в верхней части разреза устья бухты (рис. 2) песчано-гравийных отложений, перекрывающих илы, вероятно, служит отражением корсуньской регрессии, которая могла способствовать выдвиганию устья р. Черная вглубь бухты и перекрытию ее аллювием джеметинских морских илов.

Анализ комплексов моллюсков позволил П.В. Федорову отнести джеметинские и каламитские отложения к новочерноморской стадии развития бассейна [25]. Наши данные свидетельствуют о справедливости такого подхода.

В джеметинских отложениях центральной части Севастопольской бухты обнаружены разнообразные по окраске и морфометрии формы *Theodoxus fluviatilis*, соответствующие фенотипам *T. danasteri*, *T. euxinus*, *T. sarmaticus*, *T. velox* и *T. pallasi* и собственно *T. fluviatilis*. Описанные как самостоятельные виды, обитающие в различных районах, эти теодоксусы впервые обнаружены в одном месте и даже в одной пробе [7]. Объяснение этому феномену дает аллозимный анализ по данным генного маркирования, показавший конспецифичность *T. danasteri*, *T. sarmaticus*, *T. velox* и *T. euxinus* широко распространенному виду *T. fluviatilis*. К такому же выводу приводят и результаты морфометрического анализа раковины и половой системы [18]. Наибольшее количество теодоксусов обнаружено в скв. 3 в пробе из горизонта 28,4 м (12 экз.), вверх по разрезу их количество уменьшается до 7 экз. на горизонте 27,8 м. В пробе из горизонта 15,4 м в скв. 2 обнаружен только 1 экз. *T. fluviatilis*. Теодоксусы традиционно относят к пресноводной фауне и используют в качестве видов-индикаторов новоэвксинского времени [11, 16]. Скопления пресноводных брюхоногих моллюсков рода *Theodoxus*, обнару-

женные среди морских видов в каламитских и джеметинских отложениях, говорят о наличии в бухте пресноводной обстановки, локализованной по «оазисному» типу в местах субмаринной разгрузки [5, 30].

Разрез морских четвертичных отложений в средней и, частично, в устьевой части бухты завершает современный (mQ_4res) ил с фауной мидии, количество которой варьирует как по разрезу, так и по профилю. Универсально для всего слоя отсутствие мидий в самой верхней части слоя, соответствующей антропогенно измененным илам. В верхней части илы черные или темно-серые с резким запахом нефтепродуктов. Как правило, они имеют текучую и текуче-пластичную консистенцию. Согласно [15], современные слои ила соответствуют техногенному этапу осадкообразования.

Морские голоценовые отложения в р-не Инкермана перекрыты аллювиальными суглинками (alQ_4) мощностью до 2 м, на которых, в свою очередь, насыпан техногенный грунт мощностью до 3 м (рис. 3). Суглинки alQ_4 представляют собой отложения, сформированные при ином положении устья р. Черная. По картам начала XX века [13] и 1930-х годов [20] устье находилось севернее сегодняшнего положения и формировало выдвинутый конус клювовидной дельты. Аллювиальные суглинки (alQ_4) обогащены растительными остатками, но фауна моллюсков в них не обнаружена.

На бортах Севастопольской бухты голоценовые делювиально-пролювиальные отложения представлены дресвяно-щепнистыми суглинками ($dl-plQ_4$) мощностью до 1 м (скв. 2, 3). В этих отложениях содержание фракции размером >2 мм составляет от 28,3 до 51,3 %.

Поступление нефтепродуктов и других поллютантов антропогенного происхождения оказывает угнетающее воздействие на большую часть морских донных организмов. По мере интенсификации хозяйственной деятельности, связанной с береговыми строительными и прибрежными дноуглубительными работами, а также с судоходством, происходит ремобилизация грунта, увеличивающая нагрузку на донные биоценозы в связи с избыточным поступлением илового материала [3, 6, 8]. Заметные изменения в составе донного населения центральной части Севастопольской бухты отмечены еще в 1928—1929 гг. *M. galloprovincialis* стал малораспространенным видом, и место биоценоза мидийного ила заняло сообщество *N. reticulatu* — *Nephtys cirrosa* — *Mellina palmata* — *Abra prismatica*. Преобладающей формой бентоса в этот период стал *N. reticulatus*, по всей бухте распространился *C. edule*, местами отмечены большие скопления *B. reticulatum*. В последующие годы *N. reticulatus* продолжает сохранять доминирующее положение, а *B. reticulatum* встречается живым только у входа в бухту, в средней части бухты бентос остается крайне бедным как по составу, так и по биомассе. Фактически биоценоз ила с *M. galloprovincialis* перестал существовать, и фильтраторы уступили место плотоядным. В илах бухты и, особенно, в центральной ее части отмечалась высокая концентрация хлороформного битумоида [19]. Поллютанты оказывают существенное угнетающее влияние на большинство донных организмов, однако наиболее значимым фактором сукцессии донных биоценозов следует признать поступление избыточного количества иловых частиц и невозможность их выноса за пределы бухты. Принципиальные сукцессионные схемы при заилиении шельфовых биоценозов показаны в [6, 8].

Предположение о том, что в Черном море от засыпания песком и илом гибнут устричные гряды, высказано ещё М.Ю. Бекманом [2]. По С.А. Зернову [12,

13], фация мидийного ила в Севастопольской бухте обрамляется устричными ракушечниками, расположенными прерывистым контуром по обоим бортам бухты на глубине от 5—6 до 12—18 м. По результатам исследований 1973 г. [19], в местах бывших устричников обнаружен илистый грунт с очень старыми раковинами *O. edulis* и *F. glaber ponticus*. Фация ракушечника не была зафиксирована и нашими скважинами. Но об её присутствии в разрезе можно судить по наличию довольно значительного количества створок *O. edulis* (от 30 до 80 % веса ракушечного материала) в расположенной ближе к берегу и в кутовой части бухты фации илов с зарослями морской травы и рдеста. Эта фация, согласно [13], располагалась по периметру бухты на глубине 0,5—6 м, за исключением устьевой части, где фация скалового песка и гальки следует непосредственно за илами с *M. galloprovincialis*. На современном этапе развития бухты фация илов с зарослями морской травы также подверглись заилению и сильно деградировали [19]. Поскольку процессы заиления — общая тенденция на современном этапе развития шельфовых биоценозов и соответствующей смены фациальной структуры для многих районов Черного моря, было высказано предположение о том, что причиной этого процесса служит тектоническая стабилизация. Замедление прогибания центральной котловины моря и меньшая вовлеченность в этот процесс континентальных окраин замедляет транспортировку терригенного материала от береговой зоны по направлению к глубоководной впадине и приводит к избыточному осаждению тонкозернистого материала на шельфе [6, 8]. Однако тектоническая стабильность связана с накоплением напряжений в земной коре, разрядка которых может привести к сейсмической активизации катастрофического характера.

Пликвативный характер залегания слоев ила в периферийной (прибортовой) части бухты на разрезе I—I (рис. 2) указывает на периодическое проявление оползневых процессов. Они, вероятно, спровоцированы голоценовыми землетрясениями и смещениями по разломам. Имеющиеся данные о наличии под водами бухты античных и даже, возможно, средневековых причальных стенок в Карантинной бухте на удалении от береговой линии на 80—100 м [9] также может трактоваться не только как результат трансгрессии и абразии берега, но и оползневых смещений, спровоцированных тектоническими процессами. В разрезе материнских третичных горных пород, формирующих берега бухты, кроме известняков присутствуют прослойки глин и суглинков, которые способствуют развитию оползневых процессов. Литологические признаки голоценовой тектонической активизации обнаружены и на среднем шельфе Крыма [17].

Выводы

1. Результаты комплексного анализа материалов бурения указывают на блоковое строение и многоэтапность формирования грабена Севастопольской бухты, заложенного согласно закономерно ориентированной тектонолинейной сети региона. Грабен окончательно сформирован в плейстоцене-голоцене на этапе очередной крупной тектонической реконструкции геосистемы.

2. Современный вид с риасовым типом побережья бухта приобрела во время голоценовой морской трансгрессии, которая проходила на фоне прогибания ложа.

3. Общий план распределения морских голоценовых фаций Севастопольской бухты по данным бурения соответствует схеме, показанной С.А. Зерновым на карте распределения биоценозов в начале XX века [13].

4. Процессы заиления и угнетения биоценозов, наблюдаемые на современном этапе в бухте и в различных районах шельфа Черного моря, вероятно, отражают не только антропогенное воздействие, но и тектоническую стабилизацию.

5. Тектоническая стабилизация временна и связана с накоплением напряжений в земной коре, разрядка которых может привести к активизации катастрофического характера и серии землетрясений в сейсмически неблагоприятных районах, к которым относится побережье Севастопольской бухты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельский А.Д., Страхов Н.М.* Геологическое строение и история развития Черного моря. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. — 226 с.
2. *Бекман М.Ю.* Материалы для количественной характеристики донной фауны Черного моря у Карадага // Труды Карадагской биологической станции. — 1952. — Вып. 12. — С. 50—57.
3. *Бондарев И.П.* Проблема нестабильности подводного ландшафта (на примере северной части Черного моря) // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Сер. География. — 2008. — 21 (60), № 2. — С. 128—133.
4. *Бондарев И.П.* Основные черты и этапы формирования экосистемы Черного моря в позднем плейстоцене — голоцене // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2012. — № 2 (28). — С. 53—71.
5. *Бондарев И.П., Ломакин И.Э.* О возможности существования очагов пресноводной или солоноватоводной фауны на шельфе, материковом склоне и в глубоководной впадине Черного моря // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2012. — № 3 (29) — С. 47—56.
6. *Бондарев И.П.* Динамика руководящих видов современных фаций Черного моря // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2013. — 3 (33). — С. 78—93.
7. *Бондарев И.П.* Комплекс моллюсков рода *Theodoxus* (Gastropoda, Neritidae) в голоценовых отложениях Севастопольской бухты // Морской экол. журн. — 2014. — 13, № 3. — 32 с.
8. *Бондарев И.П.* Биологические основы фациального структурирования шельфа Черного моря // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2014. — № 4 (38). — С. 72—90.
9. *Букатов А.А.* Проблема абразии и сокращение прибрежной территории Херсонеса // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы изучения и сохранения морского наследия». — Калининград, 2015.
10. *Бутенко О.И.* Моллюски рода *Theodoxus* (Gastropoda, Neritidae) в Одесском заливе Черного моря // Экология моря. — 2001. — 58. — С. 27—28.
11. *Голиков А.Н., Старобогатов Я.И.* Класс брюхоногие моллюски — Gastropoda Cuvier, 1797 // Определитель фауны Черного и Азовского морей. — К.: Наук. думка, 1972. — С. 65—166.
12. *Зернов С.А.* Основные черты распределения животных в Черном море у Севастополя // Известия Императорской Академии Наук. — СПб, 1908. — С. 881—904.
13. *Зернов С.А.* К вопросу об изучении жизни Черного моря // Записки Императорской Академии Наук. — СПб., 1913. — 32, 1. — 299 с.
14. *Иванов В.Е., Ломакин И.Э., Тополюк А.С., Ефремцева Л.Л., Болдырев С.Н.* Особенности тектоники юго-западного Крыма // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2009. — № 4. — С. 27—39.
15. *Иванов В.Е.* Особенности осадконакопления в устьях рек юго-западного Крыма в позднем плейстоцене и голоцене // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2014. — № 1 (35). — С. 94—107.
16. *Ильина Л.Б.* История гастропод Черного моря. — М.: Наука, 1966. — 228 с.
17. *Ломакин И.Э., Бондарев И.П., Иванов В.Е.* Литологические признаки голоценовой тектонической активизации континентальной окраины горного Крыма // Современные проблемы литологии осадочных бассейнов Украины и сопредельных территорий: Сб. материалов междунар. науч. конф. (8—13 октября 2012 г.). — К., 2012. — С. 53.
18. *Межжерин С.В., Тарасова Ю.В., Жалай Е.И.* Моллюски рода *Theodoxus* (Gastropoda, Neritidae) Украины: морфологический и аллозимный анализ // Вестник зоологии. — 2011. — 45, № 6. — С. 531—540.

19. Миловидова Н.Ю., Алемов С.В. Зообентос мягких грунтов Севастопольской бухты и прилегающих районов // Молисмология Черного моря / отв. ред. Поликарпов Г.Г. — К. : Наук. думка, 1992. — С. 363—381.
20. Моисеев А.С. Гидрогеологический очерк г. Севастополя и его окрестностей // Труды Всесоюзного Геолого-разведочного Объединения Н.К.Т.П. СССР. — Вып. 137. Государственное научно-техническое геолого-разведочное издательство. — М.-Л., 1932. — 56 с.
21. Невеская Л.А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря. Их систематика и экология. — М. : Наука, 1965. — 391 с.
22. Невеский Е.Н., Невеская Л.А. О составе фауны и особенностях развития Азово-Черноморского бассейна на последних этапах его истории // Докл. АН СССР. — 1960. — 136 (5). — С. 1193—1196.
23. Оскольская О.И., Бондаренко Л.В. К вопросу о распределении *Theodoxus fluviatilis* в реке Черной (Западный Крым) // Эколого-функциональні та фауністичні аспекти дослідження моллюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища: Зб. наук. пр. — Житомир : Волинь, 2004. — С. 126—129.
24. Пивоваров О.В. Геологическая карта горного Крыма. Масштаб 1 : 200 000 / Глав. ред.: Н.Е. Деренюк; Министерство геологии УССР. — К., 1984.
25. Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия // Тр. ГИН АН СССР. — 1978. — Вып. 310. — 164 с.
26. Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П. Минеральные богатства Чёрного моря. — К., 2004. — 277 с.
27. Шнюков Е.Ф., Иванников А.В., Иноземцев Ю.И. и др. Литолого-стратиграфическая характеристика донных отложений Крымского шельфа и глубоководной части Черного моря // Геол. журн. — 2003. — № 1. — С. 9—23.
28. Щербakov Ф.А., Курпин П.Н., Потапова и др. Осадконакопление на континентальной окраине Черного моря. — М. : Наука. 1978. — 211 с.
29. Янко-Хомбах В.В., Смынтына Е.В., Кадурич С.В., Ларченков Е.П., Мотненко И.В., Какаранза С.В., Киосак Д.В. Колебания уровня Черного моря и адаптационная стратегия древнего человека за последние 30 тысяч лет // Геол. и полезн. ископ. Миров. океана. — 2011. — № 2 (24). — С. 67—75.
30. Bondarev I.P. Freshwater and brackish «oasis» fauna in the Black Sea deep // Biodiversity Journal. — 2012. — 3. — P. 237—242.

Статья поступила 20.07.2015

І.П. Бондарев, І.Е. Ломакін, В.Є. Іванов

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ СЕВАСТОПОЛЬСЬКОЇ БУХТИ

Результати комплексних літолого-фауністичних досліджень проб морського і наземного буріння вказують на блокову будову грабена Севастопольської бухти та багатостадійність її формування в пізньому плейстоцен-голоцені. Окремі блоки розрізняються за режимом осадонагромадження, що значною мірою контролюється тектонічними процесами. Виділено літологічні і малакологічні комплекси, що відповідають різним фаціям бухти. Наведені матеріали дають ключ до розуміння новітньої геологічної історії не тільки району досліджень, але й усього північного Причорномор'я, підкреслюючи надзвичайну геологічну молодість блокових тектонічних реконструкцій регіону.

Ключові слова: біоценози, моллюски, тектоніка, фації, Чорне море.

I.P. Bondarev, I.E. Lomakin, V.E. Ivanov

PECULIARITIES OF FORMATION AND EVOLUTION OF THE SEVASTOPOL BAY

The results of complex lithological and faunal studies of samples of marine and onshore drilling indicate block structure of the Sevastopol bay graben and its multistage formation in the Upper Pleistocene-Holocene. Separate blocks are different in mode of sedimentation. It is largely controlled by tectonic processes. Lithological and malacological complexes corresponding to the different facies of the bay are obtained. These materials are the key to understanding the recent geological history not only of area researching but also the whole the northern Black Sea region, emphasizing the extreme geological youth of block tectonic constructions of the region.

Key words: biocoenosis, Black Sea, facies, mollusks, tectonic.