

Р.Я.Миньковская¹, А.Н.Демидов²¹Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь²Севастопольское общество географов, г.Севастополь

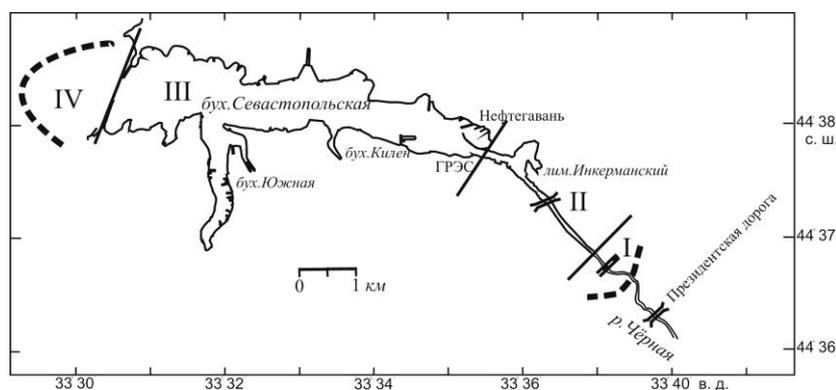
ЭВОЛЮЦИЯ МОРСКОГО УСТЬЯ РЕКИ ЧЁРНОЙ (СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Структура морского устья р.Чёрной включает естественные и искусственные взаимосвязанные компоненты. В результате хозяйственной деятельности (в основном, в середине прошлого века) были нарушены природные процессы устьеобразования, изменилась гидрография и морфометрия устья и его тип. На основе гидрографического обследования, выполненного в 2015 г., картографического материала (с 1856 г. по настоящее время), аэрофотоснимков, спутниковых и литературных данных изучена эволюция морского устья р.Чёрной, уточнена его речная граница, рассмотрено современное состояние устьевое участка реки и Инкерманского лимана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морское устье р.Чёрной, изменение гидрографических характеристик, прошлое и современное состояние.

Морское устье р.Чёрной (рис.1) – многокомпонентный географический объект, включающий устьевой участок реки (I), Инкерманский лиман (II), Севастопольскую бухту (III) и прилегающую часть Чёрного моря (IV). Антропогенная нагрузка на устьевой регион существенна и обусловлена расположением здесь города-порта Севастополь, хозяйственной деятельностью, негативно влияющей на среду.

Структура морского устья р.Чёрной и её изменения изучены недостаточно, особенно устьевой участок реки (I). Морская граница устья установлена по коэффициенту вариации солёности воды (C_v) и соответствует расположению изогалины 17,8 ‰ [8], речная – была определена приближённо по крупномасштабным картам. Предполагалось, что она расположена на расстоянии около 3 км от вершины Севастопольской бухты [6].



Р и с . 1 . Структура морского устья р.Чёрной: устьевой участок реки (I); Инкерманский лиман (II); Севастопольская бухта (III); взморье Севастопольской бухты (IV).

В последнее пятидесятилетие антропогенным изменениям подвергались районы I – III (рис.1), что привело к сужению входа в бухту молами, необратимым деформациям русла устьевого участка реки и изменению морфометрических характеристик устьевого взморья. Особенно масштабные изменения рельефа произошли в районах I и II. По сути, общепринятое в литературе название района II «Инкерманским лиманом» – условно, т.к. его происхождение, как будет показано в данной статье, нельзя считать природным.

В Инкерманском лимане (рис.1) и на его побережье осуществляют утилизацию судов, плавку металла, его перевалку, здесь располагаются стоянки судов, нефтебазы, тепличное хозяйство, угольный склад, ГРЭС (в вершине Севастопольской бухты), недалеко находится полигон твёрдых бытовых отходов, предприятия по производству стройматериалов. То есть этот район устья имеет высокую степень антропогенной нагрузки. В то же время мелководная, прогретая, богатая биогенными веществами акватория – место откорма молоди рыб. На устьевом взморье (в Инкерманском лимане и восточной части Севастопольской бухты) расположено два пляжа. Поэтому конфликтное природопользование в этом регионе требует повышенного внимания к изменению гидрографических характеристик устья и конфигурации береговой черты.

Объектом исследования являлось морское устье р.Чёрной (Севастопольский регион), а предметом – морфометрические и гидрографические характеристики устьевого участка реки в прошлом и настоящем.

Цель работы – установить структурные изменения морского устья р.Чёрной и уточнить его речную границу.

Для этого решались следующие задачи:

1. Выполнить анализ гидрографических и морфометрических изменений морского устья р. Чёрной и установить их генезис на основе картографического материала и литературных источников.
2. Уточнить речную границу морского устья реки и его современное состояние на основе натурных исследований устьевого участка р. Чёрной и Инкерманского лимана в межливневый период.

Материалы и методики. Для анализа изменчивости рельефа морского устья р.Чёрной использовался картографический материал Гидрографической службы Черноморского флота Российской Федерации, полученный в различные годы (1978 – 2014 гг.), топографические карты Генштаба СССР, спутниковые данные (карты *Google*, 2015 г.), аэрофотоснимки 1941, 1943 гг., данные Государственного водного кадастра (с 1978 г.), а также результаты гидрографических обследований, выполненных авторами в июле и сентябре 2015 г., в межливневый период, в районах I и II морского устья реки (рис.1).

Кроме того, использовались литературные источники [1, 4, 5, 9 – 11], в которых представлены карты и снимки рассматриваемого района, начиная с 1855 г., а также текстовые пояснения к ним.

Скорость течения измерялась поплавками, промеры глубин выполнялись лотлинем, солёность определялись на стрелке и у берега портативным рефрактометром модели *WALCOM REF 201/211/201 bp*. Точность определения солёности воды рефрактометром в полевых условиях ($\pm 1 \%$), как показано в [3], удовлетворительная, расхождения между результатами, получен-

ными рефрактометрией и пикнометрией – в пределах 3 %. Однако такая точность недостаточна для определения солёности распреснённой (менее 1 ‰) воды, которая характерна для устьев участка реки.

Площади районов морского устья реки рассчитывались Долотовым В.В. с использованием ГИС в проекции *Pulkovo* – 42, зона 6N, и определялись авторами планиметрированием карт масштаба 1 : 5000. Сходимость результатов – хорошая, расхождения не превышали 1 %.

Обсуждение результатов. Конфигурация морского устья р.Чёрной обусловлена разломом Гераклеийского плато, образованием депрессии Севастопольской бухты и р.Чёрной (вероятно, в среднесарматское время [2]), деятельностью речного стока и затоплением палео-долины р.Чёрной, включая и овражно-балочную сеть, в период трансгрессий моря. В результате был сформирован риасовый тип берега рассматриваемого устья (не типичный для других бухт Чёрного моря), для которого были характерны положительные тектонические движения. За десятки тысячелетий в морском устье р.Чёрной сформировались мощные морские, лиманно-морские и аллювиальные отложения, и ландшафт, показанный на рис.2, *а*, очевидно, имел такой же вид и 2 тыс. лет назад.

Современный рельеф и гидрографическая сеть устьевой области р.Чёрной (рис.2, *в*) существенно отличаются от естественных. Конфигурация берегов изменена сооружением молов, причалов, дамб и др. гидротехнических сооружений на насыпных грунтах. Анализ картографического материала [4, 5, 9 – 11] позволил выделить ряд изменений, обусловленных ан-

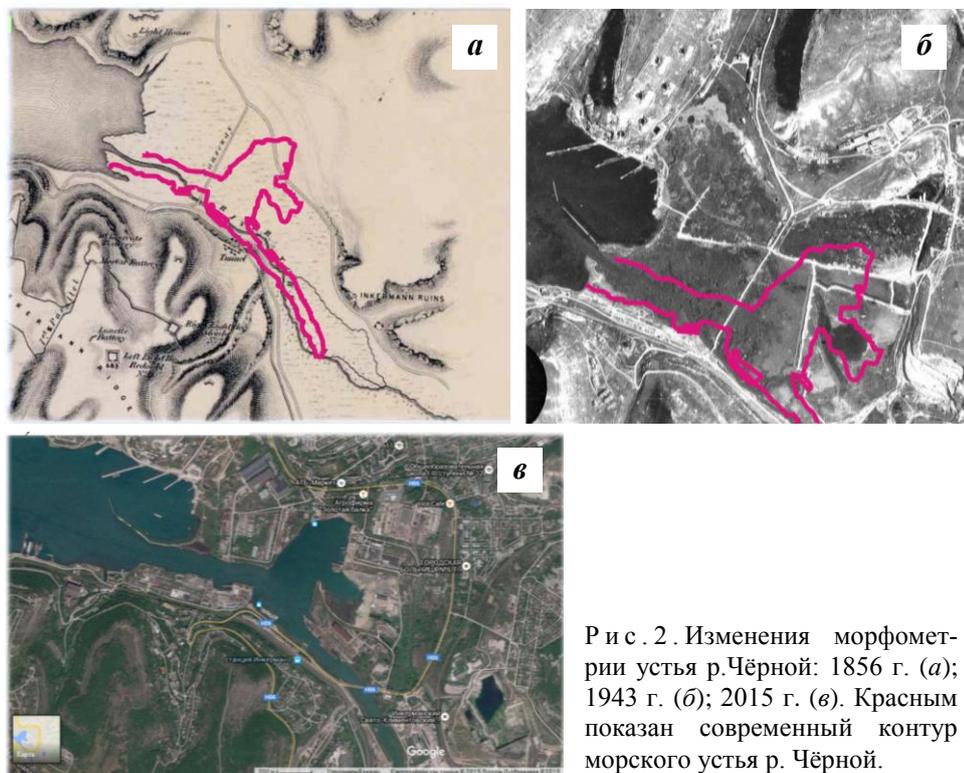


Рис. 2. Изменения морфометрии устья р.Чёрной: 1856 г. (*а*); 1943 г. (*б*); 2015 г. (*в*). Красным показан современный контур морского устья р. Чёрной.

тропогенными факторами. Установлено, что ранее река формировала дельту выдвигения [7], нижняя граница которой находилась в районе Нефтегавани (рис.1). Ещё более древняя внутренняя дельта реки, остатки которой прослеживаются до сих пор, располагалась в районе современного моста через реку (Президентской дороги, рис.1). Это подтверждается результатами бурения скважин на побережье устьевой области реки, в районе Инкермана, где была вскрыта 20-ти метровая толща морских и лагунно-лиманских илов позднего плейстоцена [2]. То есть, вероятно, на месте устьевом участка реки и Инкерманского лимана (рис.1) во время очередной трансгрессии долины реки была затоплена морем, затем, в результате заполнения приёмного водоёма осадками и регрессии моря, морская стадия развития устья сменилась лиманной, а позже речной, и устье приобрело современный рельеф.

Устье реки относилось к бухтово-дельтовому типу [7]. На карте 1856 г. (рис.2, а) видны остатки рукавов (и овражно-балочной сети), что свидетельствует о былой много рукавности дельты или миграции русла в историческом прошлом. Ландшафт дельты представлял собой заболоченную местность, через которую была проложена насыпная дамба с дорогой, что отчетливо видно на снимке 1943 г. (рис.2, б). В первой половине XVIII в. по искусственному водоводу производился забор воды из р.Чёрной (в районе д.Чоргунь) и переброска части её стока в накопительный резервуар, а затем в сухие доки Севастопольского порта. Объём водозабора неизвестен, но так как река небольшая, это могло сказываться на режиме устьевой части реки и выносе наносов на взморье. Однако к середине столетия водоводом перестали пользоваться, и сток реки восстановился.

Согласно данным промеров глубин (приведенным к среднему многолетнему уровню моря и выраженным в метрах) во время гидрографических работ в 1887 г., на взморье реки отмечался широкий бар протяжённостью 0,5 – 0,7 км, площадь этого обширного мелководья составляла примерно 0,3 км², глубины изменялись от 0,9 до 1,8 м. Глубина прилегающей к нему акватории Севастопольской бухты увеличивалась до 7 – 8 м, а на траверзе Сухарной балки (1 км от места впадения р. Чёрной) – до 9 м.

Через 25 лет (по данным 1911 г.) площадь мелководья несколько увеличилась (на 0,06 км²), глубины уменьшились до 0,5 – 1,5 м, а в прилегающей к нему части бухты – в среднем на 1 м. Следовательно, при естественном стоке р.Чёрной отметки конуса выноса повышались на 1 – 4 см в год и он продвигался в бухту в среднем на 8 м в год. Глубина устьевом участка реки была в 3 – 4 раза больше, чем на устьевом баре, и изменялась по направлению к вершине устья от 1,8 м на его нижней границе до 2,4 м на расстоянии 0,3 км от неё. Причина переуглубления русла не установлена. Природной причиной могло быть то, что в период прохождения по устьевому участку реки волны паводка или половодья, когда скорость потока максимальная, при ещё пониженном уровне воды приёмного водоёма (базиса эрозии), происходил размыв устьевом участка в районе контакта пресной и солёной воды, наносы транспортировались ниже по течению и откладывались в месте гашения скорости. Антропогенной причиной мог быть забор грунта. На расстоянии в 1 км и выше нижней границы устьевом участка реки её глубина уменьшалась до 1,2 – 1,0 м. Ширина русла в месте впадения в бухту в

среднем не превышала 20 м. В период дождевых паводков и половодья, а также при сильных нагонах Инкерманская долина затапливалась.

Естественные процессы устьеобразования были нарушены после сооружения Чернореченского водохранилища в 1954 г. (объёмом 64,2 млн. м³) в верхнем течении реки, зарегулировавшем сток воды и наносов, водозаборного гидроузла в нижнем течении и перепланировкой Инкерманской долины в дельтовой части реки и районе базиса эрозии. Кроме того, во второй половине XX в. в бассейне р. Чёрной было сооружено 33 пруда (объёмом 3,9 млн. м³), что также уменьшило сток воды и наносов в устье. Только на левобережном притоке, р. Сухой, было построено 4 пруда и водохранилище (объёмом 6,9 км³), расположенное у г. Гасфорта, на месте плотины 1853 г.

В лоциях 1937 и 1963 гг. [4, 5] сведений об изменениях рельефа восточной части Севастопольской бухты не содержится. В лоции 1963 г. [5] указано, что глубина на расстоянии 0,9 км от места впадения реки в бухту достигала 7,3 м, что примерно столько же, сколько отмечалось в начале века. Уменьшение выноса наносов р. Чёрной после зарегулирования её стока (на 31 %) обусловило замедление или даже прекращение роста дельты, этому же способствовали дноуглубительные работы и усиление роли морских факторов. Канал р. Чёрной в устье, в 70-е гг. прошлого века, имел среднюю глубину 7 м, как и прилегающая восточная часть бухты (где в понижениях рельефа глубина достигала 10 – 11 м). Мелководная зона (с глубинами 0,5 – 4 м) была локализована в восточной части Нефтегавани и вдоль кромок канала, её размеры уменьшились до 0,26 км² из-за гидротехнических работ и уменьшения стока речных наносов.

В настоящее время на месте заболоченной дельты расположена глубоководная акватория с причалами и песчаным пляжем, где ранее был старый рукав реки (рис. 2, в). Анализ вековых изменений уровня воды Севастопольской бухты показал, что в 1875 г. средний уровень составлял 465 см, а в 2014 г. – 481 см, то есть за 140 лет уровень моря увеличился на 16 см (0,11 см в год), что не могло привести к изменениям рельефа дельты. Следовательно, они обусловлены хозяйственной деятельностью, и устьевую область р. Чёрной в настоящее время можно считать антропогенно-изменённой. Это, очевидно, произошло при строительстве судоразделочного завода «Чермет», когда были произведены выемка грунта почти на всей территории дельты и его отсыпка в районе Нефтегавани (где позднее были построены производственные корпуса института им. А. Н. Крылова) и предприятия «Чермет».

Таким образом, хозяйственная деятельность изменила конфигурацию дельтовой части устьевой области р. Чёрной, природные условия и процессы в ней и создала более комфортные условия проживания людей и предпосылки для экономического развития региона.

В устьевой части реки вместо дельтового болота (предположительно, в 50-е гг. прошлого века) был создан водоём, глубиной 6 – 8 м (по данным карты 1972 г.) и до 9,4 м (по карте 1987 г.), увеличивший площадь закрытой части устьевого взморья (Севастопольской бухты) на 5 % (около 0,4 км²). Условно этот образованный водоём назван Инкерманским лиманом. С Севастопольской бухтой он соединён углублённым и расширенным Черноре-

ченским каналом, шириною около 130 м, протяжённостью 0,6 км и глубиной до 10,4 м (по промерам 2003 г.). Средняя глубина канала 8,3 м, ширина судоходной части 50 м. Инкерманский лиман, являющийся затопленной долиной р. Чёрной (Инкерманской долиной), в своей широкой части имел протяжённость 0,5 км, ширину до 650 м, глубины изменялись от 4 до 9,3 м (по промерам 2012 г.). Его узкая часть, глубиной 2 – 3,5 м, вдаётся в сушу на 1,5 км, ширина постепенно увеличивается (от реки к бухте) до 50 – 90 м. Русло корытообразное, имеет форму заилившегося канала. Такой рельеф образовался в результате гидротехнических работ по углублению и расширению русла и затопления морской водой устьевых участков р. Чёрной, который имел в естественном состоянии ширину от 5 до 20 м и незначительную глубину. Сооружение протяжённого судоходного канала «река Чёрная» было обусловлено оптимальным размещением хозяйственных объектов и организацией грузоперевозок – вершина канала была расположена в районе ранее функционировавшего железнодорожного моста, что упрощало перевалку грузов. Следовательно, район II, называемый условно «Инкерманским лиманом», включающий каналы и водоём, является искусственным водным объектом, кардинально изменившим гидрографию, рельеф, водный режим и условия природопользования в морском устье р. Чёрной. Эти преобразования привели к изменению типа устья – в настоящее время его можно считать лиманно-бухтовым или бухтовым, антропогенно-изменённым.

Устьевой участок реки в разные годы также подвергался антропогенным изменениям. В результате его обследования обнаружена серия плотин, перекрывающих устье реки. В районе Президентской дороги ширина реки 2 – 3 м, средняя глубина 0,5 м, скорость течения 0,2 – 0,5 м/с. На плёсовых участках, выраженных слабо, ширина реки увеличивается до 4 – 6 м, глубина до 1 м, течения практически не наблюдается. На расстоянии 0,65 км ниже пересекающей реку Президентской дороги (рис.1) речное русло убрано в 3 трубы, диаметром 0,8 м. Установлено, что устьевые процессы могут распространяться до первой от впадения реки в лиман руслозапрудной плотины, имеющей высоту около 1 м и расположенной в 0,8 км ниже Президентской дороги. Следовательно, вершиной морского устья реки в настоящее время является искусственное сооружение. Длина устьевых участков р. Чёрной оказалась равной не 3 км, как предполагалось ранее в [6], а 0,6 км. Ниже по течению, на месте ранее существовавшего устьевых участка реки, сформировался узкий, канализованный в прошлом лиман, который расширяется и соединяется с бухтой широким каналом (рис.1).

Современное состояние районов I и II (рис.1) морского устья р. Чёрной более детально представлено в таблице. В ней приводятся результаты гидрографического обследования устьевых участков реки и Инкерманского лимана, которое выполнялось авторами 17 июля и 5 августа 2015 г. При этом отмечалась безоблачная погода, слабый ветер переменных направлений, при выраженной бризовой циркуляции. В первой половине дня преобладал ветер с моря, который к вечеру уменьшался до штиля. Температура воздуха изменялась в пределах 23 – 32 °С. Сток реки в с. Хмельницком в период обследования в среднем составлял 1,13 м/с. Такие условия типичны для межженного периода, не нарушенного кратковременными паводками.

Т а б л и ц а . Современное состояние устьевое участка р.Чёрной в межень 2015 г.

характеристика	расстояние от вершины устья, км									
	0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,4	1,5	2,1	2,4
	устьевой участок реки					Инкерманский лиман				
ширина, м	2,3	7,5	11	10	18	22	23	78	90	170
глубина, м	0,8	1,0	1,3	1,7	1,7	2,0	2,3	2,4	3,0	–
скорость течения, м/с	0,2	–	0,1	0,0	0,0*	0,1*	0,1*	0,2*	0,2*	–
солёность у поверхности воды, ‰	0,0	0,0	0,3	3,5	4,5	9,0	14	15	16	–
площадь района устья, км ²	0,01					0,36				
длина района устья, км	0,6					2,3				

Примечание: * – обратные течения; прочерк – наблюдения не выполнялись.

В таблице представлены современные гидрографические сведения об устьевом участке р.Чёрной от вершины устья до нижней границы устьевое участка реки (площадью около 0,01 км²) и от него до начала канала, соединяющего районы II и III (рис.1), имеющего площадь 0,06 км². Площадь образованного водоёма (расширенной части Инкерманского лимана) составляет 0,22 км², а узкой части лимана 0,09 км².

В период обследования в узкой части лимана наблюдались разнонаправленные течения скоростью 0,05 – 0,23 м/с, обратные течения отмечались в средней и нижней частях лимана, а на устьевом участке – прямые, скоростью 0 – 0,20 м/с. Солёная вода (солёностью 1 ‰ и более) проникала на устьевой участок реки на расстояние 0,11 км. Этому способствовали малый сток р.Чёрной, нагонный ветер, сильное испарение. Солёность воды в 1,5 – 1,8 км от вершины устья была на 3 ‰, а на расстоянии 2,1 км на 1 ‰ больше, чем её средние многолетние значения.

Закключение. Таким образом, протяжённость устьевое участка р.Чёрной можно считать равной 0,6 км, что меньше, чем предполагалось ранее [6]. В результате хозяйственной деятельности глубина на бывшей границе устьевое участка реки (в районе базиса эрозии в прошлом) увеличилась в 4,6 раз, а ширина – в 6,5 раз, сток р.Чёрной был зарегулирован Чернореченским водохранилищем и прудами, что было причиной изменения русловых процессов на всём протяжении реки.

После проведения крупномасштабных гидротехнических работ площадь закрытой части устьевое взморья (за счёт образованного Инкерманского лимана) увеличилась на 5 % (на 0,4 км²). Взморье стало вдаваться в сушу (в результате затопления речной долины) на 2,4 км.

Антропогенные изменения рельефа и гидрографии морского устья р.Чёрной привели к тому, что бухтово-дельтовый тип морского устья изменился на лиманно-бухтовый. Поэтому устье р.Чёрной в настоящее время относится к антропогенно-изменённому типу [7].

Модернизация Севастопольского морского порта и планируемое в связи с этим углубление судового хода могут привести к дальнейшему осолонению Инкерманского лимана и устьевое участка реки Чёрной.

Масштабные преобразования устьевой области реки повысили экономический и рекреационный потенциал Севастопольского региона, сделав природопользование более рентабельным и многосекторным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аэрофотосъёмка* Севастопольской бухты 1943 г.; режим доступа: <http://www.reenactors-krim.info/threads/krym-i-seva-stopol-na-karta-i-aerofotosemke-1941-1945.677/#post-4638>.
2. *Иванов В.Е.* Особенности осадконакопления в устьях рек юго-западного Крыма в позднем плейстоцене и голоцене // Геология и полезные ископаемые Мирового океана.– 2014.– № 1.– С.94-107.
3. *Ломакин П.Д., Совга Е.Е., Щурова Е.С. и др.* Экспедиционные исследования Морского гидрофизического института в Восточном Сиваше весной и осенью 2014 г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014.– вып.28.– С.138-145.
4. *Лоция Чёрного моря.*– Л.: Изд-во геогр. отдела УМС РККА, 1937.– 490 с.
5. *Лоция Чёрного моря.*– Л.: Упр. гидрогр. службы ВМФ, 1963.– 464 с.
6. *Миньковская Р.Я.* Геофизическая характеристика реки Чёрной (севастопольский регион) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008.– вып.17.– С.194-214.
7. *Миньковская Р.Я.* Типизация морских устьев рек Украины // Доп. НАН України.– 2009.– № 9.– С.124-128.
8. *Миньковская Р.Я.* Районирование морских устьев рек по изменчивости солёности воды // Метеорология и гидрология.– 2015.– вып.9.– С.76-88.
9. *План окрестностей городовъ Севастополя, Камыша и Балаклавы въ 1854 и 55 годахъ / Сост. воен. топогр. штабс-кап. Мотковым.* Масштаб 750 саженей в дюйме.– Хромолитография Полонской.
10. *Plan of the attacks and positions of the Allied Armies before Sevastopol in 1854-5.* Масштаб 1:126720.
11. *Sewastopol. Stellungskarte. Stand vom 17.5.42.* Масштаб 1 : 25000.

Материал поступил в редакцию 25.11.2015 г.

R.Ya.Minkovskaya, A.N.Demidov

EVOLUTION OF MARINE MOUTH OF THE CHERNAYA RIVER (SEVASTOPOL REGION)

Structure of the marine mouth of the Chernaya River includes natural and artificial interconnected components. As a result of economic activity (mainly, in the middle of the last century) natural processes of mouthformation were broken, hydrography and morphometry of the mouth and its type are changed. On the basis of the hydrographic survey executed in 2015, cartographic materials (since 1856 to present), aerial photographs, satellite and literary data the evolution of marine mouth of the Chernaya River is studied, its river border is refined, and also current state of the mouth reach and the Inkerman liman are considered.

KEYWORDS: marine mouth of the Chernaya River, changes of hydrographic parameters, past and present state.