

РАЗДЕЛ 4.

ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 911.2

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЛЬТОВЫХ СТРУКТУР КРЫМСКО-АЗОВСКОГО РЕГИОНА

Баранов И. П.

*Институт биологического приборостроения РАН – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино, Московская область, Российская Федерация
E-mail: georeolog@gmail.com*

Несмотря на ввод в эксплуатацию Северо-Крымского канала, проблемы водоснабжения Крыма являются актуальными и в настоящее время. Частично они решаются за счет подземных водозаборов. Требуется наличие еще одного резервуара подземных вод. Ранее автором были составлены карты литодинамических потоков восточной части Равнинного Крыма, были выявлены палеодельтовые структуры суши. Установлено, что палеодельтовые структуры имеют свое продолжение в Азовском море. Для выявления новых перспективных структур была составлена детальная карта пластики рельефа дна моря. Выявлено самое крупное палеодельтовое образование западной части Азовского моря – Салгирская палеодельта. В пределах структуры выделены: дельта, авандельта и прodelьта. Проведена оценка перспектив. Подтверждено единство природных систем суши и моря, выявлены новые потенциальные области поиска подземных пресных вод.

Ключевые слова: картография, артезианские скважины, концепция пластики рельефа, литодинамика, палеодельты, Азовское море, Равнинный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Вода всегда являлась одним из важных, если не самым важным ресурсом всего человечества. Если говорить по отдельно взятому государству — России, то пока этих ресурсов достаточно. Хотя бывают времена, когда в отдельных регионах по различным причинам возникают проблемы дефицита пресных вод. Для этого требуется оценка всех возможных подземных резервуаров пресных и близких к ним по составу вод. Такой подход позволит планировать нормы и сроки обеспечения водой населения и зависящие от воды отрасли хозяйства. В статье рассматривается присутствие в западной части дна Азовского моря дельтовых структур и их элементов, как наиболее вероятных объектов содержания пресных вод. Используемые в данной работе метод и концепция пластики рельефа не новы в поиске подземных вод. Есть опыт участия в поисковых работах на западе Чили, где картографические модели проходили стадию проверки другими способами: георадарной съемки и непосредственного бурения скважин. Велись работы по поиску термальных подземных вод Камчатки [5].

Обнаруженные ранее в северо-восточной части Крыма дельтовые структуры были рассмотрены в статьях предыдущих лет [1, 2, 3, 4]. Перспективность данных структур была доказана за более чем полвека успешным бурением артезианских скважин. Поэтому перед автором была поставлена задача выяснить, есть ли продолжение перспективных дельтовых образований на дне Азовского моря. Карта

пластики рельефа дна Азовского моря 2016 г. [1], требует детального уточнения. Прежний масштаб (1:500000) показывает обобщенную картину и не имеет практического применения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Долгое время было принято считать, что рельеф дна Азовского моря, как мелководного водоема, выровненный, однообразный, с незначительными уклонами поверхности. Действительно, Азовское море — это мелководный водоем эстуарного типа, по классификации Д. Г. Панова [11] относится к бассейнам внутриплатформенных впадин. Это отражалось и в ранних батиметрических схемах [6]. Но в 70-е годы появляется новый фактический материал, разрабатываются инновационные подходы изучения дна. И прежние представления о плоском, выровненном рельефе морского дна сменились пониманием, что рельеф местами весьма расчленен [8, 9, 17]. Было установлено, что современный геоморфологический облик дна Азовского моря и его побережья сформировался в течение голоцена (последних 3 тыс. лет) под воздействием гидродинамических и седиментационных процессов на фоне нисходящих тектонических движений и общего эвстатического подъема уровня моря. Важно, что для глубин от 0 до 10 м характерна большая расчлененность рельефа по сравнению с более глубокими районами, чередование участков размыва дна и аккумуляции материала. В этой гидродинамически активной зоне получили широкое развитие песчаные косы, пересыпи, бары, дельты, лиманы и заливы. В центральной части моря на глубинах 10–13 м располагается обширная (площадью 5 тыс. км²) пологоволнистая аккумулятивная глинисто-илистая равнина — подводная равнина Панова. Где-то здесь, по мнению автора, должны были сохраниться остатки дельт крымских рек.

Применение в данной работе технологии «пластика рельефа» позволило: детализировать неровности поверхности дна моря, дифференцировать на относительные повышения (литодинамические потоки) и понижения; провести палеореконструкцию литодинамических процессов; увидеть картину единого геоморфологического поля «суша — дно моря». Для создания объединенной информационной картины использовались топографические карты Крыма (масштаб 1:100 000); навигационная карта Азовского моря (масштаб 1:50 000) на 2020 г. с отметками глубин. Точки глубин были преобразованы в изобаты с заложением изолиний 1 м (рис. 1.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По изолиниям равных глубин (изобатам) была составлена картографическая модель литодинамической ситуации дна Азовского моря (фрагмент представлен на рис. 2). На ней показана динамика перемещения вещества с суши в море. Поточковые структуры и системы Равнинного Крыма имеют унаследованное продолжение на морском дне. Это касается и дельтовых структур Джанкойского, Нижнегорского и Советского районов. На карте они выделены номерами I и II.

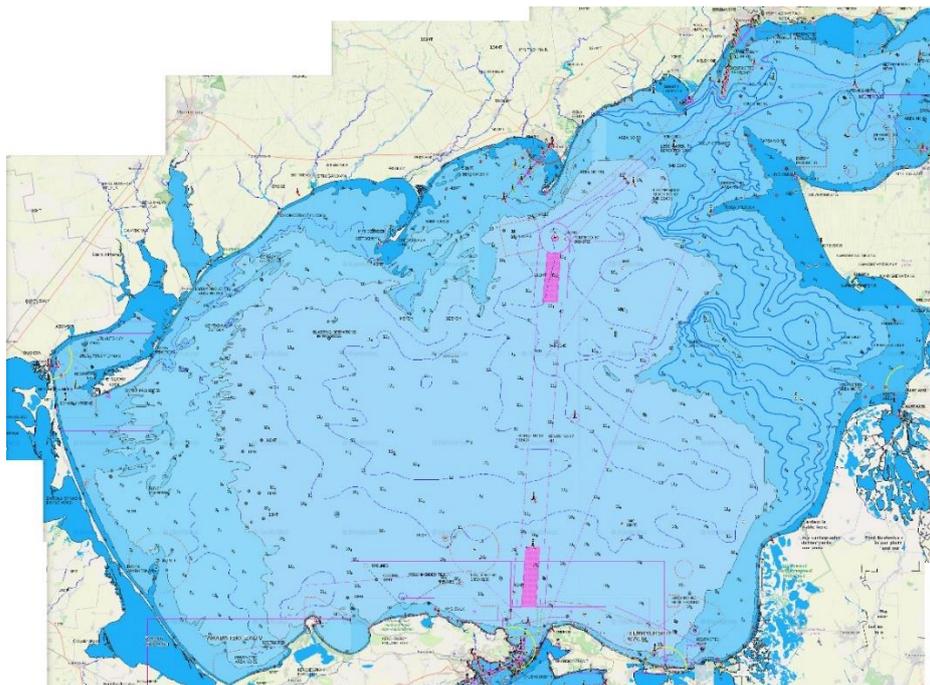


Рис. 1. Батиметрическая карта Азовского моря. М 1:50 000

Обе дельты, по мнению ряда ученых [7, 12, 13], могли быть сформированы во время веерной миграции русла реки Салгир. Данные системы условно названы автором Джанкойской (I) и Нижнегорской (II) палеodelьтами [1]. Использование батиметрических данных позволило выявить палеodelьту III, которая «берет начало» между дельтами I и II. Данная структура выдвинута в пределы Азовского моря. Берет свое начало западнее Арабатской стрелки и простирается до центральной части аккумулятивной равнины Панова. Условно названа Салгирская палеodelьта. По своим размерам она не уступает Джанкойской палеodelьте, что говорит о значительных массах осадочных пород, в настоящее время перекрытых морскими глинистыми илами.

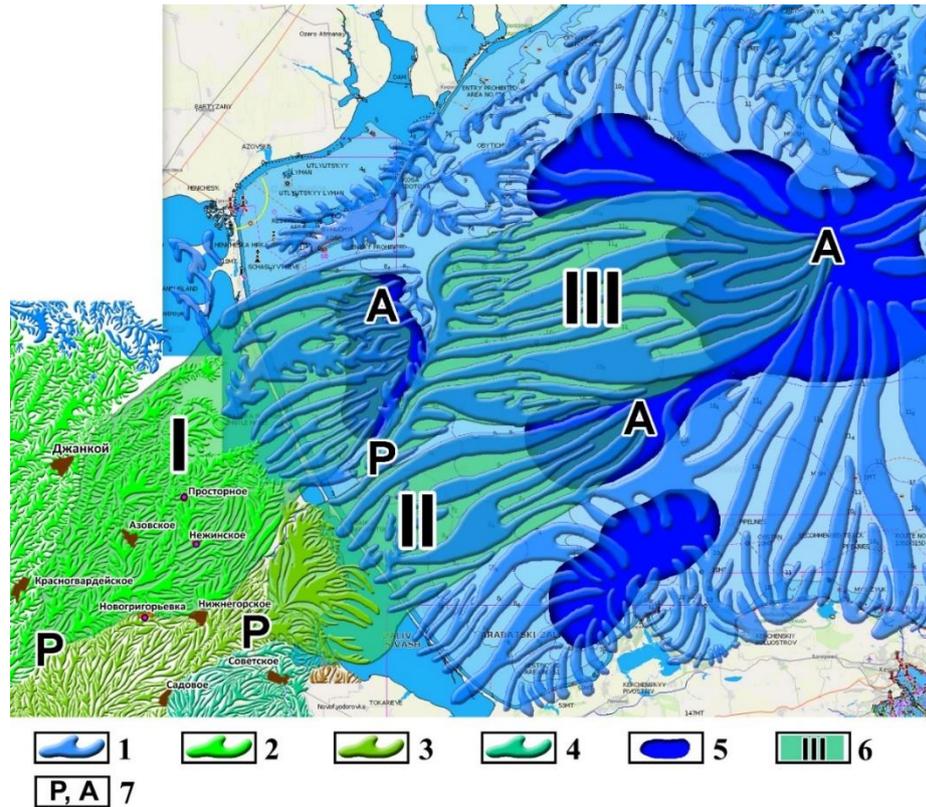


Рис. 2. Палеодельтовые структуры северо-востока Крыма, их начальные (на суше) и конечные (на дне Азовского моря) точки. М 1:50 000.

Условные обозначения

1–4 — литодинамические потоки: 1 — дна Азовского моря, 2 — Джанкойской системы, 3 — Нижнегорской системы, 4 — Белогорской системы, 5 — впадины; 6 — палеодельты и их номера (I — Джанкойская, II — Нижнегорская, III — Салгирская); 7 — начальные и конечные точки дельтовых структур — репеллер и аттрактор.

Также на рис. 2 выделены начальные и конечные точки каждой из структур. Начальная точка, согласно разработанной И. Н. Степановым теории «пластики рельефа» [15, 16] — репеллер, а конечная — аттрактор. Определение местоположения этих точек дает возможность воссоздать палеогидрологическую обстановку. Начальная точка (репеллер) ветвления дельты приблизительно указывает на положение древней береговой линии. Конечная точка (аттрактор) указывает на расположение древних впадин, оказывающих существенное влияние на распределение осадочных отложений на тот период времени.

Но не все реки могут создавать полноценные дельты. Главный создающий фактор — величина стока наносов реки. Чем она больше, тем больше, при прочих равных условиях, и объем аллювиального конуса выноса реки. Росту дельты

способствуют: мелководность залива или прибрежной зоны моря; вертикальные движения земной коры с положительным знаком (тектоническое поднятие); понижение уровня водоема, в который река впадает. Главный фактор, препятствующий образованию и развитию дельты, — разрушающее воздействие морского волнения. Формированию дельты не способствуют также большие глубины залива или прибрежной зоны моря, сильные приливные течения, тектоническое опускание или просадка грунта, повышение уровня приемного водоема. Поэтому не у каждой дельты развита ее площадь в пространстве.

В случае формирования крымскими северо-восточными реками наносов в виде дельт следует отметить, что, с одной стороны соблюдается условие мелководности Азовского моря, но, при этом, площадь сбора, объем и скорость воды в реках невелики, незначителен и современный сток наносов. Поэтому, в современных условиях, дельты здесь просто не имели шансов сформироваться. Тем не менее «пластика рельефа» позволила обнаружить данные образования. В первую очередь такие структуры были обнаружены на суше [1, 2, 3, 4].

Рассмотрим подробно структуру системы Джанкойской палеodelьты. Ее можно подразделить по возрасту (рис. 3). Наиболее древняя часть — дельтовая равнина, расположенная в вершинной области дельты, которая в наше время ограничена с севера комплексом бассейнов временных водотоков, местами соседствующая с бассейном реки Чатырлык, а с юга — современным бассейном р. Салгир. Условный район расположен между пгт Октябрьское и поселком Просторное. К средней части палеodelьты (авандельты) относится северо-восточная (Присивашская) часть дельты, которая ближе к заливу имеет облик лиманно-дельтовой аллювиальной низменности, сформировавшейся из многочисленных более молодых дельтовых конусов выноса.

Характерная особенность Джанкойской дельты — наличие литодинамических структур веерной формы. Перепады высот незначительные, что затрудняет их выделение на местности. Основными индикаторами понижений являются долины современных пересыхающих рек: Победная, Стальная и др. Это относительно прямолинейные русла, которые характерны для нижних (приморских) районов современных дельт. Местами отмечается меандрирование русел, в настоящее время отраженное в старицах этих рек. Вероятно, данные русла — остатки древних протоков, рукавов и ериков дельты палео-Салгира в период его наибольшей полноводности. Ближе к Сивашу основными индикаторами повышений являются острова и полосы полынно-типчачковой растительности. В пределах понижений, ввиду близкого залегания засоленных грунтовых вод и избыточной увлажненности, развиты солончаки с галофитной растительностью.

Нижняя или продельтовая часть расположена в пределах Азовского моря и его залива Сиваш. По сути — на карте (рис. 3) показана палеореконструкция тех процессов, которые имели быть место десятки тысяч лет назад. Литодинамические потоки, образованные наносами палео-Салгира, устремлялись ко впадине, который служил локальным аттрактором. Выносы дельтовых рукавов и проток привели к накоплению вблизи их устьев и на акватории авандельты масс осадочных отложений.

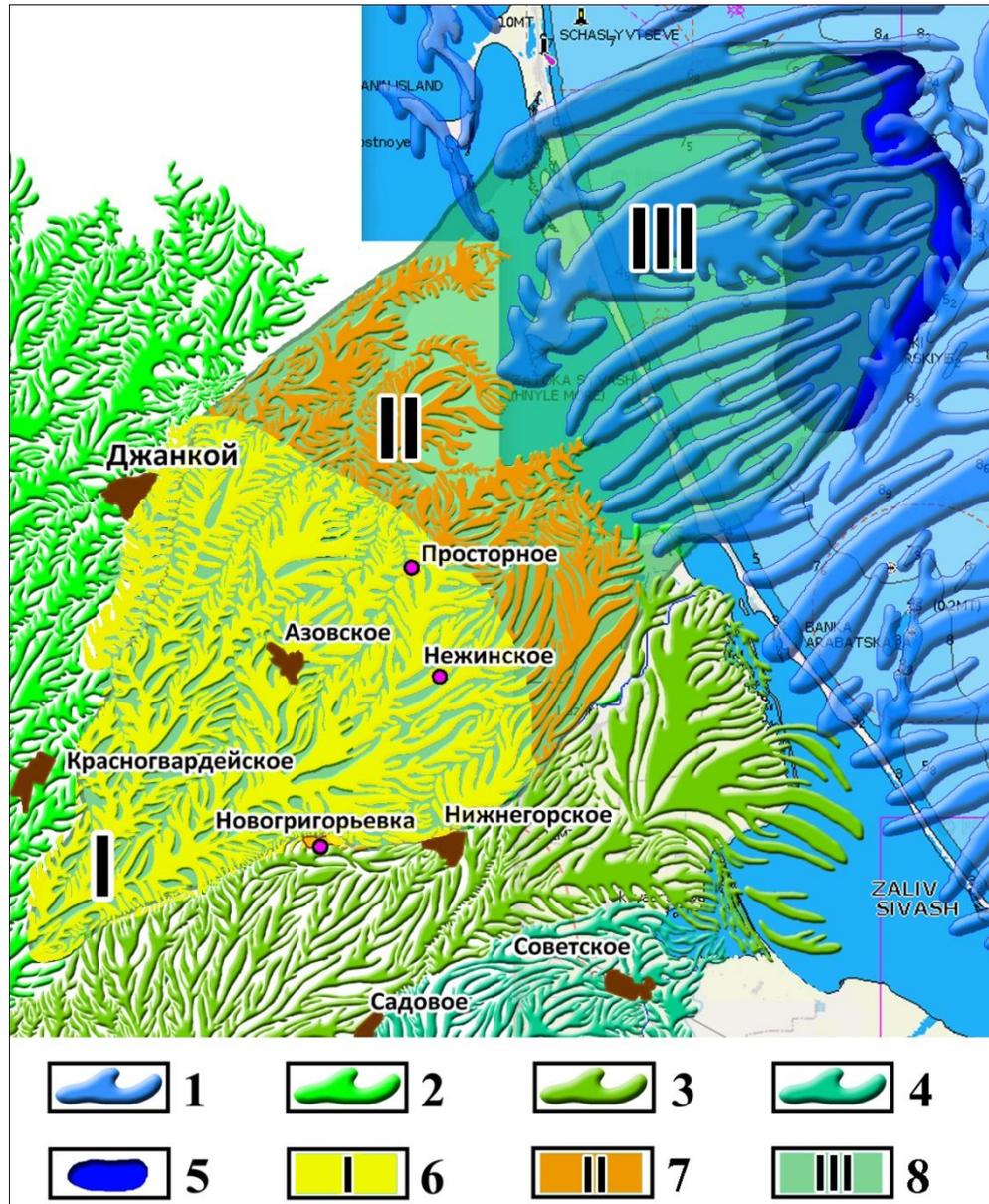


Рис. 3. Джанкойская палеодельтовая структура. М 1:50 000.

Условные обозначения

1–4 — литодинамические потоки: 1 — дна Азовского моря, 2 — Северо-Крымской системы, 3 — Нижнегорской системы, 4 — Белогорской системы; 5 — впадины; 6–8 — части Джанкойской палеодельты: 6 — верхняя; 7 — средняя; 8 — нижняя.

Когда активные речные процессы (значительный сток воды и снос литологического материала) стали замедляться (1–1,5 тыс. л.н.), наступила фаза активизации морских процессов. Таким образом, выдвигающиеся в море осередки устьевых баров, сформировавших группы отмелей и валов, ориентированных к центру моря, теперь стали фундаментом и строительным материалом для современной Арабатской стрелки. Приливно-нагонные явления способствовали перегруппировке наносов в иную форму — прибрежной косы. На рис. 4 представлена классическая схема формирования дельты, которая применима и для Джанкойской палеodelьтовой структуры. С той лишь разницей, что южнее расположены Нижнегорская и Салгирская дельты, наносы которых «удлиннили» Арабатскую косу. По сути, Джанкойская палеodelьта сейчас заблокирована осадочными отложениями суши, Азовского моря и его залива Сиваш.

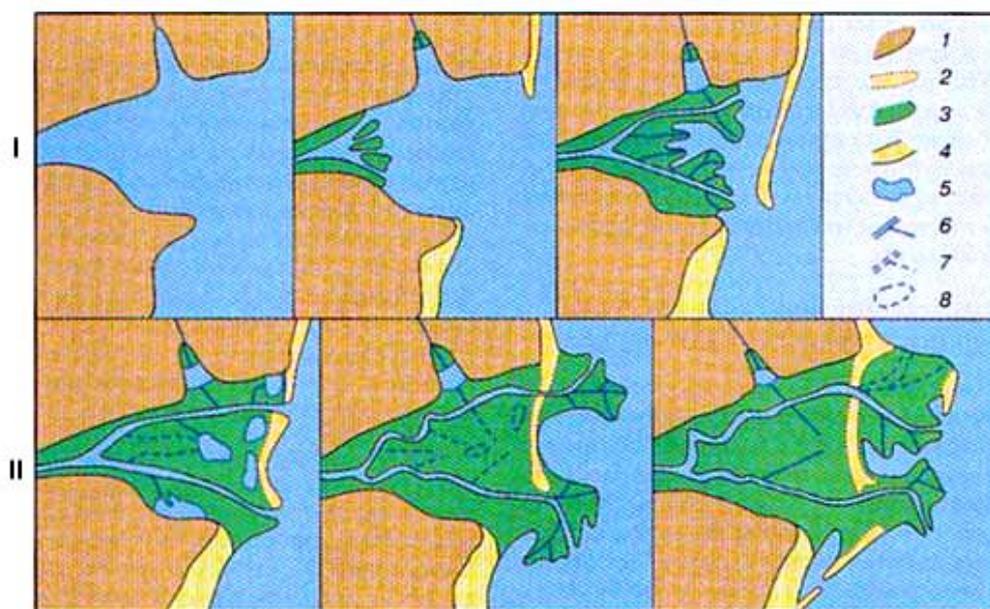


Рис. 4. Схема формирования дельты по этапам: заполнение морского залива (I); формирование дельты выдвигания на открытом морском побережье (II) [10].

Условные обозначения:

1 — прилегающая к дельте суша (берег залива); 2 — морские песчаные косы; 3 — низменные дельтовые острова; 4 — приморская аккумулятивная равнина; 5 — водоемы дельты; 6 — действующие рукава и протоки; 7 — отмершие рукава и протоки; 8 — обсохшие котловины дельтовых водоемов.

Известно, что размеры дельт варьируют от 100 м до 100 км и более. В течение длительного периода времени мощность потока воды и осадочного материала главной водной артерии дельты может изменяться, режим трансгрессии сменяется режимом регрессии и обратно, изменяется положение реки. Все это приводит к тому,

что строение дельты может представлять собой систему накладывающихся друг на друга по горизонтали и по вертикали отдельных разновозрастных дельтовых вееров. Так и в пределах Джанкойской палеodelьты с помощью «пластики рельефа» стала возможной визуализация дельтовых лопастей-вееров одного возраста (рис. 5).

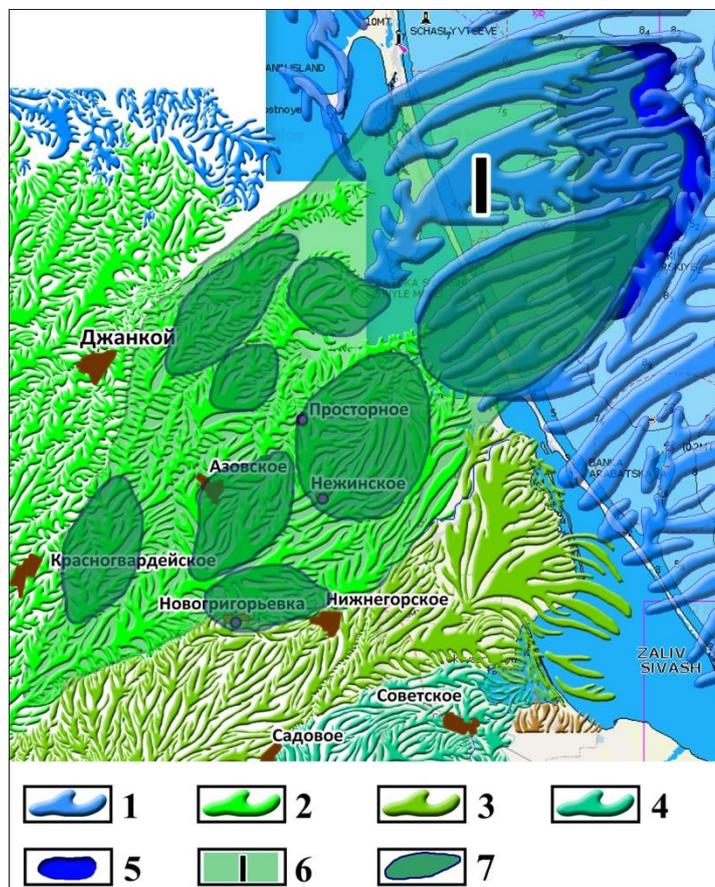


Рис. 5. Карта дельтовых лопастей-вееров в пределах Джанкойской палеodelьты. М 1:50 000.

Условные обозначения:

1–4 — литодинамические потоки: 1 — дна Азовского моря, 2 — Джанкойской системы, 3 — Нижнегорской системы, 4 — Белогорской системы; 5 — впадины; 6 — Джанкойская палеodelьта и их номер; 7 — составные части дельты — лопасти-веера.

В пределах Нижнегорской палеodelьты так же были выделены дельтовые лопасти-веера (рис. 6). Визуализация дельтовых лопастей-вееров Салгирской палеodelьты показана на рис. 7.

Активный трансгрессивно-регрессивный характер колебаний уровня Азовского моря 5–11 тыс. лет назад оказал сильное влияние на формирование гидрографической

сети Салгирского бассейна и на динамику устьев рек. Глубокая регрессия в конце позднего плейстоцена привела к сокращению площади озера, врезанию русла Салгира в отложения бывшего шельфа.

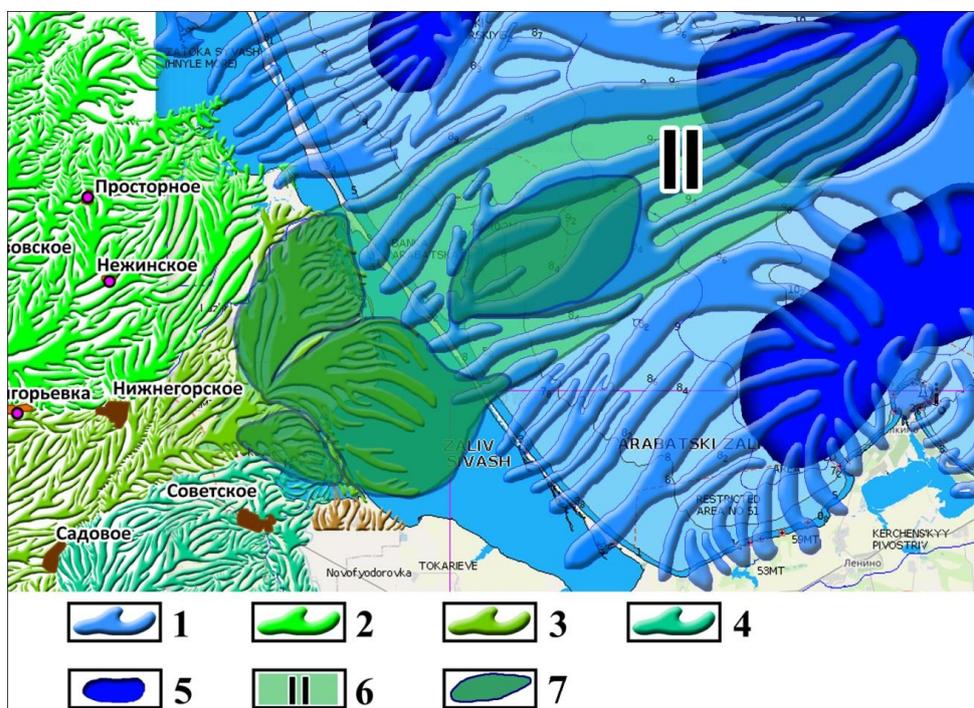


Рис. 6. Карта дельтовых вееров в пределах Нижнегорской палеodelты. М 1:50 000.

Условные обозначения:

1–4 — литодинамические потоки: 1 — дна Азовского моря, 2 — Джанкойской системы, 3 — Нижнегорской системы, 4 — Белогорской системы; 5 — впадины; 6 — Нижнегорская палеodelта и их номер; 7 — составные части дельты — лопасти-веера.

Присутствие на бывшем дне Азовского моря к северу и югу наносов своих же двух морфодинамических палеodelт, «заставили» Салгир прорезать себе дорогу между ними (рис. 7). Первоначальные размеры дельты могли быть незначительными. Но таяние ледника в Крымских горах, рост водных масс и скорости их перемещения могли способствовать увеличению площади дельты, выдвигению ее к центру Азовского моря. Ввиду того, что объемы льда в Крымских горах, относительно северных территорий, были незначительными, питание реки талыми водами быстро сокращалось, процесс формирования дельты по дну современного моря мог длиться несколько столетий. В то же время, уровень самого Азовского моря, ввиду его незначительной глубины и площади, повышался. Это привело к тому, что дельта оказалась ниже уровня моря. Постепенно и устье реки достигло современной

береговой линии. На фоне климатического потепления поверхностные воды, питавшие главную артерию Крыма, значительно сократились. В наиболее жаркие летние месяцы река стала пересыхать, вынос аллювиальных пород уменьшился. Все это способствовало перехвату инициативы процессам Азовского моря.

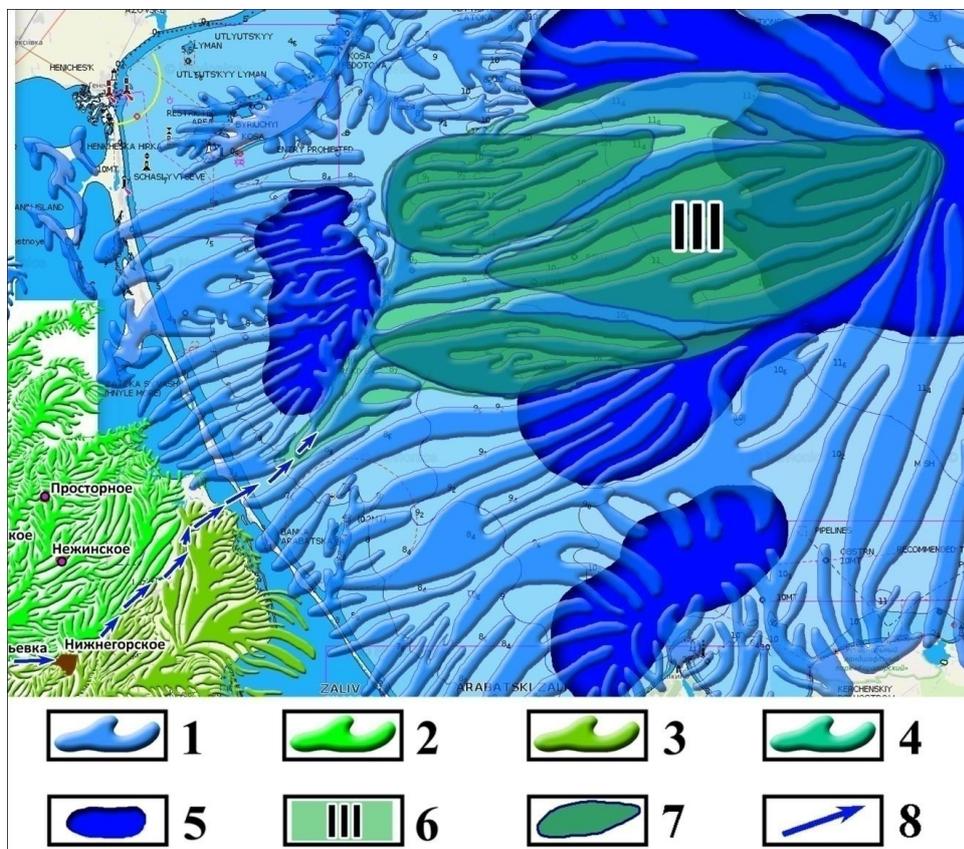


Рис. 7. Карта дельтовых вееров в пределах Салгирской палеодельты. М 1:50 000.

Условные обозначения:

1–4 — литодинамические потоки: 1 — дна Азовского моря, 2 — Джанкойской системы, 3 — Нижнегорской системы, 4 — Белогорской системы; 5 — впадины; 6 — Салгирская палеодельта и их номер; 7 — составные части дельты — лопасти-веера; 8 — современное местоположение р. Салгир и вероятный путь выдвигания реки в период регрессии по дну Азовского моря.

Приведенные карты и их анализ подтверждают наличие в пределах северо-восточной части Крыма, дна Азовского моря и его залива Сиваш ряда палеодельтовых структур. Данные образования интересны не только с научной точки зрения, но и как возможные объекты концентрации подземных пресных вод. Ведь именно в пределах дельтовых равнин и авандельт происходит значительное

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЛЬТОВЫХ СТРУКТУР КРЫМСКО-АЗОВСКОГО РЕГИОНА

накопление песков, которые являются коллектором пресных вод. Учитывая, что в периоды смены периодов трансгрессий и регрессий в пределах функционирующей дельты происходит послойное накопление осадочных пород, где песчаные отложения дельты и авандельты перекрываются морскими глинистыми отложениями, то под каждой из дельтовых структур может быть несколько этажей природных резервуаров пресных вод. Чем глубже расположены песчаные залежи, тем старше палеodelьты. Ближе к поверхности расположены более молодые дельтовые образования. Правда, учитывая пространственную динамику русла главного водотока — р. Салгир, продуктивных этажей Салгирской палеodelьты может 1–2, не более.

Перспективные области палеodelьтовых систем северо-восточной части Крыма показаны на рис. 8.

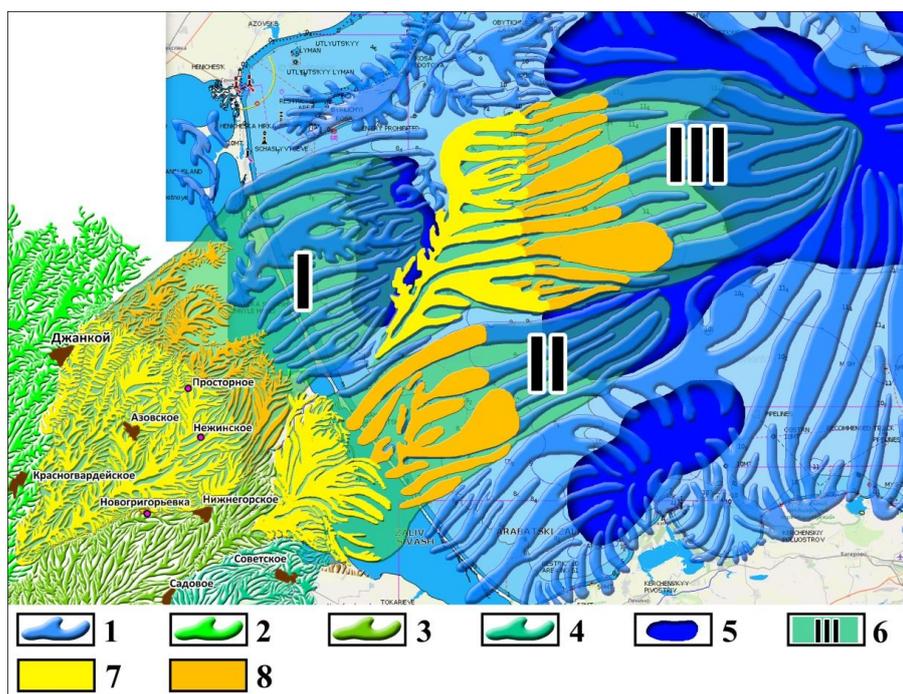


Рис. 8. Дельтовые и авандельтовые части палеodelьтовых систем северо-восточного Крыма. М 1:50 000.

Условные обозначения:

1–4 — литодинамические потоки: 1 — дна Азовского моря, 2 — Джанкойской системы, 3 — Нижнегорской системы, 4 — Белогорской системы; 5 — впадины; 6 — палеodelьты и их номера (I — Джанкойская, II — Нижнегорская, III — Салгирская); 7 — область дельтовых равнин; 8 — область авандельты.

ВЫВОДЫ

Изучение структуры четвертичных дельтовых образований дна Азовского моря научным сообществом недостаточно освещено. Бассейн водоема и впадающие в него реки были настолько несущественны в глобальных масштабах науки, что изучение деталей рельефа дна, незначительных перепадов глубин было нецелесообразно. Основное внимание уделялось абразивным береговым процессам, которые играли роль в развитии хозяйственной деятельности человека.

Отдельные границы и площади распространения частей палеodelьтовых систем могут быть оспорены или подтверждены полевыми исследованиями. Также нельзя дать однозначные ответы о происхождении палеodelьтовых структур и их возрасте. Выявлено, что Салгирская палеodelьта младше Джанкойской и Нижнегорской структур, т.к. реке пришлось прокладывать себе путь между наносами соседних палеodelьт.

На картах статьи впервые подробно показаны литодинамические системы дна Азовского моря, начальные точки которых расположены на материковой части Крымского полуострова. Выделены структурные элементы палеodelьт суши и дна, их наиболее перспективные области. Это подтверждается расположением крупнейших водозаборов северного Крыма в пределах дельтовой равнины (Новогригорьевский, Просторненский и Нежинский) Джанкойской палеodelьтовой системы. Аналогичные перспективные участки показаны для Нижнегорской и Салгирской палеodelьт.

Выделение дельтовых и авандельтовых частей каждой из палеodelьт важно для ведения хозяйства юга России. В пределах этих областей могут быть расположены с большой долей вероятности крупные резервуары подземных пресных вод, которые в условиях сухого климата играют роль стратегически важных объектов. Знание об этих подземных природных резервуарах, подтверждение их продуктивности опытным путем позволит использовать такие ресурсы как НЗ в критические моменты водоснабжения всего региона.

Список литературы

1. Баранов И.П. Гидрологический потенциал и проблемы водозаборов северо-восточного Крыма относительно литодинамической ситуации региона // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2022. Том 8 (74). № 1. С. 145–158.
2. Баранов И.П., Степанова В.И. Возможности решения проблемы водоснабжения Крыма за счет подземных вод на дне Азовского и Черного морей. Вода Magazine, 2016. №3 (103). С. 32–37.
3. Баранов И. П., Степанова В. И. Выявление локальных резервуаров подземных вод Равнинного Крыма на основе карты литодинамических потоков // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2020. Том 6 (72). № 3. С. 266–279.
4. Баранов И.П., Степанова В.И. Палеорекострукция древних дельт Азовского и северо-восточной части Черного морей, как потенциальных резервуаров подземных артезианских вод, на основе метода пластики рельефа / Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований», 2015. Москва. С. 27–30.
5. Баранов И.П., Степанова В.И. Анализ литодинамики юга Камчатки с целью выявления потенциальных участков выхода термальных вод // География и природные ресурсы. 2022. №3. С. 167–173.

6. Гидрологический справочник морей СССР. Т. III: Азовское море / под ред. Н.М. Книповича, Г. Р. Брегмана. Л.: Гидрометиздат, 1937а. Вып. 2. С. 227–465.
7. Львова Е.В. Равнины Крыма. Научно-популярный очерк. Симферополь: Таврия. 1982. 32 с.
8. Матишов Г.Г. Геоморфологические особенности шельфа Азовского моря // Вестник ЮНЦ РАН. 2006а. Т. 2. № 1. С. 44–48.
9. Матишов Г.Г. Новые данные о геоморфологии дна Азовского моря // Доклады АН. 2006б. Т. 409. № 3. С. 375–380.
10. Михайлов В.Н. Эти изменчивые речные дельты // Природа. 2002. № 4. С. 43–49.
11. Панов Д.Г., Хрусталева Ю.П. Об истории развития Азовского моря в голоцене // Докл. АН СССР. 1966. Т. 166. № 2. С. 429–432.
12. Подгородецкий П.Д. Крым: Природа. Справочное издание. Симферополь: Таврия. 1988. 192 с.
13. Слудский А.Ф. Древние долины реки Салгир. Изв. Крым.отд. геогр. общ-ва СССР. 1953. Выпуск 2. С. 31–38.
14. Степанов И.Н., Баранов И.П., Степанова В.И. Использование карт пластики рельефа при оперативном поиске пресных питьевых и технических подземных вод. Вода magazine, 2011 №1(41), С. 24–26.
15. Степанов И.Н. и др. Методика составления серии среднемасштабных тематических карт «Природно-мелиоративная и сельскохозяйственная оценка Срединного региона СССР» В сб.: Материалы Всесоюзной конференции «Оценка природно-мелиоративных условий и прогноз их изменений. Пушино», 1977, С. 23–93.
16. Степанов И.Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. М.: Наука, 2006. 230 с.
17. Шнюков Е.Ф., Орловский Г.Н., Усенко В.П. (и др.). Геология Азовского моря / Киев: Наукова думка, 1974. 248 с.

STUDY OF DELTA STRUCTURES OF THE CRIMEAN-AZOV REGION

Baranov I. P.

*Institute for Biological Instrumentation of RAS - a separate division of FITZ PNC RAS, Pushchino,
Moscow region, Russian Federation
E-mail: georeolog@gmail.com*

Currently, the problems of the Crimean water supply are being solved at the expense of local water intakes and the waters of the North Crimean Canal. However, the emergence of political or environmental (radioactive or biological contamination) problems may again lead to the cessation of fresh water supply to the peninsula. In this case, the load on local water intakes will increase again, Especially for Novogrigoryevsky, Spacious and Nezhinsky water intakes. Their underground reserves of artesian waters can be equated to the NZ of the Plain Crimea. In the period 2014–2022. their operation has significantly lowered the level of the water horizon of underground reservoirs. Their long-term use can lead to an environmental catastrophe that will affect both the population of the north-east of the Crimea and the agriculture of the entire peninsula. This requires the presence of another reservoir of groundwater, which will be the most inviolable reserve of the entire Crimea. Earlier, the author compiled maps of lithodynamic flows of the central and eastern parts of the Plain Crimea, their analysis was carried out, as a result of which the paleodeltic structures of Salgir and promising local artesian depressions were identified. At the moment, the vast majority of such facilities are successfully operated. Due to the fact that the lithodynamic flows of promising paleodeltic structures have their continuation within the Sea of Azov, the author has compiled a detailed map of the plastic relief of the bottom of the reservoir, analyzed and identified new structures that can serve as reservoirs of fresh

water. The basis of the map was bathymetric data collected in recent years. The largest paleodelt formation in the western part of the Sea of Azov is the Salgir paleodelt, formed during the melting of ice and snow of the last glaciation, one of the foci of which could be located in the Crimean Mountains. It is suggested that the Saligra delta is younger in age than the previously identified Dzhankoy and Nizhnegorskaya paleodelts, located mainly on the territory of modern land. The river was forced to make its way between ancient sediments, which is reflected on the map of lithodynamic flow structures and systems of the bottom of the Sea of Azov. Within the structure of the delta, Avandelt and prodelt. The most promising of them are the delta sand deposits currently covered by a cover of clay rocks. Avandelt sand lenses are less promising, but they can also be examined for the presence of fresh water in them. According to their boundaries, an assessment of the prospects for the formation of favorable conditions for the accumulation of fresh water in them was carried out. Thus, the unity of natural systems is confirmed and new promising areas of search for underground fresh water are identified, which is important for solving possible problems of water supply and environmental safety of the Crimea.

Keywords: cartography, artesian wells, concept of relief plasticity, lithodynamics, paleodelts, Sea of Azov, Plain Crimea.

References

1. Baranov I.P. Gidrologicheskiy potentsial i problemy vodozaborov severo-vostochnogo Kryma otnositelno litodinamicheskoy situatsii regiona. //Uchenyye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2022. Tom 8 (74). № 1. S. 145–158. (in Russian)
2. Baranov I.P., Stepanova V.I. Vozmozhnosti resheniya problemy vodosnabzheniya Kryma za schet podzemnykh vod na dne Azovskogo i Chernogo morey. Voda Magazine. 2016. №3(103). S. 32–37. (in Russian)
3. Baranov I. P., Stepanova V. I. Vyyavleniye lokalnykh rezervuarov podzemnykh vod Ravninnogo Kryma na osnove karty litodinamicheskikh potokov. Uchenyye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2020. Tom 6 (72). № 3. S. 266–279. (in Russian)
4. Baranov I.P., Stepanova V.I. Paleorekonstruktsiya drevnikh del't Azovskogo i severo-vostochnoy chasti Chernogo morey. kak potentsialnykh rezervuarov podzemnykh arteziyskikh vod. na osnove metoda plastiki relyefa/Sbornik materialov XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennyye kontseptsii nauchnykh issledovaniy». 2015. Moskva. S. 27–30. (in Russian)
5. Baranov I.P., Stepanova V.I. Analiz litodinamiki yuga Kamchatki s tselyu vyyavleniya potentsialnykh uchastkov vykhoda termalnykh vod // Geografiya i prirodnyye resursy. 2022. №3. S. 167–173. (in Russian)
6. Gidrologicheskiy spravochnik morey SSSR. T. III: Azovskoye more / pod red. N.M. Knipovicha. G.R. Bregmana. L.: Gidrometizdat. 1937a. Vyp. 2. S. 227–465. (in Russian)
7. Lvova E.V. Ravniny Kryma. Nauchno-populyarnyy ocherk. Simferopol: Tavriya. 1982. 32 s. (in Russian)
8. Matishov G.G. Geomorfologicheskiye osobennosti shelfa Azovskogo morya // Vestnik YuNTs RAN. 2006a. T. 2. № 1. S. 44–48. (in Russian)
9. Matishov G.G. Novyye dannyye o geomorfologii dna Azovskogo morya // Doklady AN. 2006b. T. 409. № 3. S. 375–380. (in Russian)
10. Mikhaylov V.N. Eti izmenchivyye rechnyye del'ty // Priroda. 2002. № 4. S. 43–49. (in Russian)
11. Panov D.G., Khrustalev Yu.P. Ob istorii razvitiya Azovskogo morya v golotsene // Dokl. AN SSSR. 1966. T. 166. № 2. S. 429–432. (in Russian)
12. Podgorodetskiy P.D. Krym: Priroda. Spravochnoye izdaniye. Simferopol: Tavriya. 1988. 192 s. (in Russian)
13. Sludskiy A.F. Drevniye doliny reki Salgir. Izv. Krym.otd. geogr. obshch-va SSSR. 1953. Vypusk 2. 31–38 s. (in Russian)

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЛЬТОВЫХ СТРУКТУР КРЫМСКО-АЗОВСКОГО РЕГИОНА

14. Stepanov I.N., Baranov I.P., Stepanova V.I. Ispolzovaniye kart plastiki relyefa pri operativnom poiske presnykh pityevykh i tekhnicheskikh podzemnykh vod. Voda magazine. 2011 №1(41). S. 24–26. (in Russian)
15. Stepanov I.N. i dr. Metodika sostavleniya serii srednemashtabnykh tematiceskikh kart «Prirodno-meliorativnaya i selskokhozyaystvennaya otsenka Sredinnogo regiona SSSR» V sb.: Materialy Vsesoyuznoy konferentsii «Otsenka prirodno-meliorativnykh usloviy i prognoz ikh izmeneniy. Pushchino». 1977. S. 23–93. (in Russian)
16. Stepanov I.N. Teoriya plastiki relyefa i novyye tematicheskiye karty. M.: Nauka. 2006. 230 s. (in Russian)
17. Shnyukov E.F., Orlovskiy G.N., Usenko V.P. (i dr.). Geologiya Azovskogo morya / Kiyev: Naukova dumka. 1974. 248 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 19.04.2023 г.