

КОРОТАЕВ В.Н.

Ведущий научный сотрудник НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.н., г. Москва, vlaskor@mail.ru

РИМСКИЙ-КОРСАКОВ Н.А.

Заведующий лабораторией гидролокации дна, заместитель директора Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, д.т.н., г. Москва, nrk@ocean.ru

БАБИЧ Д.Б.

Старший научный сотрудник НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, генеральный директор ООО «Гидроэкология-КГС», к.г.н., г. Москва, dmbabich@mail.ru

ИВАНОВ В.В.

Старший научный сотрудник НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, к.г.н., г. Москва, vvi06.56@mail.ru

КАЛАШНИК А.В.

Начальник Астраханского комплексного проектно-изыскательского отдела ОАО «СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ», г. Астрахань, a.kalashnik@mail.ru

ПРОНИН А.А.

Научный сотрудник лаборатории гидролокации дна Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, pronin@ocean.ru

САРИЕВА Д.Б.

Инженер-геолог Астраханского комплексного проектно-изыскательского отдела ОАО «СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ», г. Астрахань, asmp@astranet.ru

KOROTAEV V.N.

Leading researcher of the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and River Bed Evolution of the Geography Faculty of Lomonosov Moscow State University, DSc (doctor of science in Geography), Moscow, vlaskor@mail.ru

RIMSKI-KORSAKOV N.A.

Head of the Bottom Hydrolocation Laboratory, deputy director of the Shirshov Oceanology Institute of the Russian Academy of Sciences, DSc (doctor of science in Technics), Moscow, nrk@ocean.ru

BABICH D.B.

Senior researcher of the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and River Bed Evolution of the Geography Faculty of Lomonosov Moscow State University, PhD (candidate of science in Geography), Moscow, dmbabich@mail.ru

IVANOV V.V.

Senior researcher of the Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and River Bed Evolution of the Geography Faculty of Lomonosov Moscow State University, PhD (candidate of science in Geography), Moscow, vvi06.56@mail.ru

KALASHNIK A.V.

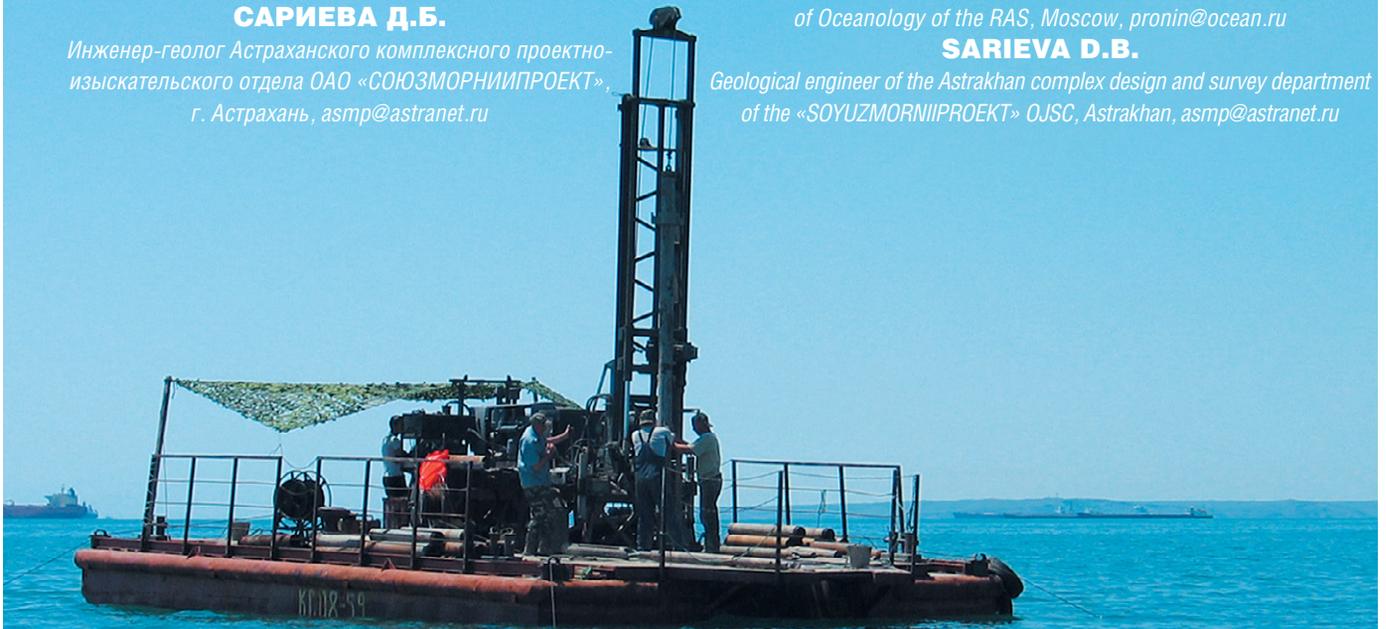
Head of the Astrakhan complex design and survey department of the «SOYUZMORNIIPROEKT» OJSC, Astrakhan, a.kalashnik@mail.ru

PRONIN A.A.

Researcher of the hydrolocation laboratory of the Shirshov Institute of Oceanology of the RAS, Moscow, pronin@ocean.ru

SARIEVA D.B.

Geological engineer of the Astrakhan complex design and survey department of the «SOYUZMORNIIPROEKT» OJSC, Astrakhan, asmp@astranet.ru



ДИСТАНЦИОННЫЕ И ТРАДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

REMOTE AND CONVENTIONAL SURVEYS OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE VOLGA DELTA

Ключевые слова: инженерная геология; дистанционные методы исследования; дельта Волги; геологическое строение.

Key words: engineering geology; remote research methods; Volga delta; geological structure.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы применения современных методов экспедиционных исследований при проведении инженерно-геологических изысканий. Приводится новая информация по геологическому строению дельты Волги, полученная на основе анализа данных бурения и сейсмоакустического профилирования.

Abstract: The paper discusses issues of application of modern field research methods for engineering-geological surveys, presents new information on the geological structure of the Volga Delta which was obtained on the basis of analysis of drilling and acoustic profiling data.

Введение

Дельта р. Волги и сопредельные территории так называемых Западных и Восточных подстепных ильменей издавна привлекали внимание ученых и справедливо считаются одной из наиболее изученных областей юга России. Геологическое строение Нижней Волги и Северного Прикаспия достаточно полно отражено в работах М.М. Жукова, В.А. Николаева, Г.И. Горещкого, П.В. Федорова и других исследователей.

Первые сведения о глубинном строении дельты Волги были получены при буровых работах Государственного океанографического института в конце 1930-х годов. В более позднее время серьезный вклад в геологическую изученность дельты Волги внесли работы А.А. Свиточа и Т.А. Яниной.

Авторам настоящей статьи в течение длительного периода приходилось проводить комплексные гидрологические, гидрографические и сейсмоакустические исследования дельтовых рукавов Волги и трассы Волго-Каспийского морского судоходного канала (ВКМСК) с целью уточнения местоположения русловых карьеров, разработки практических рекомендаций по берегоукреплению и оптимизации судоходных условий. Были выполнены следующие работы:

- сбор, систематизация и обобщение гидрологических, гидрографических, топографических и геологических материалов;
- продольный эхолотный промер по трассе ВКМСК и главным рукавам дельты;
- гидроакустическое картирование поверхности дна канала и магистральных рукавов дельты;
- сейсмоакустическое профилирование дна канала и дельтовых рукавов Волги;
- бурение с понтона установкой УПБ-25 в дельтовых рукавах и по трассе ВКМСК;
- отбор проб донного грунта в дельтовых рукавах и по трассе ВКМСК.

Цель данной статьи — на примере дельты Волги продемонстрировать возможности различных методов полевых инженерных изысканий для определения геологического строения сложных природных объектов.

Геофизические и гидрографические исследования магистральных рукавов дельты Волги, выполненные сотрудниками географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в период 1995–2012 гг., позволили значи-

тельно расширить существующие представления о геологическом строении дельты Волги и распределении донных грунтов. В дельте Волги были изучены рукава Бузан, Волга, Бахтемир, Кривая Болда, Бушма, Волго-Каспийский морской судоходный канал, Белинский и Никитинский банки¹ до выхода на открытое взморье. В результате этих исследований были получены непрерывные гидроакустические записи строения подводного рельефа и донных грунтов для наиболее крупных водотоков волжской дельты [2]. Определение мощности русловых отложений проводилось на основе вычисления положения «отражающего» горизонта, роль которого на Нижней Волге выполняла размытая кровля коренных морских глин, накопленных во время хазарских и хвалыньских трансгрессий Каспийского моря [7].

В работе были использованы:

- обработанные материалы государственной гидрометеорологической сети за период инструментальных наблюдений [16, 17];
- карты глубин, составленные службой навигационно-технического обеспечения Морского астраханского порта (1990–2012 гг.);
- план Волго-Каспийского канала по работам Астраханской комплексной экспедиции КАСПИМОРНИИПРОЕКТА (1964 г.);
- лоцманские карты дельты Волги (1917, 1930, 1979 и 2003 гг.) [1, 5, 6, 10, 11];
- материалы буровых работ Астраханского комплексного проектно-изыскательского отдела ОАО «СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ»;
- данные гидрографических и геофизических работ географического факультета МГУ и Института океанологии РАН (1995–2012 гг.).

Методика экспедиционных гидрографических и геофизических изысканий

Для изучения подводного рельефа и донных наносов авторы использовали оригинальный комплекс гидролокационной аппаратуры, разработанный в лаборатории гидролокации дна (ЛГД) Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН). Для геодезической привязки гидролокационной информации и мест отбора проб донного грунта

применялся дифференциальный GPS-приемник Sigma-G3T фирмы Javad, использующий данные как спутниковой группировки GPS, так и ГЛОНАСС. Комплекс гидролокационной аппаратуры включал трехчастотный гидролокатор бокового обзора (ГБО) YellowFin фирмы Imagenex с рабочими частотами 260, 330 и 800 кГц, акустический профилограф АП-5-ИОРАН с рабочей частотой 4,5 кГц и гидрографический промерный эхолот СКАТ-50М. Работой всего комплекса, а также сбором и отображением получаемой информации в реальном времени управляет программа «ЭхоГраф» оригинальной разработки ЛГД. Предварительная обработка данных и приведение их к виду, удобному для обработки стандартными пакетами программ, ведется с использованием также оригинальной программы WinRASTR, разработанной ИО РАН. Проводка судна по маршруту и сбор данных эхолотного промера осуществлялись с помощью специализированного программного обеспечения ScatSonarControl (ООО НПФ «ФОРТ XXI»).

Геофизические методы исследования речных водотоков заключались в гидролокационной съемке поверхности дна и сейсмоакустическом профилировании толщи рыхлых отложений. Оpozнание природных и искусственных объектов по результатам гидролокационного картирования и дешифрирование данных сейсмоакустического профилирования проводилось на основе использования полигонных исследований на ключевых участках. Технология картирования морфологии дна и оценки количественных параметров форм рельефа русел рек с помощью ГБО была разработана и внедрена в практику русловых работ Институтами океанологии РАН и географическим факультетом МГУ [8].

Грунтовые съемки с отбором поверхностного слоя наносов (5–10 см) производились синхронно с промерами, автономно во время остановок судна (шлюпки) при помощи донных щупов ГР-69 и ДЩБ-2, а также дночерпателями различных конструкций. Частота промерных галсов и мест отбора донных проб соответствовала масштабу съемки (1:25 000). Механический анализ проб донных наносов заключался в разделении песчаных фракций с размером частиц до 0,1 мм на стандартном наборе сит и на фракциометре для фракций с диаметром частиц менее 0,1 мм. При этом в соответствии с принятой десятичной классификацией выделялись фракции:

¹ На Каспии банком называют русло, стрежень, ход, ворота, фарватер (по «Толковому словарю живого великорусского языка» В. Даля, http://v-dal.ru/word_s-2685.html)

- больше 100 мм (валуны);
- больше 10 мм (галька);
- 10–1 мм (гравий);
- 1–0,5 мм (крупный песок);
- 0,5–0,25 мм (средний песок);
- 0,25–0,1 мм (мелкий песок);
- 0,1–0,01 мм (алевриты);
- мельче 0,01 мм (ил).

Буровые работы с понтона осуществлялись при помощи установки мелкого бурения УПБ-25 путем отбора колонок грунта и последующих аналитических определений его инженерно-геологических характеристик (гранулометрического состава, плотности и вязкости).

Результаты исследований

Геологическое строение дельты Волги во многом предопределено особенностями геоструктурного положения самой дельты и примыкающей к ней акватории Северного Каспия, которое обусловило широкое развитие ровной поверхности обширного устьевого взморья (авандельты) и чрезвычайную отместость примыкающего к авандельте дна моря.

Дельта Волги приурочена к двум структурно-тектоническим областям, граница между которыми примерно совпадает с широтой Астрахани. Северная часть дельты расположена в пределах крупнейшего прогиба Русской платформы — Прикаспийской синеклизы. Вблизи края платформы, ограниченного тектоническим швом, тянется полоса краевых валообразных поднятий, к числу которых относится, в частности, крупная Астраханская структура. Южная часть дельты лежит в пределах эпигерцинской Скифо-Туранской плиты. К югу от разлома, ограничиваю-

щего Русскую платформу, от плиты протягивается субширотная зона кряжа Карпинского, также включающая ряд валообразных структур и прогибов. В пределах дельты и примыкающих к ней территорий к поднятиям относятся Промысловско-Ракушечный вал, Полдневский вал, Каспийское поднятие, к прогибам — Бузанская, Бахтемирская и Мумринская зоны опусканий.

По данным опорной Астраханской скважины установлено, что для дельты характерно наличие мощного покрова практически недислоцированных верхнекайнозойских отложений, верхняя часть которых относится к плейстоцену и состоит из разнообразных литогенетических фаций пород с господством песчано-глинистых осадков древнекаспийских трансгрессий и дельтовых образований. Мощность четвертичных отложений в дельте составляет несколько десятков метров. Максимальная мощность (364 м) зафиксирована в ее западной части.

Голоценовые и современные отложения дельты, залегающие в виде сплошного покрова, имеют чрезвычайно пестрое возрастное и литофациальное строение. Среди них выделяются раннеголоценовые образования так называемой бугровой толщи, среднеголоценовые осадки максимума новокаспийской трансгрессии и погребенные авандельтовые отложения. К позднему голоцену относятся осадки поздней стадии новокаспийской трансгрессии и погребенные култушные образования. Современные отложения — это морские каспийские осадки и разнообразные аллювиальные и аллювиально-дельтовые образования.

Из рассмотрения геологического разреза новейших отложений дельты [3–4, 12, 15] видно, что большая часть ее осадков относится к разновозрастным древнекаспийским образованиям, не имеющим прямого отношения к процессам дельтообразования. К отложениям современной дельты Волги относится только самая верхняя часть четвертичного разреза — средне-позднеголоценовая и современная, что свидетельствует о молодом возрасте современной дельты Волги, не превышающем в радиоуглеродном исчислении 5 тыс. лет. В целом структуру дельты можно охарактеризовать как огромный «слоеный пирог» площадью до 21 тыс. км² из средне-позднеголоценовых и современных осадков мощностью до 20 м и более (при средней мощности 5–10 м), не имеющих по местонахождению палеоаналогов, которые располагаются выше современной дельты Волги в пределах Волго-Ахтубинской поймы и ниже морского края современной дельты на акватории шельфа Северного Каспия [4, 9].

По данным бурения Астраханского комплексного проектно-изыскательского отдела ОАО «СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ» (2012 г.) и результатам сейсмоакустического зондирования МГУ (1995–1997, 1999, 2003, 2012 гг.) установлено широкое распространение на дне дельтовых рукавов хвалыньских морских отложений, прикрытых незначительными по мощности накоплениями аллювия. Мощность русловых отложений колеблется от 0,5 м в местах пересечения водотоками бэровских бугров до 5–12 м на перекатных участках. На некоторых участках русла, длина которых составляет от 1 до 11 км, отмечено полное от-

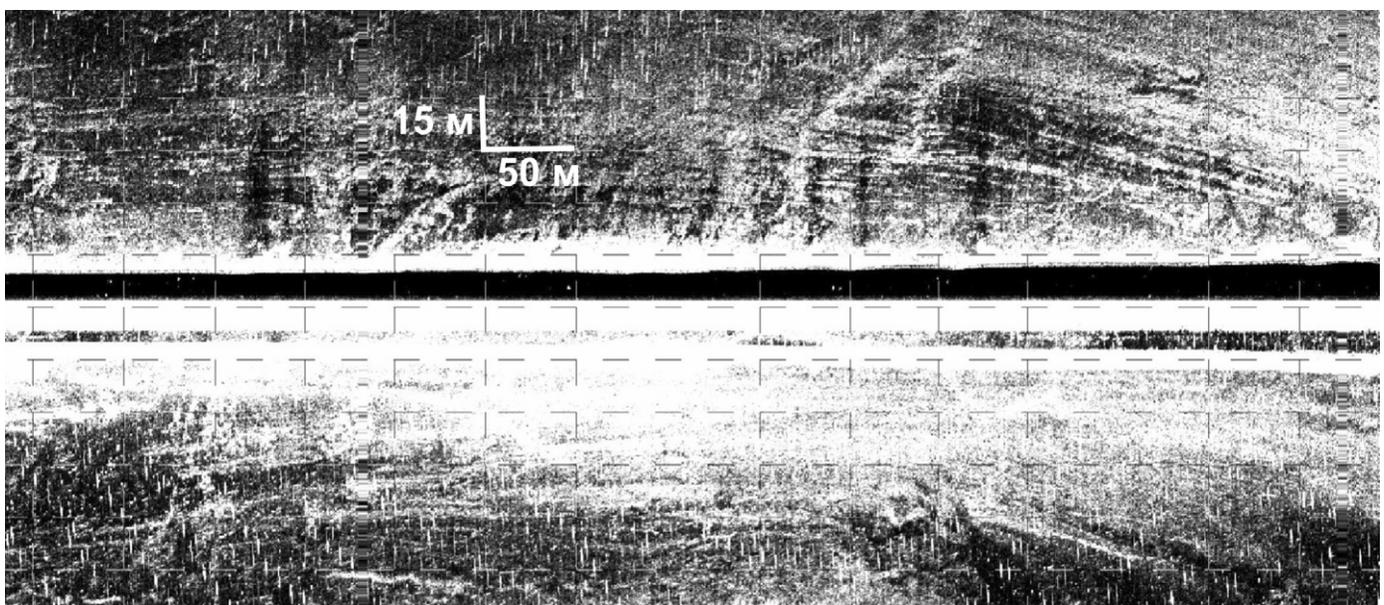


Рис. 1. Гидролокационное изображение глин на дне рукава Кизань (у острова Безымянный)

существование русловых отложений (в том числе вдоль острова Безымянный в рукаве Кизань, в районе сел Трудфронт и Плес в рукаве Бахтемир, сел Султановка и Зеленга в рукаве Бушма, вдоль протоки Шмагина и др.). На дне таких участков, как правило, вскрываются морские глины с очень характерным полосчатым микрорельефом из продольных бороздин и валиков (рис. 1).

Отдельные выходы глин представляют собой приподнятые на 2–4 м участки дна, являющиеся местными препятствиями для движущихся песчаных гряд (рис. 2). Граница «песок–глина» всегда очень резкая, без переходов, за исключением участков активного нарастания побочной, где глинистую поверхность дна перекрывают подводные косы. На участках дна, где глины или суглинки прикрыты тонким (менее 1 м) слоем русловых наносов, из мелкозернистого песка формируются мелкие рифели или рябь, через которую «просвечивает» структура коренного рельефа.

На большей части Бахтемирского направления (Астрахань — Бахтемир —

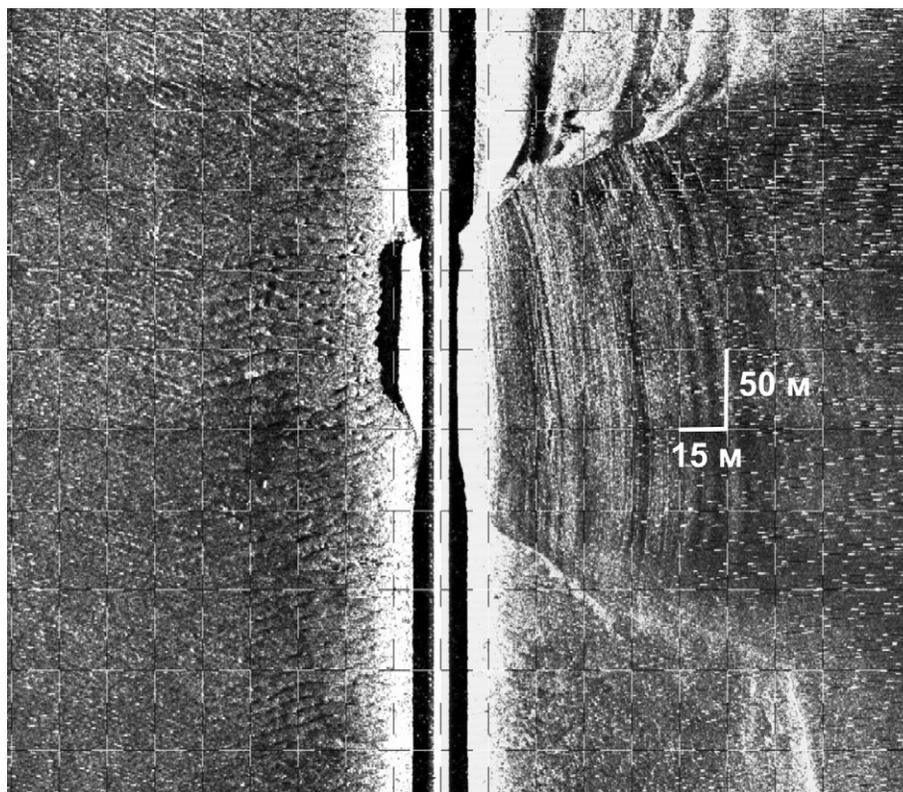


Рис. 2. Гидролокационное изображение глинистого выступа в рукаве Бахтемир

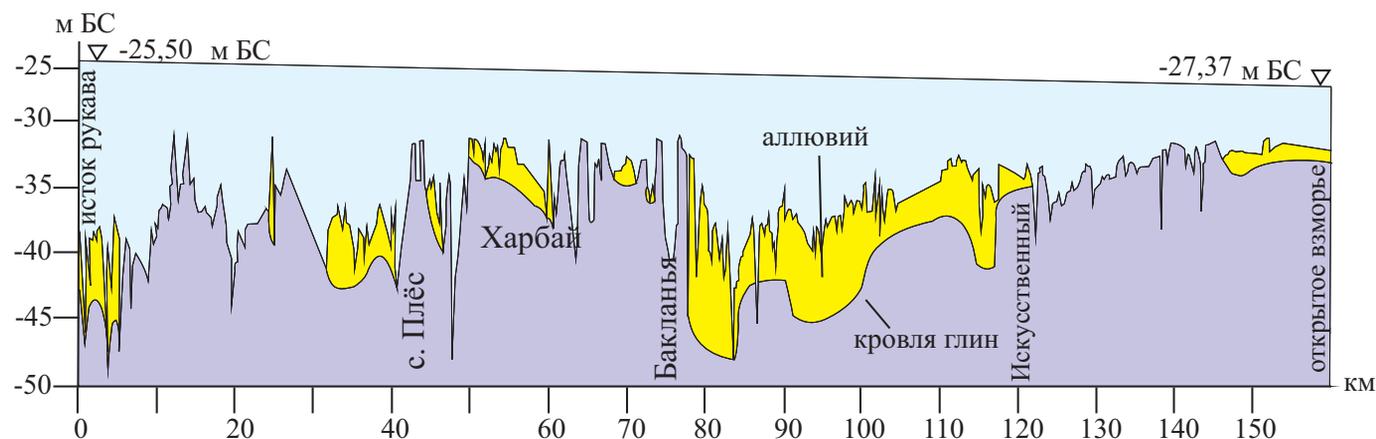


Рис. 3. Мощность русловых отложений по данным сеймопрофилеирования в рукаве Бахтемир и по трассе Волго-Каспийского морского судоходного канала. Желтым цветом показан аллювий, сиреневым — глины; 25,50; -27,37 м в Балтийской системе высот (БС) — отметки уреза воды

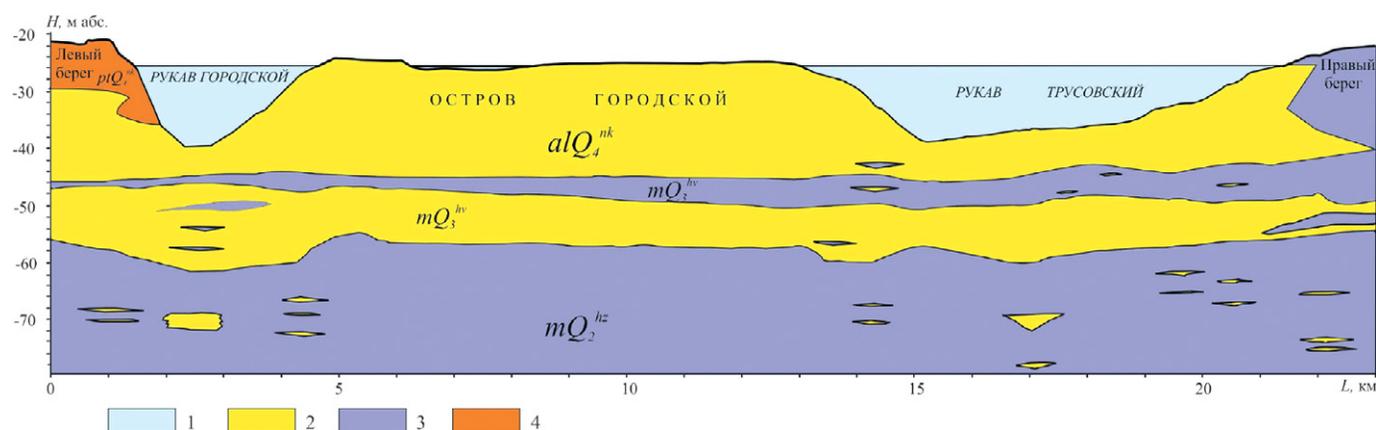


Рис. 4. Поперечный разрез рукава Волга вдоль нового автомобильного моста в г. Астрахани по данным сейсмоакустического профилирования и мелкого бурения опорных скважин. Условные обозначения: 1 — водные объекты; 2 — песок; 3 — глина; 4 — делювий

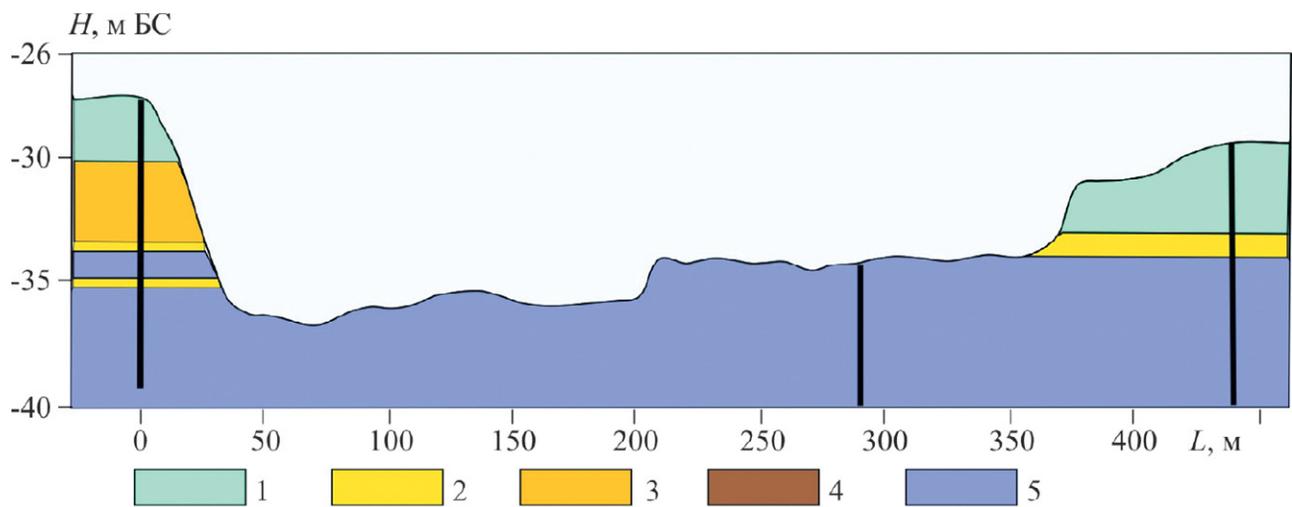


Рис. 5. Геолого-литологический поперечный профиль русла рукава Бахтемир (14 км Волго-Каспийского канала). Условные обозначения: 1 — илы; 2 — песок; 3 — супесь; 4 — суглинок; 5 — глина; H — высотная отметка в Балтийской системе высот (БС); L — расстояние

Волго-Каспийский канал) наблюдается большая изменчивость положения размытой кровли верхнехвалынских глин (рис. 3). Например, в районе г. Астрахани на участке с устойчивой аккумуляцией наносов в местном расширении русла, где за последние 100 лет был сформирован остров Городской, мощность русловых отложений составляет от 5 м (под руслами рукавов Трусовский и Городской) до 25 м (на острове Городской).

Толща современных песчаных отложений подстилается коренными морскими хвалынскими глинами с прослоями песков (рис. 4). Такой характер строения толщи дельтовых отложений сохраняется до истока дельтового рукава Бахтемир.

По данным бурения и сейсмопрофилирования установлено, что в рукаве Бахтемир участки русловых отложений различной мощности чередуются с выходами коренных глин. Длина участков

русла, лишенных русловых отложений, может достигать 0,5–1 км, и они, как правило, приурочены к местам пересечения Бахтемиром гряд бэровских бугров [14] (рис. 5, 6).

На участках постоянного накопления русловых отложений отмечена их большая фациальная изменчивость. Например, в Харбайском колене, где исторически наблюдаются аккумуляция речных наносов и формирование перекатного участка, при буровых работах вскрывалось частое переслаивание песков, суглинков и глин (рис. 7).

В морской части Волго-Каспийского канала преобладают авандельтовые осадки (рис. 8). По данным бурения и сейсмоакустического профилирования здесь установлено неглубокое залегание неровной (куполовидной) кровли морских глин и суглинков, предположительно представляющих собой захороненные под толщей прибрежно-морских отложений реликты бэровских бугров [13]. Бывшие межбугровые пространства («карманы») выполнены песчаными и илистыми отложениями.

Ниже морского края наземной дельты прослеживается тенденция к подъему поверхности кровли глин и уменьшению слоя русловых наносов до 1–2 м. На открытом взморье авандельты мощность слоя современных наносов постепенно увеличивается до 2–4 м.

Выводы

1. Проведение комплексных инженерно-гидрографических и геофизических изысканий в пределах дельтовых рукавов и Волго-Каспийского канала позволило получить новые данные по глубинному строению дельты Волги, подготовить научное обоснование решения проблем по

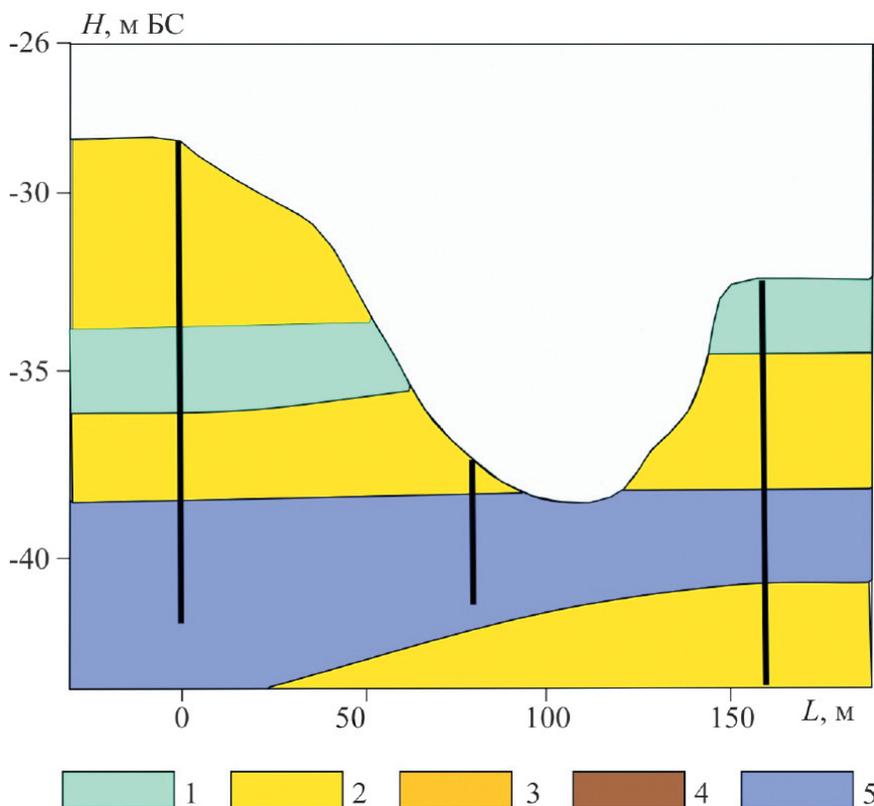


Рис. 6. Геолого-литологический поперечный профиль русла рукава Бахтемир (60 км Волго-Каспийского канала). Условные обозначения — см. рис. 5

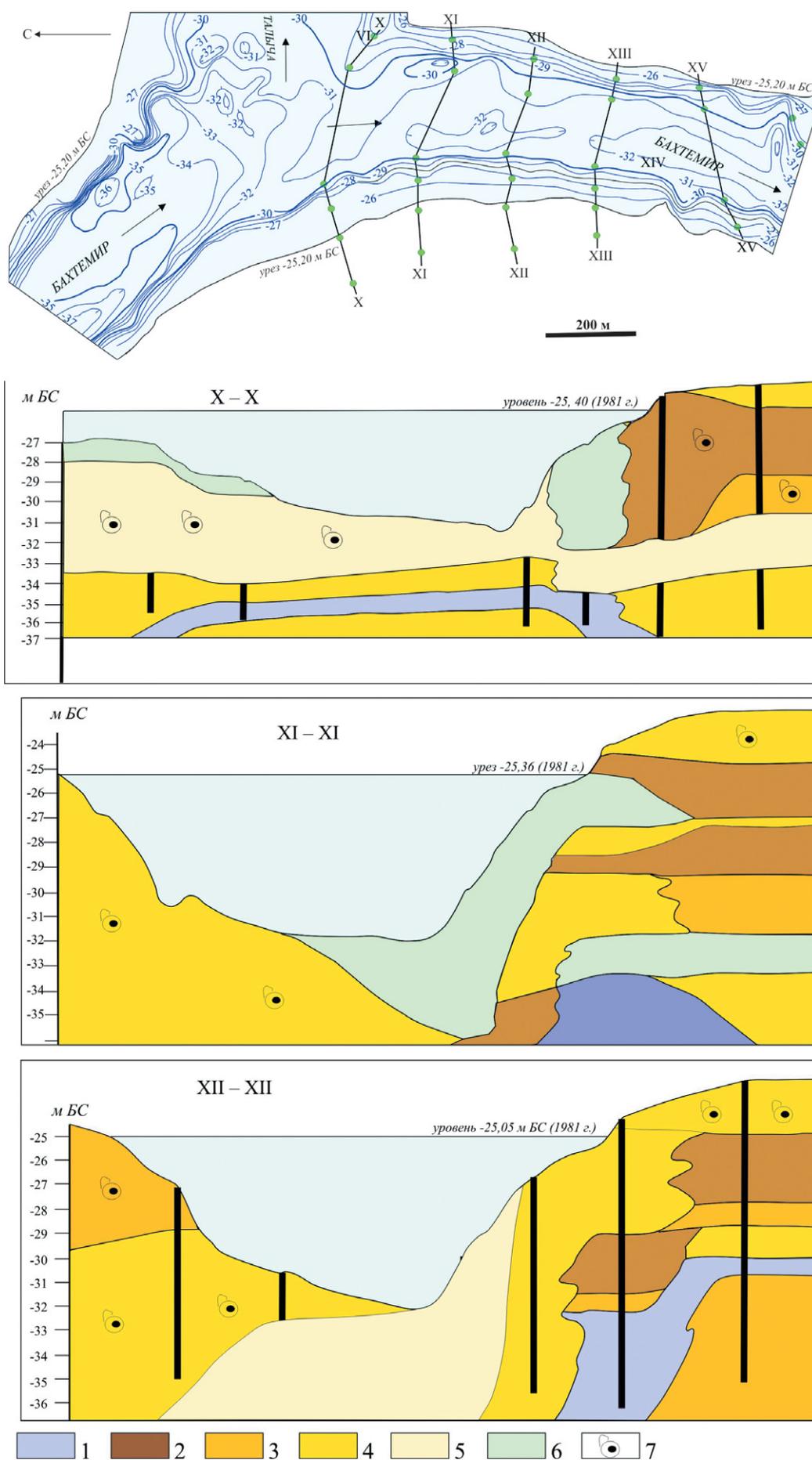


Рис. 7. Схема расположения буровых скважин (зеленые точки) (а) и геолого-литологические поперечные профили русла рукава Бахтемир в Харбайском колене (б). Условные обозначения: 1 — глина; 2 — суглинок; 3 — супесь; 4 — песок мелкий; 5 — песок пылеватый; 6 — песок мелкий заиленный; 7 — примесь ракуши; Скважины на профилях показаны черным цветом

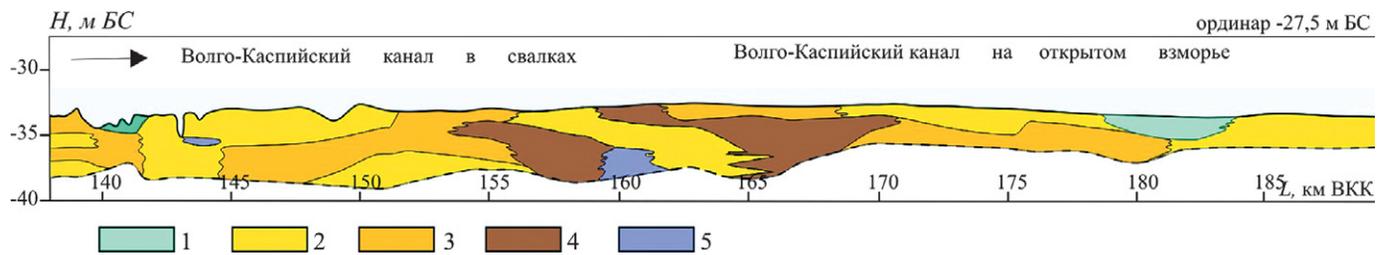


Рис. 8. Геолого-литологический продольный профиль Волго-Каспийского канала² (ВКК) по данным сейсмоакустического профилирования (140–185 км ВКК). Условные обозначения — см. рис. 5

проектированию русловых карьеров, расположению переходов труб газопроводов и разработать ряд рекомендаций по снижению негативных последствий развития природных процессов.

2. Сейсмоакустическое профилирование позволяет уточнить залегание кровли коренных пород даже при наличии значительной толщи руслового аллювия. Традиционно при проведении инженерно-геологических изысканий в руслах рек применяется бурение с понтона. Высокая стоимость и трудоемкость таких работ приводят к минимизации количества скважин (их разреженной сетке), что при неравном залегании кровли коренных пород приводит к искажению результатов определения литологического строения русла. Непрерывное сейсмоакустическое профилирование с опорой на данные бурения позволяет избежать подобных ошибок.

3. Дельта Волги — своеобразный феномен природы, особенность которого заключается в специфике условий, оказавших влияние на формирование ее рельефа. В отличие от дельт многих рек дельта Волги приурочена не к отрицательной, а к положительной тектонической структуре — валу Карпинского. Следствием этого явилось развитие почти плоской поверхности обширного устьевоего взморья (своеобразного «бенча»), сдерживающей (в пределах определенных высотных отметок) влияние колебаний уровня моря на гидрологический режим рукавов дельты и на облик ее рельефа. Существование этой поверхности в эпоху последних стадий позднехвалынской трансгрессии Каспия обусловило формирование в ее пределах грядового рельефа — начальных форм современных бэровских бугров, оказавших и продолжающих оказывать существенное влияние на характер гидрографической сети и русловую морфодинамику современной дельты.

Во время глубокой регрессии Каспия в мангышлакское время вся территория современной дельты и акватория Северного Каспия превратились в сушу, подвергшуюся воздействию эрозионных, солончаково-дефляционных и эоловых процессов. Именно к этому времени относится преобразование грядового рельефа, сформированного на мелководье позднехвалынского моря, в тот рельеф бэровских бугров, который наблюдается в дельте Волги и ее окрестностях в настоящее время и которым она отличается от всех других дельт.

В это же время в пределах территории современной дельты произошел врез двух наиболее крупных рукавов Волги, следовавших за отступавшим позднехвалыньским морем. Несмотря на то что эти врезы впоследствии были заполнены новокаспийскими аллювиально-морскими отложениями, они прослеживаются в рельефе современной дельты по отсутствию в их пределах бэровских бугров.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для ведущих научных школ Н.Ш. 1010.2014.5.

Список литературы

1. Атлас единой глубоководной системы Европейской части РСФСР. Том 7. Река Волга от Саратовского гидроузла до Астрахани. М.: Главводпуть, 1974, 1982.
2. Бабич Д.Б., Иванов В.В., Коротаев В.Н., Римский-Корсаков Н.А. Инженерные изыскания при исследованиях русловых процессов на Нижней Волге // Инженерные изыскания. 2014. № 2. С. 35–41.
3. Геология дельты Волги / под ред. М.В. Кленовой. Л.: Гидрометеиздат, 1951. 395 с.
4. Горецкий Г.И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М.: Наука, 1966. 412 с.
5. Карта дельты реки Волга. Горький: Главводпуть, 1979. 98 л.
6. Карта дельты реки Волга. Нижний Новгород: Волжское государственное бассейновое управление водных путей и судоходства Росречфлота РФ, 2003. 98 л.
7. Коротаев В.Н., Зайцев А.А., Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А. Морфология русла и стратиграфия отложений в западной подсистеме водотоков дельты р. Волги // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 1996. № 5. С. 53–60.
8. Коротаев В.Н., Римский-Корсаков Н.А. Исследование рельефа и отложений речных русел методами гидроакустики / Геоморфология на рубеже XXI века. М.: Изд-во Московского университета, 2000. С. 307–309.
9. Лохин М.Ю., Маев Е.Г. Позднеплейстоценовые дельты на шельфе северной части Среднего Каспия // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 1990. № 3. С. 34–39.
10. Лоцманская карта р. Волги от Царицына до взморья (фарватер 1914 г.). Казань: Изд-во Министерства путей сообщения, 1917. 26 л.
11. Лоцманская карта реки Волги от Увека до Бертюля (фарватер 1940 г.). М.: Изд-во Наркомречфлота СССР, 1944. 45 л.
12. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика (под ред. Г.И. Рычагова, В.Н. Коротаева). М.: ГЕОС, 2002. 242 с.
13. Пахомова А.С. Геологические условия взморья дельты Волги по данным буровых скважин / Труды Государственного океанографического института. Вып. 34. Л.: Гидрометеиздат, 1957. С. 142–161.
14. Свиточ А.А., Клювиткина Т.С. Бэровские бугры Нижнего Поволжья. М.: Изд-во географического ф-та МГУ, 2006. 159 с.
15. Свиточ А.А., Янина Т.А. Строение и развитие дельты Волги // Геоморфология. 1994. № 4. С. 11–24.
16. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. М.: ГЕОС, 1998. 280 с.
17. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.

² Свалки — отвалы донного грунта по обейм сторонам канала.