

С. М. Усенков¹, С. П. Позднышев², И. П. Смирнов²

СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТАЗОВСКОЙ ГУБЫ

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

² ЗАО «Экопроект», Российская Федерация, 192019, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 24 А

Выявлены основные морфодинамические типы берегов южной части Тазовской губы. По степени уязвимости к аварийным разливам нефти берега относятся к умеренно и высоко уязвимым. Донные отложения представлены в основном мелко-тонкозернистыми песками и песчанистыми алевритами. Осадки слабо загрязнены. Полученные данные о современном состоянии донных отложений, а также характеристики фона и степени загрязнения до начала активного воздействия послужат исходным информационным уровнем для оценки воздействия на окружающую среду при разработке разделов охраны окружающей среды в составе проектов освоения акватории. Библиогр. 18 назв. Ил. 2. Табл. 3.

Ключевые слова: седиментология, морфодинамика берегов, уязвимость берегов к аварийным разливам нефти, донные отложения, загрязняющие вещества, тяжелые металлы, нефтяные углеводороды.

S. M. Usenkov¹, S. P. Pozdnyshchev², I. P. Smirnov²

SEDIMENTOLOGICAL AND GEOECOLOGICAL PECULIARITIES OF THE SOUTHERN TAZOV BAY

¹ St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

² Joint Stock Company (JSC) Ecoproject, 24 A, Obvodnii kanal, St. Petersburg, 192019, Russian Federation

Based on the geological, hydrological, and geomorphological structure of the Tazov Bay coasts, the main types were determined. Main morphodynamic regions were established with specific dynamic and morphological characteristics. The areal distribution of petroleum hydrocarbons and various trace metals have been studied in bottom surface sediments from the Bay. According to Environmental sensitivity index (ESI) 2 major types of Tazov bay shorelines are distinguished depending on their vulnerability to oil spills. Refs 18. Figs 2. Tables 3.

Keywords: sedimentology, coastal zone morphodynamics, vulnerability of coastal environments to oil spill impacts, bottom sediments, contaminants, heavy metals, petroleum hydrocarbons.

Введение

Нефтегазовый комплекс Западной Сибири интенсивно развивается, вводятся в разработку новые месторождения, в том числе труднодоступные, к каким, например, относится Юрхаровское многопластовое нефтегазо-конденсатное месторождение (НГКМ), большая часть запасов которого находится под акваторией Тазовской губы. Это, в свою очередь, требует нетрадиционных решений по освоению и эксплуатации месторождения.

Южная часть Тазовской губы достаточно планомерно обследовалась в 70–80 гг. XX в. В результате исследований, проводившихся в этом районе территориальными УГМС, ФГБУ ААНИИ, ПНИИИС, ПАО Южнигипрогаз и другими организациями, были получены сведения по гидрологии и гидродинамике акватории, геоэкологическим и инженерно-геологическим особенностям берегов, определены некоторые литологические характеристики донных отложений, изучен

геологический разрез и описаны риски, связанные с геологическими процессами. Вместе с тем в отношении седиментологии и геоэкологии Тазовская губа изучена недостаточно.

С целью получения характеристик, необходимых для обеспечения геотехнической и геоэкологической безопасности объектов обустройства месторождения углеводородов в южной части Тазовской губы, ЗАО «Экопроект» в 2007 г. проведены комплексные инженерно-геоэкологические исследования. В ходе работ основное внимание было направлено на оценку состояния абиотической составляющей природной среды (прежде всего донных отложений) и уязвимости берегов губы к воздействию аварийных разливов нефти.

Пробы донных отложений, предназначенные для физико-химического анализа, на участках аккумуляции тонкозернистых рыхлых осадков отбирались дночерпателем ДЧ-0,025 (площадь захвата 0,025 м²) из нержавеющей стали, в районах развития плотных песчаных осадков — драгой. В момент взятия донных отложений визуально определялся их характер. После регистрации характеристик брались пробы для исследования гранулометрического состава, содержания металлов (Ba, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn) и As, нефтяных и полиароматических углеводородов, а также фенолов. Отбор проб грунта производился: на металлы и углеводороды — из верхнего слоя осадка (0–2 см) пластиковым пробоотборником; гранулометрический состав — из всего слоя отобранного донного осадка. Анализ проб осуществлялся в лаборатории Северо-Западного филиала ФГБУ НПО «Тайфун».

Для выявления и оценки возможных источников гамма-излучения проводилась радиационная съемка — определение мощности эквивалентной дозы (МЭД) внешнего гамма-излучения. Пробы грунта на радионуклидный состав отбирались из верхнего слоя осадка (0–4 см) пластиковым пробоотборником. Обследование выполнялось при помощи дозиметра ДГК-02У, работавшего в режиме однократного измерения мощности дозы в точке отбора проб.

Общие геолого-геоморфологические и гидрологические особенности Тазовской губы

Тазовская губа и прилегающие к ней обширные территории Тазовского и Гыданского полуостровов расположены в центральной части эстуария Оби. В геологическом строении этой территории участвуют разнообразные осадочные породы мезо-кайнозойского возраста, из которых по берегам губы выше современного эрозионного вреза обнажаются исключительно четвертичные отложения. На Тазовском южном берегу они залегают в основном на морских и континентальных отложениях палеогенового возраста, а на Гыданском побережье севернее — на верхнемеловых породах [1, 2]. Особенности геологического строения и тектонического развития территории обусловили характер рельефа дна губы.

В морфологическом отношении Тазовская губа отличается большим своеобразием [3]. Это совершенно уникальный по очертаниям и глубине проникновения в сушу залив, видимо, имеет сложное происхождение. Ее образование связано как с деятельностью рек, так и с работой моря и криогенными факторами. По всей вероятности, это не только ингрессионная, но и в значительной мере выработанная форма. Современная Тазовская губа — в основном результат голоценовой

трансгрессии. Воды Карского моря затопили русло и пойму Оби и ее крупных притоков в низовье, а термоабразия и термоденудация обусловили значительное расширение затопленного низовья ее долины.

В самой южной апикальной части губы преобладают условия, близкие к речным. Значительная часть открытой акватории здесь подвержена периодическому воздействию волнений и сгонно-нагонных явлений.

В северной части губы рельеф дна имеет ровный характер с постепенно увеличивающимися глубинами, сохраняя почти повсюду правильный «корытообразный» профиль. До м. Поворотный глубины постепенно уменьшаются к востоку от 11–12 до 6–7 м, а далее снова начинают нарастать до 10–11 м. На линии м. Юмборсале — м. Енсиная Тазовская губа резко суживается до 6–7 миль [4]. Далее к югу отмечаются котловина с глубинами до 10–11 м и далеко отходящие от обоих берегов отдельно лежащие отмели. Разлив губы между м. Находка и р. Юрхарово образует россыпь (Юрхаровский пережат) с транзитными глубинами порядка 2,2–2,4 м. При дальнейшем продвижении к устью р. Таз глубины значительно уменьшаются и не превышают 1,6–1,8 м.

Дельтовый участок Тазовской губы от м. Находка до устья р. Таз может рассматриваться как типично мелководный водоем глубиной до 3 м. Здесь наиболее ярко проявляется действие речного стока. В южной части губы вследствие мелководья усиливается роль сгонно-нагонных явлений. В условиях предельно отмелых берегов волновое воздействие на берега в значительной степени ослаблено. Большое количество обломочного материала, поступающего с речным стоком Таз, Пур и других рек, в сочетании со слабым волновым воздействием приводит к слабой его переработке и выравниванию дна.

Дно вершинной части Тазовской губы отличается сочетанием переуглубленных промоин и подводных песчаных гряд, ориентированных по простиранию залива. Ориентировка этих форм хорошо согласуется с направлением стоковых и штормовых (нагонных) течений, которые, по-видимому, и являются главными факторами их образования и динамики. В этих процессах принимают участие и ветровые волны, высота которых здесь достигает 0,6–0,8 м.

В гидродинамическом режиме Тазовской губы существенную роль играют постоянный сток вод, направленный из губы, и эпизодические штормовые и приливные течения [5, 6]. Соотношения между ними изменяются в различные сезоны года. Постоянные течения образуются здесь в результате речного стока, главным образом рек Таз и Пур, и идут на север со скоростью 0,5–0,7 уз. В связи с изменением объема речного стока скорость течений уменьшается от весны к осени. Приливные течения в основном полусуточные реверсивные.

Одним из ведущих рельефообразующих факторов в Тазовском эстуарии на период летне-осенней межени, когда скорости стоковых течений не превышают 0,1–0,2 м/с⁻¹, являются волны и генерируемые ими течения. На степень развития волнения в Тазовской губе помимо ветра влияет наличие и распределение льда, а также глубины. Режимные наблюдения, проводившиеся ОАО «АМИГЭ» (2007), показали, что сильное волнение бывает в сентябре и октябре. Максимальная высота волн, отмеченная в северной части Тазовской губы, составила 1,5 м. В навигационный период чаще всего отмечаются волны высотой 0,5 м и менее. Отсутствует волнение редко. На юге Тазовской губы ветровое волнение отмечается чаще

в августе и сентябре при устойчивых южных или северных ветрах. Ввиду мелководности этой части и небольшого разгона волн волнение здесь не получает большого развития, максимальная высота волн может достигать 1 м, в основном волны не превышают 0,5 м, часто наблюдается толчея. Характер и интенсивность литодинамических процессов определяются в значительной степени ветровым волнением.

Морфодинамика и ранжирование берегов по степени уязвимости к нефтяному загрязнению

В пределах губы выделены следующие основные морфодинамические типы берега: аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные, открытые приливно-отливные или осушные берега лайденного или ваттового типа и аллювиально-дельтовые (защищенные от волнения отмели) (рис. 1).

Береговая зона Тазовской губы естественным образом подразделяется на три крупные части, или области: северную (обращенную к Ямалу), центральную и дельтовую, существенно различающиеся по своей морфологии.

К характерным особенностям геоморфологии береговой зоны относятся широкое развитие аккумулятивных ветровых осушек, относительно слабые

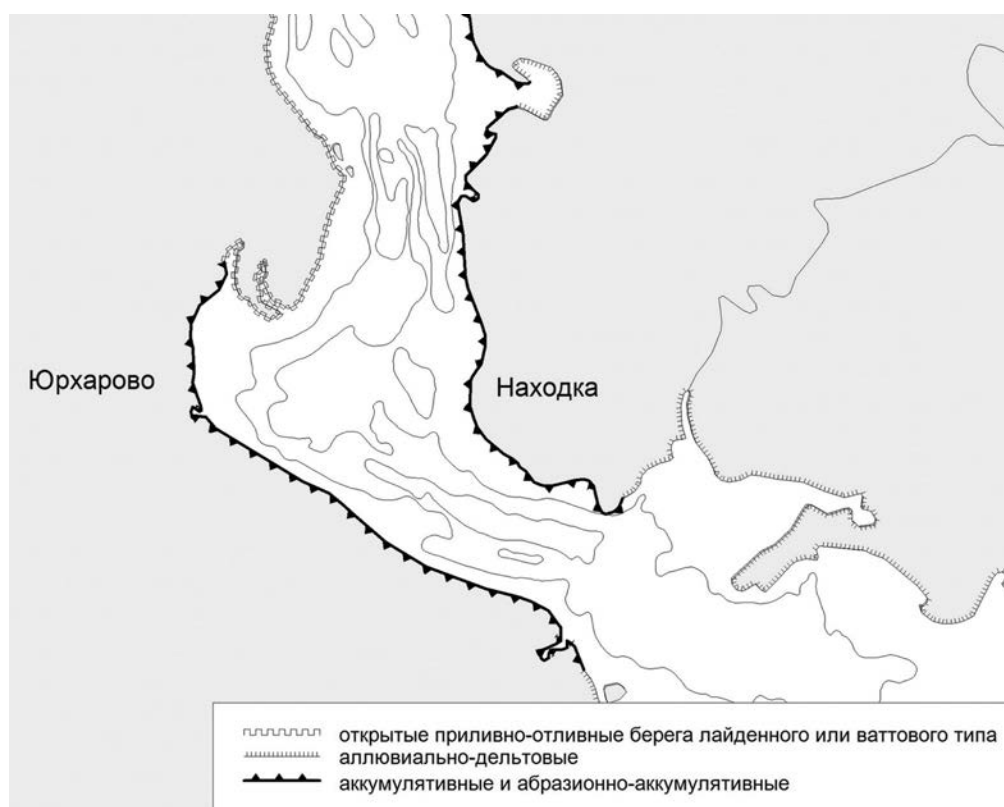


Рис. 1. Батиметрия и основные морфодинамические типы берегов Тазовской губы

проявления процесса термоабразии. Наибольшая ширина (до 0,5–1,0 км) зон осушек наблюдается в пределах южной дельтовой области на приустьевых участках рек. Вдоль абразионных берегов ширина осушек уменьшается до 100–200 м, а на наиболее приглубых участках восточного побережья — до 20–40 м.

С общей отмелостью берегов, развитием осушек и, как следствие этого, ослабленным волновым воздействием на берега связана, очевидно, и малая распространенность термоабразионных берегов. Отдельные данные о характере морфологии высоких абразионных уступов восточного берега, подтверждаемые анализом космических снимков, свидетельствуют в пользу его преимущественного разрушения термоденудационными процессами (солифлюкция, термоэрозия и пр.).

Характерная особенность морфологии береговой зоны Тазовской губы — наличие вертикальной симметрии в строении береговых и подводных аккумулятивных форм. Особенно ярко она выражена вдоль восточного побережья. Практически все выделяющиеся здесь надводные аккумулятивные образования вытянуты в северном направлении, что указывает на преобладающее перемещение наносов с севера на юг.

Отмеченные особенности береговой зоны указывают на специфический характер ее динамики и морфологии, определяемый сложным режимом бассейна. Отчетливо выраженные различия в направленности и интенсивности экзогенных динамических процессов северо-западной и дельтовой береговых областей позволяют выделить три широтных подобласти.

Северный участок Тазовской губы от ее границы с главным эстуарием Оби до траверса м. Юмборсале — м. Енсиняу, по существу, представляет собой залив Карского моря. Динамика берегов этого участка определяется волнением открытой части акватории и приливными явлениями [7]. Берега, сложенные рыхлыми многолетнемерзлыми породами, легко размываются и отступают под действием штормовых волн и течений. По некоторым данным, берег в этом районе за последние 6 тыс. лет отступил на расстояние 30–40 км, т. е. скорость его разрушения составляла 5–6 м/год. Для данного участка Тазовской губы характерны процессы размыва, вследствие чего преобладает абразионный тип берега.

Средний участок Тазовской губы, от м. Юмборсале до м. Находка, является аналогом мелководного полузамкнутого водоема со своими особенностями гидродинамического режима. На этом участке уменьшается роль приливных явлений по сравнению с северным участком, в то же время возрастает влияние штормовых нагонов, величина которых возрастает до 1 м. Развитие волнения ограничивается на этом участке глубиной и размерами водоема (глубина до 8 м), поэтому оно не достигает такой силы, как в северной части губы. Вследствие этого абразионные процессы здесь постепенно затухают и в большей степени проявляются аккумулятивные процессы. Вдольбереговые потоки наносов направлены к югу.

Дельтовый участок Тазовской губы, от м. Находка до устья р. Таз, может рассматриваться как типично мелководный водоем глубиной до 3 м. Здесь наиболее ярко проявляется действие речного стока и паводковых повышений уровня. В южной части губы вследствие мелководья усиливается роль сгонно-нагонных явлений. В условиях предельно отмелых берегов волновое воздействие на берега в значительной степени ослаблено. Большое количество обломочного материала, поступающего с речным стоком Таз, Пур и других рек, в сочетании со слабым волновым

воздействием приводит к слабой его переработке и выравниванию дна. Берег приобретает характер аллювиально-дельтового. В пределах южной области берег отменный (уклон менее 0,001–0,0005) и представляет собой морской край современных субаэральных дельт Таз и Пур. По сравнению с более ровными очертаниями западного берега восточный берег кутовой части губы отличается большей изрезанностью, создаваемой разнообразными элементами вторичного расчленения.

Таким образом, для северной подобласти характерно более активное проявление абразионных процессов, а также форм и явлений, связанных с морским характером гидрологического режима, в частности, развитием приливных осушек и форм рельефа, образованных приливными течениями. Для средней, наиболее протяженной и узкой части губы — в целом более слабое проявление абразионных и более интенсивное развитие аккумулятивных процессов. В южной, наиболее мелководной части губы заметно усиливаются аккумулятивные процессы, в значительной степени обусловленные влиянием речного стока.

Согласно рекомендациями Международной ассоциации представителей нефтяной промышленности по охране окружающей среды (ИПЕСА) при составлении карт уязвимости берегов к нефтяным разливам используется индекс экологической чувствительности (Environmental sensitivity index, ESI), основанный на показателях [8]. Суть базовых принципов в том, что чувствительность к нефти возрастает по мере увеличения защищенности берега от воздействия волн, проникновения нефти в подстилающий слой отложений, времени естественного удержания нефти на берегу и биологической продуктивности береговых организмов [9].

В зависимости от комплекса природных факторов для южной части Тазовской губы, в том числе и для района реализации проекта освоения Юрхаровского месторождения, проведено ранжирование участков береговой линии по степени уязвимости к нефтяному загрязнению. Все выделенные типы берегов по уязвимости к разливам нефти можно свести в две основные группы:

1) умеренно уязвимые (ESI 3–5) — этому типу соответствуют аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные берега (в том числе и термоденудационные) с пляжами, сформированными мелкозернистыми хорошо сортированными плотными песками, и открытые приливно-отливные отмели, сложенные литифицированными рыхлыми отложениями. Нефть проникает медленно и на небольшую глубину, что облегчает механическую уборку;

2) высоко уязвимые (ESI 6–9) — защищенные от волнения приливно-отливные и осушные отмели, свойственные в южной части Тазовской губы в большей мере аллювиально-дельтовым участкам побережья. Это области низкой волновой энергии и высокой биологической активности, проявляющейся в сочетании высокой продуктивности и биотурбации. Нефть может оставаться на месте годами. Очистка рекомендуется при очень высокой концентрации нефти.

Физико-химические параметры и литологическая характеристика донных отложений

Значения рН (кислотно-щелочные условия) в донных отложениях южной части Тазовской губы изменяются в сравнительно узком диапазоне 3,55–5,62, составляя в среднем $4,03 \pm 0,51$, что указывает на кислый характер среды

в поверхностном слое осадков. Кислотность среды имеет существенное значение для ряда природных процессов, в том числе и седиментогенеза.

Влажность осадков находится в диапазоне 21,0–55,5 %, средняя величина — 28,2%. Относительно низкие значения влажности обусловлены особенностями литологического состава донных отложений, характеризующегося преобладанием хорошо дифференцированного мелкопесчаного материала.

Величина потерь при прокаливании (ППП), отражающая в общем виде содержание органического вещества в осадках, изменяется в интервале 0,50–5,53%, составляя в среднем 1,73%. Максимальные значения отмечены на станциях, где осадки характеризуются максимальной влажностью и более высокими значениями содержания алевропелитовых фракций.

В литологическом отношении донные осадки Тазовской губы в основном представлены хорошо отсортированными мелко-тонкозернистыми песками и песчанистыми алевритами. На отдельных участках, непосредственно примыкающих к берегу, отмечаются относительно узкие поля развития средне-мелкозернистых песков. Доля тонкого пелитового (размерностью <0,01 мм) материала в осадках, как

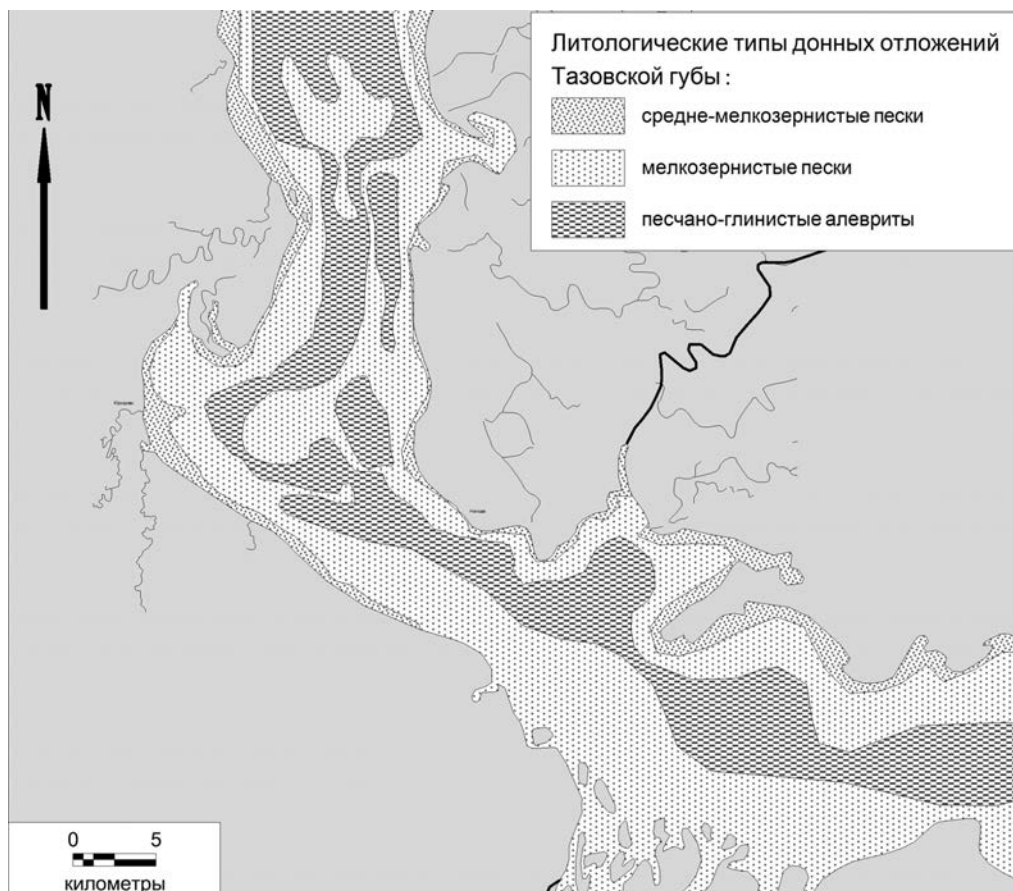


Рис. 2. Схема распределение основных гранулометрических типов поверхностных донных отложений в южной части Тазовской губы

правило, не превышает 30%. Пески по составу в основном кварцевые с небольшой примесью палевого шпата. Практически все литологические разности донных отложений имеют унимодальное эмпирические полигоны распределения и хорошо дифференцированы в гранулометрическом отношении, а их латеральное распространение контролируется донной топографией и особенностями гидродинамического режима вод губы (рис. 2).

Загрязняющие вещества в донных осадках и оценка степени загрязнения

Загрязняющие вещества. Имеющаяся информация [10–13] говорит об относительно малом распространении загрязняющих веществ и естественных углеводородов в аквальных геосистемах региона. Загрязнители, вероятно, поступают из естественных и антропогенных источников. Естественные источники включают отложения торфов и каустобиолитов, нефтяные просачивания, а также углеводороды, производимые биотой. Антропогенные источники представляют собой утечки и разливы в процессе производства, транспортировки нефти, а также отходы нефтепродуктов и другие загрязнители, образующиеся в результате антропогенной деятельности. С началом развития нефтегазового комплекса в Обь-Иртышском бассейне увеличился сброс неочищенных хозяйственно-бытовых и промышленных стоков. Среди попадающих в Обь токсичных веществ нефть и ее производные занимают первое место. В настоящее время более 100 водотоков бассейна подвержены нефтяному загрязнению. Максимальные концентрации нефтепродуктов отмечены в средней Оби, где река аккумулирует загрязненные воды притоков, пересекающих нефтеносные районы.

Содержание *нефтяных углеводородов* на станциях опробования низкие и варьируют в очень узком диапазоне $< 2\text{--}29,6 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, составляя в среднем $5,6 \pm 6,9 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, что значительно ниже норматива ($1400 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$), используемого для грунтов водоемов северо-запада России [14].

Содержание *фенолов* в донных отложениях крайне мало. Так, значения содержания собственно фенола изменяются в интервале $< 10\text{--}13,1 \text{ мкг} \cdot \text{кг}^{-1}$. При этом на большинстве станций они были меньше предела обнаружения. Концентрации остальных анализированных разновидностей фенолов (4-нитрофенол, 2-метилфенол, 4-метилфенол, 2-хлорфенол, 4-хлорфенол, 2,5- и 3,5-диметилфенол, 2,4- и 3,4-диметилфенол, 4-хлор, 3-метилфенол, 2,4-дихлорфенол, 2,4,5- и 2,4,6-трихлорфенол, пентахлорфенол) были ниже значимого уровня ($< 10 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$).

Содержание *полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)* в донных отложениях в пределах обследованного участка в сумме не превышало $83,4 \text{ мкг} \cdot \text{кг}^{-1}$, среднее значение составило $36,6 \pm 17,8 \text{ мкг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Концентрации таких разновидностей, как аценафтилен, флуорен, аценафтен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз/а/антрацен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз/а/антрацен, на всех станциях ниже предела обнаружения. Значения содержания хризена и бенз/к/флуорантена лишь на отдельных станциях были незначительно выше порога чувствительности определения.

Статистические характеристики содержания *переходных и тяжелых металлов*, а также As в пробах донных отложений приведены в табл. 1.

Таблица 1. Статистическая характеристика содержания металлов и As ($\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ сухого веса) в донных отложениях южной части Тазовской губы

Металлы и As	X	S	Min	Max
Cd	0,029	0,021	0,005	0,08
Pb	1,4	0,7	0,3	3
Cu	1,9	1,3	0,2	5
Zn	8,6	5,1	1,3	19,8
Ba	17,7	13,5	2,0	79,8
Fe	3019	1491	413	7099
Mn	49,1	22,1	14,0	135
As	0,2	0,1	0,1	0,4
Hg	0,002	0,003	<0,003	0,01

Содержание железа в осадках изменялось в пределах $413\text{--}7099 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, составляя в поверхностном слое в среднем $3019 \pm 1491 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Содержание марганца в пробах находилось в диапазоне от 14 до $135 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, среднее значение составило $49,1 \pm 22,1 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Тяжелые металлы изученного ряда и мышьяк распределяются в донных отложениях южной части Тазовской губы следующим образом. Содержание кадмия в осадках на всех станциях было низким и не превышало $0,08 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Количество свинца в донных отложениях изменяется в узком диапазоне $0,3\text{--}3,0 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Медь распределена по площади равномерно, среднее значение составляет $1,9 \pm 1,3 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ при диапазоне наблюдаемых значений $0,2\text{--}5 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пространственное распределение значений содержания цинка равномерное. Концентрации в границах обследованного района находятся в диапазоне от $1,3$ до $19,8 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, при среднем значении $8,6 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Диапазон изменчивости содержания бария в донных осадках $2,0\text{--}79,8 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, среднее значение концентрации — $17,7 \pm 13,5 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Содержание ртути в донных отложениях было низким и на всех станциях ниже $0,01 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Концентрация мышьяка в осадках изменялась в узком диапазоне $0,1\text{--}0,4 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, составляя в среднем $0,2 \pm 0,1 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$.

В осадках обследованного района относительно более высокие значения концентрации большинства металлов (кадмий, свинец, медь, цинк, барий, железо, марганец и ртуть) отмечены на станциях, характеризующихся максимальными значениями влажности, а также содержанием $S_{\text{орг}}$ и тонкого алевропелитового материала. Более тонкие богатые органикой осадки обладают более высоким потенциалом накапливать тяжелые металлы. Напротив, где в осадках значима доля грубого материала, там концентрации в целом более низкие.

Оценка загрязнения донных отложений

Сравнение показывает, что концентрации металлов в осадках не превышают значения содержания в акваториальных донных отложениях региона (табл. 2) и отвечают показателям общего регионального геохимического фона компонентов природной среды Пур-Тазовского района (табл. 3).

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в донных осадках прилегающих акваторий Карского моря, мг·кг⁻¹ [15]

Акватория	Mn	Pb	Ni	Zn	Co
Береговая зона Ямала	2000–67000	90–240	30–85	70–120	30–35
Эстуарий Енисея	нет данных	9–260	20–100	35–160	10–65
Эстуарий Оби	8–277	нет данных	40–150	16–53	50–390

Таблица 3. Характеристика общего регионального фона компонентов природной среды для Пур-Тазовского района [16]

Химические элементы	Содержание, мг·кг ⁻¹	
	верхний горизонт почв	донные отложения
V	107	65,5
Cr	57	43,5
Mn	590	470
Co	7,5	6
Ni	13	10
Cu	29,5	26,5
Zn	93,5	44,5
Sr	40	32,5
V	9	7,5
Zr	166	200
Ba	153	132
Pb	15,5	10,5

На всех станциях значения концентрации металлов были ниже норм загрязненности тяжелыми металлами донных осадков для водоемов, разработанных на основе подходов, используемых в Голландии [14].

Содержание естественных и искусственных радионуклидов и их соотношения в образцах донных отложений исследованного полигона соответствовало геохимическому фону. При этом значения активности искусственного дозообразующего радионуклида ¹³⁷Cs во время съемки были ниже значений активности естественных нуклидов ²²⁸Ra, ²²⁶Ra и ⁴⁰K.

По абсолютным значениям удельная активность естественных нуклидов ²²⁸Ra, ²²⁶Ra и ⁴⁰K соответствовала фоновым значениям, а удельная активность искусственного радионуклида ¹³⁷Cs находилась для подавляющего большинства станций ниже предела обнаружения. Согласно Нормам радиационной безопасности

НРБ-99 [17] и ГОСТ 30108-94 [18] нормирование проводится по параметру удельная эффективная активность:

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{K}},$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} — удельные радиоактивности радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K соответственно Бк/кг.

По результатам съемки значения удельной эффективной активности не превышали $77 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, что соответствует 1 (низшему) классу радиационной опасности. Если величина $A_{\text{эфф}}$ в строительных материалах и минеральном строительном сырье ниже или равна $370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, они могут использоваться для всех видов строительства без ограничений (I класс).

Материалы инженерно-экологических изысканий и седиментологических исследований фиксируют современное состояние компонентов природной среды, фоновые характеристики, степень загрязнения и техногенных нарушений до начала активного воздействия, что является исходным информационным уровнем для оценки воздействия на окружающую среду для разработки раздела охраны окружающей среды (ООС) в составе проектов практического освоения акватории Тазовской губы.

Литература

1. Деев Е. В., Зиновьев С. В. Морфотектоника кровли нижнего структурного яруса чехла Западно-Сибирской платформы в Надым-Тазовском междуречье // Геология нефти и газа. 1999. № 7. С. 2–9.
2. Скоробогатов В. А., Строганов Л. В., Копеев В. Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала. М.: Недра, 2003. 352 с.
3. Формирование устьев рек Таза и Пура и рельефа дна южной части Тазовской губы / Коротаев В. Н., Лодина Р. В., Чалов Р. С., Шутов А. М. // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1976. Вып. 5. С. 139–173.
4. Лоция Карского моря. Часть 2. ГУНИО МО РФ. СПб., 1998. 466 с.
5. Коротаев В. Н. Голоценовая история речных дельт арктического побережья Сибири // География и природные ресурсы. 2011. № 3. С. 13–20.
6. Коротаев В. Н., Чистяков А. А. Процессы седиментации в устьевых областях рек // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2002. № 5. С. 3–7.
7. Коротков С. В. Реакция поверхностных слоев донных осадков на динамическое воздействие водной среды в Обской и Тазовской губах Карского моря // Инженерные изыскания. 2009. № 6. С. 46–50.
8. Gundlach E. R., Hayes M. O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts // Marine Technology Society Journal. 1978. N 12(4). P. 18–27.
9. Методические подходы к созданию карт экологически уязвимых зон и районов приоритетной защиты акваторий и берегов Российской Федерации от разливов нефти и нефтепродуктов. Владивосток — Москва — Мурманск — Санкт-Петербург / Блиновская Я. Ю., Гаврило М. В., Усенков С. М. и др. // Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2012. 60 с.
10. Демина Л. Л., Левитан М. А., Политова Н. В. О формах нахождения некоторых тяжелых металлов в донных осадках эстуарных зон рек Оби и Енисея // Геохимия. 2006. № 2. С. 212–226.
11. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bottom sediments of the Kara Sea shelf, Gulf of Ob and Yenisei Bay / Dahle S., Savinov V., Matishov G., Evenset A., Næsc K. // The Science of the Total Environment, 2003. N 306. P. 57–7.
12. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Norwegian and Russian Arctic marine sediments: concentrations, geographical distribution and sources / Dahle, S., Savinov, V., Petrova, V. et al. // Norwegian Journal of Geology. 2006. N 86. P. 41–50.
13. Arsenic and other trace metals from the Kara Sea and the Ob and Yenisey Estuaries, Russia / Loring D. H., S. Dahle, K. Næsc, J. et al. // Aquatic Geochemistry. 1998. N 4. P. 233–252.

14. Региональные нормы и критерии загрязненности донных отложений водоемов г. Санкт-Петербурга. СПб., 1996.
15. Contaminants in sediments deposits of the Yenisey Estuary / Deliverable for the project ICAZ-CT-2000-10008 «ESTABLISH». Moscow. N 5. 2003. 133 p.
16. Анализ регионального геохимического фона как основа эколого-геохимического картирования равнинных территорий (на примере северной части Западно-Сибирского региона) / Сорокина Е. П., Дмитриева Н. К., Карпов Л. К., Масленников В. В. // Прикладная геохимия. М.: Изд-во ИМПЭ, 2001. Вып. 2. С. 316–339.
17. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. Минздрав России. 1999.
18. ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов.

References

1. Deev E. V., Zinovjev S. V. Morfotektonika krovli nizhnego strukturnogo iarusа chekhla Zapadno-Sibirskoi platformy v Nadym-Tazovskom mezhdurech'e [Morfotektonik of the lower structural tiers roof of the west-siberian plates cover in nadym-tazovsky interfluves]. *Geologiya nefi i gaza* [Oil and gas geology], 1999, no. 7, pp. 2–9. (In Russian)
2. Skorobogatov V. A., Stroganov L. V., Kopeev V. D. *Geologicheskoe stroenie i gazoneftenosnost' Yamala* [Geology structure and oil-and-gas-bearing capacity of Yamal]. Moscow, Nedra Publ., 2003. 352 p. (In Russian)
3. Korotaev V. N., Lodina R. V., Chalov R. S., Shutov A. M. Formirovanie ust'ev rek Taza i Pura i rel'efa dna iuzhnoi chasti Tazovskoi guby [The formation of the Taz and Pura estuaries and of the bottom relief of southern Tazovskaya bays]. *Eroziia pochv i ruslovye protsessy* [Soil erosion and channel processes]. Issue 5. Moscow, MGU Publ., 1976, pp. 139–173. (In Russian)
4. *Lotsiia Karskogo moria. Chast' 2* [Pilot chart of Kara Sea. Part 2]. GUNIO MO RF, St. Petersburg, 1998. 466 p. (In Russian)
5. Korotaev V. N. Golotsenovaia istoriia rechnykh del't arkticheskogo poberezh'ia Sibiri [Holocen history of river deltas of Siberia's Arctic coast]. *Geografiia i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], 2011, no. 3, pp. 13–20. (In Russian)
6. Korotaev V. N., Chist'ykov A. A. Protsessy sedimentatsii v ust'evykh oblastiakh rek [Processes of sedimentation in river eustaries]. *Vestn. MGU. Series 5. Geography*, 2002, no. 5, pp. 3–7. (In Russian)
7. Korotkov S. V. Reaktsiia poverkhnostnykh sloev donnykh osadkov na dinamicheskoe vozdeistvie vodnoi sredy v Obskoi i Tazovskoi gubakh Karskogo moria [The reaction of the surface layers of the bottom sediments on the dynamic effects of the aquatic environment in Ob and Taz bays of Kara Sea]. *Inzhenernye izyskaniia* [Engineering survey], 2009, no. 6, pp. 46–50. (In Russian)
8. Gundlach E. R., Hayes M. O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. *Marine Technology Society Journal*, 1978, no. 12(4), pp. 18–27.
9. Blinovskaya Y. Y., Dmitriev N. V., Pogrebov V. B., Puzachenko A. Y., et al. Metodicheskie podkhody k sozdaniiu kart ekologicheskoi uiazvimykh zon i raionov prioritetnoi zashchity akvatorii i beregov Rossiiskoi Federatsii ot razlivov nefi i nefteproduktov. Vladivostok — Moskva — Murmansk — Sankt-Peterburg [Methodological approaches for mapping of ecologically vulnerable zones and regions of water areas and shorelines with priority protection againsts spills of oil and oil products in the Russian Federation. Vladivostok — Moscow — Saint-Petersburg — Murmansk]. *Vsemirnyi fond dikoi prirody (WWF)* [World Wild Life Fund for Nature (WWF)], 2012. 60 p. (In Russian)
10. Demina L. L., Levitan M. A., Politova N. V. O formakh nakhozhdeniia nekotorykh tiazhelykh metallov v donnykh osadkakh estuarynykh zon rek Obi i Eniseia [About of heavy metals forms in bottom sediments of estuaries zones of the Ob and Yenisei rivers]. *Geokhimiia* [Geochemistry], 2006, no. 2, pp. 212–226. (In Russian)
11. Dahle S., Savinov V., Matishov G., Evenset A., Næsc K. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bottom sediments of the Kara Sea shelf, Gulf of Ob and Yenisei Bay. *The Science of the Total Environment*, 2003, no. 306, pp. 57–7.
12. Dahle S., Savinov V., Petrova V., et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Norwegian and Russian Arctic marine sediments: concentrations, geographical distribution and sources. *Norwegian Journal of Geology*, 2006, no. 86, pp. 41–50.
13. Loring D. H., S. Dahle, K. Næs, J. et al. Arsenic and other trace metals from the Kara Sea and the Ob and Yenisey Estuaries, Russia. *Aquatic Geochemistry*, 1998, no. 4, pp. 233–252.

14. *Regional'nye normy i kriterii zagriaznennosti donnykh otlozhenii vodoemov Sankt-Peterburga* [Regional norms and criteria of contamination for aquatic bottom sediment of St. Petersburg water basin]. St. Petersburg, 1996. (In Russian)

15. Contaminants in sediments deposits of the Yenisey Estuary. *Deliverable for the project ICAZ-CT-2000-10008 "ESTABLISH"*. Moscow, no. 5, 2003. 133 p.

16. Sorokina E. P., Dmitrieva N. K., Karpov L. K., Maslennikov V. V. Analiz regional'nogo geokhimicheskogo fona kak osnova ekologo-geokhimicheskogo kartirovaniia ravninnykh territorii (na primere severnoi chasti Zapadno-Sibirskogo regiona) [Analysis of regional geochemical background as the basis of ecological-geochemical mapping lowland territories (for example, the northern part of the Western-Siberian region)]. *Prikladnaia geokhimiia* [Applied Geochemistry]. Moscow, Publishing House IMPE, 2001, issue 2, pp. 316–339. (In Russian)

17. *Radiation safety standards (NRB-99). SP 2.6.1.758-99*. The Ministry of health of Russia. 1999. (In Russian)

18. *GOST 30108-94 building materials and products. Determination of the specific effective activity of natural radionuclides*. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 26 марта 2015 г.

Контактная информация:

Усенков Святослав Михайлович — доктор геолого-минералогических наук, профессор;
s.usenkov@spbu.ru

Позднышев Сергей Петрович — главный специалист; ecopro@sovintel.ru

Смирнов Игорь Пансофьевич — кандидат географических наук, ведущий специалист;
ecopro@sovintel.ru

Usenkov S. M. — Doctor of Geological and Mineralogical, Professor; s.usenkov@spbu.ru

Pozdnyshev S. P. — chief Specialist; ecopro@sovintel.ru

Smirnov I. P. — Candidate of Geographic Sciences, leading Specialist; ecopro@sovintel.ru