ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

УДК 534.867

DOI: 10.29006/978-5-9901449-5-8-33

**А.Л. Бреховских¹, Е.Р. Вольтер², А.С. Зверев³, М.С. Клюев¹,
И.Я. Ракитин¹, А.Э. Сажнева¹, А.А. Шрейдер¹**

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ПАЛЕОСТРУКТУР МОРСКОГО ДНА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ

¹*Институт океанологии им. П.П. Шишова РАН
Россия, 117997, г. Москва, Нахимовский пр., д. 36,
Тел.: +7(495)380-41-50, E-mail: mklyuev@mail.ru*

²*Институт экологии Академии Наук Абхазии
Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Красномаяцкая, д. 67,
Тел. +7 (940) 921-22-65, E-mail: ervolter@mail.ru*

³*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
Россия, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, д.19,
Тел. +7(499) 137-14-84, E-mail: sparker1@yandex.ru*

Рассматриваются некоторые особенности сейсмоакустического обнаружения и изучения палеоструктур морского дна в прибрежной зоне.

Ключевые слова: палеоструктуры морского дна, сейсмоакустическое обнаружение

Палеоструктуры прибрежной морской зоны являются уникальными объектами морской геологии, которые возникают при затоплении дельт и русел рек, вследствие повышения уровня моря или опускания прибрежной суши и дальнейшей их эволюции в морских условиях.

Как показали натурные исследования [1], для обнаружения и изучения донных палеоструктур в прибрежной зоне эффективно совместное использование сейсмоакустических средств широкого частотного диапазона f (200 кГц–300 Гц) с комбинированными диаграммами направленности θ (узкой от 4° и широкой до 180°), а также применение высокоточной GPS навигации. Используются приборы:

- высокочастотный узколучевой эхолот ($f \sim$ сотен килогерц, $\theta \sim$ порядка единиц градусов), определяющий профиль морского дна;
- высокочастотный узколучевой профилограф ($f \sim$ десятка кГц, $\theta \sim$ единиц градусов), определяющий тип и структуру верхнего осадочного слоя;
- среднечастотный сейсмоакустический профилограф с электромеханическим излучателем типа «бумер» ($f \sim$ единиц килогерц, $\theta \sim$ десятков градусов), определяющий более глубокую донную структуру;
- низкочастотный сейсмоакустический профилограф с электроисковым излучателем типа «спаркер» ($f \sim$ сотен герц, $\theta \sim$ десятков градусов), определяющий еще более глубокие донные структуры.

Применение высокоточной GPS навигации позволяет определять детальное пространственное строение палеоструктур и выполнять их подробное картографирование, что повышает достоверность их идентификации и точность определения их параметров.

Ключевым вопросом в обнаружении палеоструктур являются критерии и классификационные признаки их наличия. В результате натурных исследований и аналитической проработки были определены основные критерии и классификационные признаки их наличия:

1. Наличие «коробчатого» профиля на батиметрии морского дна и его плавное трансляционное повторение в пространстве.
2. Наличие «коробчатого» профиля, заполненного осадками, на сейсмоакустической структуре морского дна и его плавное трансляционное повторение в пространстве.
3. Наличие изрезанной и расчлененной геоморфологии, не подвергавшейся воздействию водного потока. Это говорит об отсутствии палеоруслу в данном месте.
4. Соответствие положения палеоруслу современным речным структурам суши – руслу, берегам, долине, каньону, дельте.
5. Возможное наличие палеопритоков и палеodelьт, распознаваемых согласно тем же критериям палеоруслу.
6. Наличие газовых факелов, во многих случаях сопутствующих палеоруслу.

Под «коробчатым» профилем здесь понимается профиль в виде чаши с выраженными береговыми склонами и уплощенным дном. Он должен плавно трансляционно повторяться в пространстве, очерчивая канал палеоруслу. Эта чаша, как правило, заполнена слабо консолидированными донными осадками с ровной поверхностью, поскольку она является локальным глубинным максимумом и туда сваливается весь осадочный материал. Наличие изрезанной и расчлененной геоморфологии (скаль-

ных осадочных пород, мергелевых гребней и т.п.), не подвергавшейся воздействию водного потока, говорит об отсутствии палеоруслу в данном месте. Как правило, палеоруслу является продолжением современного сухопутного речного русла или его дельты. В палеоруслу могут впадать палеопритоки, образуя места их слияния, а также оно может разделяться на разветвления в виде палеodelты. Палеруслу зачастую сопутствуют газовые факелы, поскольку оно может быть приурочено к геологическим разломам, а заполняющие его осадки менее консолидированы и более прозрачны для выхода донных газов.

Таким образом, принципы обнаружения палеоструктур в прибрежной зоне заключаются в следующем:

1. Использование широкополосного сейсмоакустического зондирования морского дна при комбинированных диаграммах направленности.
2. Обеспечение высокоточной морской GPS навигации.
3. Применение критериев и классификационных признаков наличия палеоструктур.

В качестве иллюстрации этих принципов рассмотрим результаты изучения палеоструктур реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик [1]. В этих исследованиях использовался комплекс гидроакустического профилирования донной поверхности и верхнего слоя осадков разработки ИО РАН и сейсмоакустический комплекс «Геонт-шельф» производства ООО «Спектр-геофизика» [1].

На рис. 1 представлен поперечный профиль палеоруслу реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик по данным эхолота (частота 200 кГц, диаграмма направленности 4°). Из рисунка видно, что поперечное сечение палеоруслу имеет «коробчатую» форму шириной около 120 м с крутыми береговыми склонами высотой до 6 м и ровным,

Рис. 1. Поперечный профиль палеоруслу реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик (эхолот $f = 200$ кГц, $\theta = 4^\circ$).

по-видимому, осадочным заполнением на глубине около 11 м. Можно предположить, что палеоруслó представляет собой канал, вырезанный древними потоками в скальном осадочном основании. Канал частично заполнен современными осадками до практически ровной поверхности.

На рис. 2 представлен поперечный профиль палеоруслá реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик по данным высокочастотного параметрического профилографа (частота 20 кГц, диаграмма направленности 4.5°) в той же точке, что и на рис. 1. Из рисунка видно, что зондирующий импульс практически не проникает в береговые склоны палеоруслá, что говорит об их возможном скальном осадочном составе, и проникает на глубину около 1 м вглубь грунта, заполняющего чашу палеоруслá, что говорит о его возможном неуплотненном осадочном составе. Из рисунка следует, что скальные берега уходят под неуплотненные осадки, заполняющие чашу палеоруслá.

Рис. 2. Поперечный профиль палеоруслá реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик (параметрический профилограф $f = 20$ кГц, $\theta = 4.5^\circ$).

На рис. 3 представлен поперечный профиль палеоруслá реки Ашамба в Голубой бухте вблизи г. Геленджик по данным среднечастотного профилографа с излучателем типа «бумер» (частота 1–2 кГц, широконаправленный) в той же точке, что и на рис. 1. Из рисунка видно, что зондирующий импульс по-прежнему практически не проникает в береговые склоны палеоруслá, что дополнительно подтверждает их возможный скальный осадочный состав, но проникает на глубину около 4 м вглубь заполняющего чашу палеоруслá грунта, что подтверждает его возможный неуплотненный осадочный состав. На рисунке отчетливо видна форма дна палеоруслá с максимальной глубиной около 4 м относительно поверхности заполняющих его осадков, которое, по-видимому, состоит из скального осадочного грунта.

Рис. 3. Среднечастотный широконаправленный профилограф 1–2 кГц с излучателем типа «бумер».

Данная работа выполнена в рамках темы Государственного задания № 0149-2019-0005 ИО РАН и гранта РФФИ № А 20-05-00089.

Литература

1. Клюев М.С., Шрейдер А.А., Бреховских А.Л., Ракитин И.Я., Зверев А.С., Вольтер Е.Р., Ольховский С.В., Гринберг О.В., Евсенко Е.И., Сажнева А.Э. Палеодолина реки Ашамба в геоморфологии дна Голубой бухты вблизи г. Геленджик по данным параметрического профилографа со спутниковой навигацией // Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах: Пятая международная школа молодых ученых, Москва: Материалы конференции. М.: ИПМех РАН, 2019. С. 81–83.

**A.L. Brekhovskikh¹, E.R. Voltaire², A.S. Zverev³, M.S. Klyuev¹,
I.Ya. Rakitin¹, A.E. Sazhneva¹, A.A. Schrader¹**

**ABOUT SOME PECULIARITIES OF SEISMOACOUSTIC
DETECTION AND STUDY OF PALOESTRUCTURES OF THE SEA
BOTTOM IN THE COASTAL ZONE**

*¹Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
36 Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
Tel.: +7(495)380-41-50, E-mail: mklyuev@mail.ru*

*²Institute of Ecology of the Academy of Sciences of Abkhazia
Republic of Abkhazia, Sukhum, st. Krasnomayatskaya, 67,
Tel. +7 (940) 921-22-65, E-mail: ervolter@mail.ru*

*³Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry Vernadsky RAS
Russia, 119991, Moscow, st. Kosygina, 19,
Tel. +7(499) 137-14-84, E-mail: sparker1@yandex.ru*

Some features of seismic-acoustic detection and study of seabed paleo-structures in the coastal zone are considered.

Keywords: paleostructures of the seabed, seismoacoustic detection

Acknowledgment: This work was carried out within the framework of the State Assignment No. 0149-2019-0005 IO RAS and RFBR grant No. A 20-05-00089.

References

1. Klyuev M.S., Shrejder A.A., Brekhovskikh A.L., Rakitin I.Ja., Zverev A.S., Vol'ter E.R., Ol'hovskij S.V., Grinberg O.V., Evsenko E.I., and Sazhneva A.Je. Paleodolina reki Ashamba v geomorfologii dna Goluboj buhty vblizi g. Gelendzhik po dannym parametricheskogo profilografa so sputnikovoj navigaciej. Fizicheskoe i matematicheskoe modelirovanie processov v geosredah: Ptajata mezhdunarodnaja shkola molodyh uchenyh, Moscow, Materialy konferencii, Moscow: IPMeh RAN, 2019, pp. 81–83.