

**СТРОЕНИЕ, ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ИЛИСТОЙ ТОЛЩИ ШЕЛЬФА ЮГА
ПРИМОРЬЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ОСВОЕНИЯ**

Л.Б. Хершберг, Е.В. Михайлик, В.С. Пушкарь, Б.И. Вачаев

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр-т 100 лет Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022; e-mail: mikhailik@list.ru

Поступила в редакцию 2 июня 2011 г.

Впервые в шельфовой области Южного Приморья в ряде заливов и бухт Японского моря выделена и изучена илистая толща в стратиграфическом разрезе четвертичных отложений при производстве геологической съемки масштаба 1 : 200 000 и геологоразведочных работ Тихоокеанской морской экспедицией ПТГУ. Проведена оценка состава, объема и качества содержащегося в ней многокомпонентного сырья (ракуша, органо-минеральные илы). Запасы разведанного месторождения кормовой ракушки способны обеспечить птицефабрики Дальневосточного региона России кормовой добавкой.

Ключевые слова: илистая толща, стратиграфия, запасы многокомпонентного сырья, Японское море.

ВВЕДЕНИЕ

На протяженных участках прибрежного мелководья Южного Приморья условия морского осадконакопления резко изменились на границе позднего неоплейстоцена и голоцена, что обусловлено послеледниковым быстрым повышением уровня моря. В результате трансгрессии море начало затоплять долины крупных рек и тектонические впадины прибрежной зоны, образуя при этом глубоко вдающиеся в сушу заливы (Посьета, Амурский, Уссурийский, Находка и др.), включающие в себя и ряд мелких бухт. В этих заливах и бухтах, начиная с момента их образования (15400 ± 130 лет [6]) и на протяжении всего периода существования, преобладали значительно более спокойные гидродинамические условия, чем у открытого морского побережья, что способствовало накоплению в них тонких осадков. Они по литологическому составу резко отличаются от более грубозернистых осадков открытого морского побережья и занимают вполне определенные и довольно значительные по размерам площади, что послужило основанием выделить их в качестве самостоятельной, так называемой илистой толщи [7].

На отдельных участках дна изголовьев заливов и закрытых бухт, примыкающих к устьям рек Туманная и Раздольная, дренирующих вулканические сооружения Пектусан и Барановский, соответственно,

осадки илистой толщи сложены органогенно-минеральными илами и содержат значительные объемы раковин устриц и их детрита, поэтому могут рассматриваться как месторождения полезных ископаемых (например, месторождение Ясное в бух. Экспедиции залива Посьета) [6, 8, 9].

Изучение вещественного состава и физических свойств осадков илистой толщи показало, что органогенно-минеральные илы могут быть пригодны при производстве строительных материалов (кирпич строительный марки М 300 и др., дренажные трубы, плитка облицовочная и др.), а также минеральных добавок в корма в животноводстве, удобрений в сельском хозяйстве и, кроме того, использоваться в бальнеологических целях.

Дробленая ракуша (биогенный карбонат кальция) в настоящее время является кормовой добавкой, используемой в животноводстве, в первую очередь в птицеводстве. Отсутствие указанного сырья на дальневосточном рынке вынуждает птицефабрики завозить кормовую ракушу из европейской части страны, где разрабатываются десять месторождений морской ракушки, приуроченные к бассейнам Каспийского, Азовского и Белого морей. В частности, птицефабрики Приморья используют азовскую ракушу.

В Дальневосточном регионе России месторождение Ясное является единственно разведанным и

технологически изученным объектом. По качественному составу ракуши и вмещающих органогенных илов, а также их запасам данное месторождение не имеет аналога в части многокомпонентного и комплексного использования сырья по безотходной технологии. Эти факты, а также расположение месторождения в экономически благоприятных условиях (порт Посьет и железная дорога находятся в непосредственной близости) позволило получить заявки на потребление сырья дальневосточными птицефабриками Приморского и Хабаровского краев и Амурской области.

СТРОЕНИЕ ИЛИСТОЙ ТОЛЩИ

Илистая толща (табл. 1) распространена в прибрежной зоне шельфа Южного Приморья, главным образом во впадинах современных заливов и бухт (исключая лишь самую прибрежную часть, где шло формирование волноприбойных песков с гравием и галькой). Мощность илистой толщи в крупных заливах достигает 20 м и более, а в мелких бухтах ограничивается первыми метрами. Возрастной диапазон осадков этой толщи в крупных заливах охватывает конец позднего неоплейстоцена и весь голоцен. В мелких же бухтах закрытого типа, куда море проникло лишь в среднем голоцене, поздненеоплейстоцен-раннеголоценовая часть разреза илистой толщи отсутствует.

Площадь распространения отложений илистой толщи обычно ограничивается контурами залива или бухты, в которых они локализируются. Однако в отдельных случаях, при значительных количествах выносимого с суши терригенного материала и малых размерах самой бухты, осадки илистой толщи выхо-

дят за контуры бухты в сторону средней зоны шельфа, покрывая развитые там песчаные отложения древнетихоокеанской толщи. Такое строение установлено в районе бух. Преображение, где выступающий из бухты в море конус отложений илистой толщи, сформированной в течение голоцена, закартирован до 100-метровой изобаты.

В Амурском заливе разрез отложений илистой толщи (рис. 1) изучен по керну скважины 5 (глубина моря – 17.4 м). Разрез толщи представлен (сверху вниз):

Мощность (м)

Илы глинистые темно-серые текучие с примесью (до 1%) мелкозернистого песка и ракушечного детрита 1.0

Илы глинисто-алевритовые зеленовато-серые текуче-пластичные с примесью (до 1%) ракушечного детрита .. 16.7

Пески илистые разнотельные с примесью (до 5%) ракушечного детрита 1.3

Общая мощность разреза 19.0

Состав спорово-пыльцевых спектров, полученных из отложений этого разреза, изучен Л.П. Карауловой [1] и свидетельствует, что время формирования рассматриваемой толщи охватывает почти весь голоцен, от бореального периода до субатлантического включительно.

Илистые пески, залегающие в основании разреза, содержат спорово-пыльцевые спектры, характеризующиеся преобладанием пыльцы широколиственных пород (от 50 до 70%). Такой состав спорово-пыльцевых спектров характерен для отложений бореального периода. В пробах, взятых вблизи верхней границы песков, резко увеличивается (до 20%) содержание пыльцы кустарниковых видов берез, что

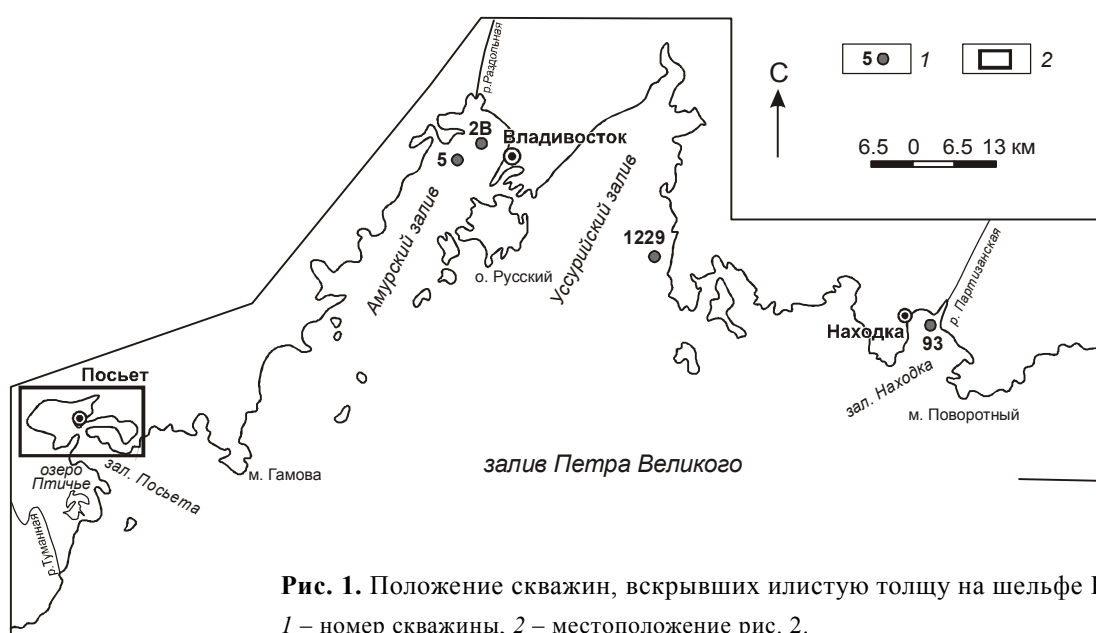


Рис. 1. Положение скважин, вскрывших илистую толщу на шельфе Южного Приморья.

1 – номер скважины, 2 – местоположение рис. 2.

Таблица 1. Стратиграфическая схема четвертичных отложений шельфа Южного Приморья, климатические условия и колебания уровня Японского моря.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ПОДОТДЕЛ	Побережье Приморья		Шельф северо-западного сектора Японского моря				Тыс. лет	
			Стратиграфическая схема, по [2] горизонты, подгоризонты	Климат	Стратиграфическая схема, по [7] толщи, подтолщи	Датировки по С ¹⁴	Главнейшие отложения на шельфе	Колебания уровня Японского моря		
ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ	ГОЛОЦЕН	ЮЖНОПРИМОРСКИЙ	ВЕРХНЕ-ГОЛОЦЕНОВЫЙ	Переменный климат (субатлантический период)	НОВОТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	150±40(КИ-1186)	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	0 м	
			СРЕДНЕ-ГОЛОЦЕНОВЫЙ	Умеренно-холодный климат с колебаниями (суббореальный период)			650±50(КИ-1197)			
НИЖНЕ-ГОЛОЦЕНОВЫЙ	Климатический оптимум (атлантический период)		1250±50(КИ-1483)							
Бореальный период	2 ^е похолодание 2 ^е потепление		2200±150(КИ-1421)							
ПЛЕЙСТОЦЕН	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Пребореальный период	1 ^е похолодание 1 ^е потепление	СРЕДНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	3300±70(КИ-1478)	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	50 м	
			Похолодание (поздний дриас)	4500±60(КИ-1841)						
			Потепление (аллеред)	5400±70(КИ-1429)						
			Похолодание (средний дриас)	6300±70(КИ-1199)						
			Потепление (беллинг)	7700±60(КИ-1474)						
			Похолодание 2 ^я стадия (ранний дриас)	8500±70(КИ-1569)						
		Интерстадиал	8800±110(КИ-1818)							
		Похолодание 1 ^я стадия	9200±150(КИ-1628)	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	100 м			
		Позднее потепление	9300±120(КИ-1453)							
		Позднее похолодание	10000±160(КИ-1627)							
		Главный оптимум	10230±120(КИ-1904)							
		Раннее похолодание	11000±120(КИ-1804)							
Раннее потепление	11300±110(КИ-1783)									
ЧЕРНОРУЧЬИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	150 м		
										11400±70(КИ-1260)
										11500±110(КИ-1776)
										11600±100(КИ-1817)
ЛАЗОВСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	160 м		
										11800±100(КИ-1817)
										12500±135(КИ-1631)
										13400±100(КИ-1329)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	170 м		
										14300±105(КИ-1341)
										15400±130(КИ-1330)
										15500±100(КИ-1346)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	180 м		
										17100±400(КИ-1333)
										18100±100(КИ-1338)
										18200±150(КИ-1628)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	190 м		
										20900±180(КИ-1427A)
										21900±1150(ГИН-1668)
										24700±150(КИ-1337)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	200 м		
										24800±230(КИ-1342)
										25900±300(КИ-1343)
										27150±300(КИ-1636)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	210 м		
										28000±250(МГУ-325)
										29600±700(ГИН-1664)
										30700±210(КИ-1769)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	220 м		
										32700±400(КИ-1626)
										32700±400(КИ-136A)
										36300±800(КИ-1762)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	230 м		
										37000±300(КИ-2016)
										38200±200(КИ-2014)
										38500±320(КИ-2011)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	240 м		
										39200±400(КИ-2012)
										41100±300(КИ-2013)
										42300±300(ГИН-1950)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	250 м		
										44000±100(ГИН-1944)
										47960±1500(ГИН-1942)
										53000 (КИ-2012)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Позднее похолодание	ДРЕВНЕТИХО-ОКЕАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	260 м		
										49000 (ГИН-1945)
НАХОДКИНСКИЙ	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ПАРТИЗАНСКИЙ	Потепление	ХАСАНСКАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ИЛИСТАЯ ТОЛЩА	ТИХООКЕАНСКАЯ ТРАНСГРЕССИЯ	270 м		
										130.0

свойственно осадкам, отлагавшимся во время позднебореального похолодания, проявившегося на рубеже бореального и атлантического периодов.

Пачка зеленовато-серых илов, залегающая с постепенным переходом на илистых песках, в нижней части содержит спорово-пыльцевые спектры, отличающиеся преобладанием пыльцы широколиственных пород, что присуще отложениям климатического оптимума голоцена (атлантический период). Спорово-пыльцевые спектры верхней части отличаются от спектров нижней уменьшением количества пыльцы наиболее термофильных представителей маньчжурской флоры. Такой состав спорово-пыльцевых спектров отражает климатические условия более теплые, чем современные, но более холодные, чем были в атлантическом периоде, что позволяет достаточно уверенно отнести время формирования верхней части пачки зеленовато-серых илов к суббореальному периоду.

Темно-серые текучие илы, венчающие рассматриваемый разрез, содержат спорово-пыльцевые спектры, соответствующие современному составу растительности морского побережья, что позволяет отнести время их формирования к субатлантическому периоду.

Приведенный тип разреза илистой толщи прослежен в зоне прибрежного мелководья (до изобаты 30 м) вплоть до залива Находка (скв. 93). Глубже, до изобаты 70 м установлены более древние слои илистой толщи. В скв. 2В гравийно-песчаные отложения относятся к пребореалу, а в скв. 1229 (рис. 1) – к позднему дриасу.

Таким образом, время формирования илистой толщи, по имеющимся в настоящее время данным, охватывает конец позднего неоплейстоцена–голоцен [1–4, 7]. Это подтверждается и крайними значениями определений абсолютного возраста обломков раковин морских моллюсков из отложений илистой толщи, которые составляют 150 ± 40 лет (Ки-1186) и 14300 ± 105 лет (Ки-1330) [6]. В целом данные по абсолютному возрасту илистой толщи приведены в табл. 1.

Анализ строения разрезов илистой толщи показал, что она сложена, главным образом, илами. В подчиненном количестве присутствуют разнотельные пески и гравийники. По всему объему илистой толщи выявлен ракушечный детрит в виде примеси, и только в бух. Экспедиция (зал. Посьета) количество его достигает 30 %.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ

Наиболее детально илистая толща изучена в бухте Экспедиция в процессе разведки месторожде-

ния Ясное с целью комплексного использования сырья по безотходной технологии [6].

Минеральный состав илистой толщи (рентгенофазовый и термографический анализы) следующий: кварц – 20 %, полевые шпаты – 12 %, арагонит – 5 %, иллит – 28 %, монтмориллонит – 16 %, каолинит – 5 %, хлорит – 1 %, пирит – 3 %, каменная соль – 2 %, амфиболы – 2 %, гипс – 1 %, органическое вещество – 5 %. В табл. 2 дана характеристика морских илов месторождения Ясное, свидетельствующая о возможности отработки месторождения по безотходной технологии.

Ракуша в пластичных илах этого месторождения содержится в количестве 25–30 %. Устричный детрит – мелко-среднеизмельченного состава, с наполнителем из темно-серого пластичного ила. Содержание CaCO_3 в ракуше изменяется от 84 до 93 %, количество нерастворимого остатка не превышает допустимые 10 %, содержание суммы не вредных примесей ($\text{MgCO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) находится в пределах 1–2 % (при лимите 4.8 %), а вредных примесей: мышьяка, фтористых соединений – значительно ниже требований (ГУ-21-РСФСР-839-82 [5]) и составляет, максимально, 0.008 % и 0.002 %, соответственно. В нерастворимом остатке присутствуют: молибден – до 0.002 %, цирконий – до 0.01 %, медь – до 0.002 %, ванадий – до 0.004 %, хром – до 0.005 %, никель – до 0.001 %, титан – до 0.1 %, галлий – до 0.002 %.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЛИСТОЙ ТОЛЩИ, ВМЕЩАЮЩЕЙ РАКУШУ, ДЛЯ ЭКОНОМИКИ ПРИМОРЬЯ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Комплексное месторождение ракуши и илов расположено в северо-восточной части бух. Экспедиции, между п. Краскино и портом Посьет и занимает выгодное экономико-транспортное положение (рис. 2).

Выявленный в илистых отложениях пласт ракуши (*Ostrea Linnaeus*) прослежен в контуре изобат 2.5–5.0 м более чем на 11 км вдоль северного побережья бухты. Мелкоалевритовые илы бух. Экспедиции, вероятнее всего, образовались за счет выноса минерализованных осадков с влк. Пектусан (Чанбайшань) в бух. Экспедиции р.Туманной в атлантический период послеледниковой трансгрессии, когда река, подпруженная Японским морем, несла свои воды в бух. Экспедиции зал. Посьета. Об этом свидетельствует химический и минеральный состав илистой толщи, а также наличие пемзового материала в отложениях косы Назимова и переуглубленный тальвег р.Туманной (рис. 2; разрез по линии А-Б). Сохранившиеся сравнительно длительный период (5.5 тыс. лет) теплые климатические условия и благоприятный гидродинамический режим

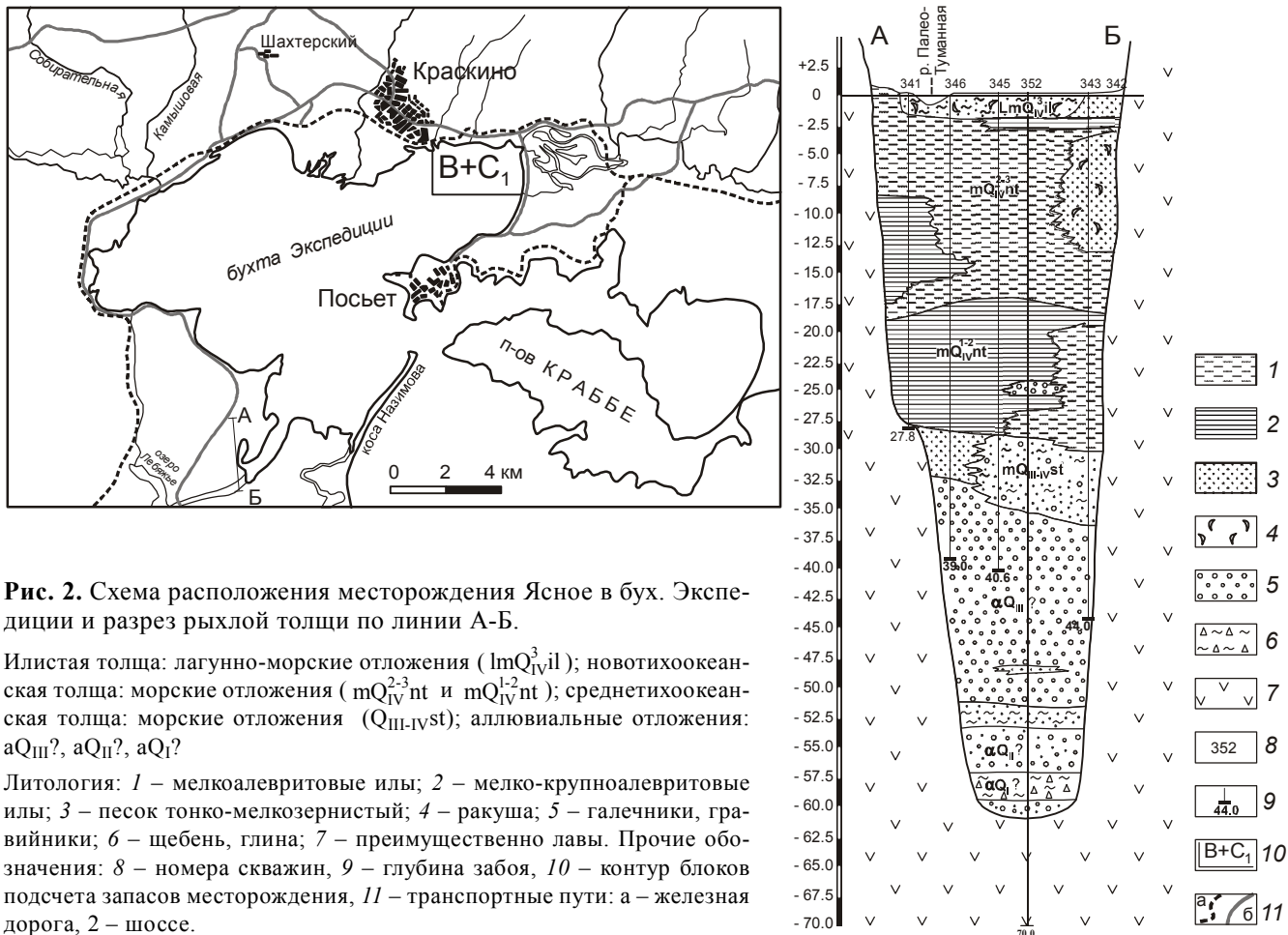


Рис. 2. Схема расположения месторождения Ясное в бух. Экспедиции и разрез рыхлой толщи по линии А-Б.

Илистая толща: лагунно-морские отложения ($lmQ_{IV}^{3}il$); новотихоокеанская толща: морские отложения ($mQ_{IV}^{2-3}nt$ и $mQ_{IV}^{1-2}nt$); среднетихоокеанская толща: морские отложения ($Q_{III-IV}st$); аллювиальные отложения: $aQ_{III}?$, $aQ_{II}?$, $aQ_{I}?$

Литология: 1 – мелкоалевритовые илы; 2 – мелко-крупноалевритовые илы; 3 – песок тонко-мелкозернистый; 4 – ракуша; 5 – галечники, гравийники; 6 – щебень, глина; 7 – преимущественно лавы. Прочие обозначения: 8 – номера скважин, 9 – глубина забоя, 10 – контур блоков подсчета запасов месторождения, 11 – транспортные пути: а – железная дорога, 2 – шоссе.

осадконакопления в условиях мелководной бухты способствовали накоплению илов и росту многочисленных ракушечных колоний.

В качестве месторождения разведана часть продуктивного пласта площадью около 2 км² в контурах изобаты 0.5–3.0 м (рис. 3). Мощность пласта ракуши от 1.0 до 13.0 м, в среднем по месторождению – 6.9 м; содержание ракуши в пласте в среднем – 29.2 % (от 10 до 74 % на отдельных участках). Запасы ракуши по категории В+С₁ – 5.9 млн т, прогнозные ресурсы по категории Р₁ – 13 млн т. Ракушечник полностью удовлетворяет требованиям ТУ21-РСФСР-839-82 [5] с получением ракушечной крупки фракций 5–2 мм и 2–0 мм. Запасы илов по категории В+С₁ – 14 млн т. Прогнозные ресурсы по категории Р₁ – 32 млн т.

По химическому и минеральному составу морская ракуша может использоваться в птицеводстве как источник кальция. На птицефабрике “Уссурийская” и в Дальневосточной зональной опытной станции птицепрома (ДЗОПС, г. Хабаровск) проведены исследования для определения биологической пол-

ноценности и эффективности применения ракуши месторождения Ясное в комбикормах для кур-несушек в сравнении с привезенной азовской ракушей. Результаты приведены в табл. 3 и свидетельствуют, что по степени усвоения кальция организмом, продуктивности кур и качеству скорлупы ракуша одинаково эффективна в сравнении с привозной в сбалансированных комбикормах для кур-несушек.

Результаты испытаний илов в Дальневосточном научно-исследовательском институте строительства (ДальНИИС, г. Владивосток) показали возможность использования илов для получения керамзитового гравия с насыпной плотностью от 360–400 кг/м³ (при обжиге без добавок) до 400–500 кг/м³ (при приведении в шихту 5 % пиритовых огарков). Температура вспучивания 1130° С без добавок и 1140° С с добавками пиритовых огарков. При введении в шихту 8–9 % дополнительного топлива илы можно использовать для производства аглопоритового щебня М 400, 500 и песка М 700. Кроме того, илы бух. Экспедиции пригодны для получения керамических изделий с маркой по прочности М 100–М 125.

Таблица 2. Характеристика морских илов илистой толщи месторождения Ясное.

Общие свойства			
1. Цвет – темно-серый			
2. Плотный, без запаха H ₂ S			
3. Удельный вес (объем) – 1.56–1.99 г/см ³			
4. Сопротивление сдвигу – 5338–26950 дин/см ²			
5. Теплосмкость – 0.49–0.57 калорий			
6. Засоренность частицами более 0.25 мм – 0.07–0.67 % (частицы представлены серой ракушей, с HCl вскипает)			
7. pH – 6.2–7.55			
8. εН – 50 mv–320 mv			
Жидкая фаза			
1. H ₂ O – 6.63–34.22 %			
2. Растворенные соли – 0.89–1.74 % (естественное состояние) (1.40–2.65 % – на сухое вещество)			
Сумма жидкой фазы = 35.96–47.90 %			
Твердая фаза			
Гипс (CaSO ₄ ·2H ₂ O) – 0.09–0.32 % (0.14–0.49 % на сухое вещество)			
Карботат кальция (CaCO ₃) – 0.95–1.48 % (1.78–2.61 % на сухое вещество)			
Карбонат магния (MgCO ₃) – 0.60–1.00 % (0.98–1.58 % на сухое вещество)			
Глинистый остов – 32.39–48.13 % (60.69–75.96 на сухое вещество), в том числе:			
силикатных частиц > 0.25 мм – следы			
силикатных частиц 0.1–0.01 мм – 34.28–21.39 %			
силикатных частиц 0.25–0.1 мм – 14.8–11.0 %			
Гидрофильный коллоидный комплекс			
Состав	Естественное состояние	Сухое вещество	
1. Силикатные частицы < 0.001 мм	2.80–6.20 %	4.58–11.62 %	
2. Сульфид железа FeS, в том числе: H ₂ S – 0.0035–0.0222 %	0.06–0.01%	0.02–0.1%	
3. Продукты разрушения, в том числе: SiO ₂ – 0.25–0.40 % Al ₂ O ₃ – 4.19–6.22 % Fe ₂ O ₃ – 2.24–2.79 %	6.73–8.86 %	10.62–15.87 %	
4. Органическое вещество, в том числе: углерод 0.65–0.77%	1.12–1.33 %	1.79–2.35 %	
5. Поглощенные ионы, сера и другие компоненты	0.50–2.00 %	0.80–3.75 %	
Состав илов (грязевой раствор)			
	в 1 литре раствора содержится	граммы	мг/экв.
Катионы:	калий, натрий	7.4186–15.2708	322.55–663.95
	магний Mg ²⁺	0.8634–2.0429	17.00–168.00
	кальций Ca ²⁺	0.3800–0.8000	18.96–32.92
	железо закисное Fe ²⁺	0.000–0.0003	0.000–0.01
	железо окисное Fe ³⁺	Нет	Нет
Анионы:	хлор Cl ⁻	12.5876–26.4042	354.98–744.62
	бром Br ⁻	0.0519–0.1004	0.65–1.26
	йод I ⁻	Нет	Нет
	сульфат SO ₄ ²⁻	1.0122–5.5716	21.08–116.00
	гидрокарбонат HCO ₃ ⁻	0.2562–1.1468	4.2–18.80
	карбонат CO ₃ ²⁻	0.000–0.0720	0.000–2.40
	Борная кислота H ₃ BO ₄	0.0170–0.0340	
	pH	7.15–8.1	
	Общая минерализация	24.4168–50.8342	

Таблица 3. Результаты исследований кормовой ракуши месторождения Ясное.

Показатели	Группы кур	
	Контрольная – азовская ракуша	Опытная – приморская ракуша
Сохранность, %	90.5	91.7
Яйценоскость на начальную несушку, шт.	123.1	123.2
Интенсивность яйцекладки, %	75.2	75.3
240 дней	54.0	53.5
Масса яиц в возрасте кур 270 дней	55.1	55.7
300 дней	59.2	58.9
Выводимость яиц (от заложенных), %	84.5	89.5
Содержание кальция в скорлупе, %	32.0	31.8
Содержание кальция в яйце, %	1.3	1.29
Толщина скорлупы, мк	326	338
Масса скорлупы, в % к массе яйца	11.12	11.64
Содержание фосфора в скорлупе, %	0.135	0.135
Содержание фосфора в яйце, %	0.65	0.52
Содержание витамина «А» в яйце, мкг/г	7.01	6.93
Содержание каротиноидов в яйце, мкг/г	17.3	19.01
Использование кальция птицей, %	66.4	65.1

Технологическими исследованиями, проведенными НИИ по удобрениям и инсектофунгицидам, установлена возможность использования ила для получения органоминеральных удобрений с микроэлементами. Дальнейшее исследование илов в Приморском НИИ сельского хозяйства подтвердило подобную возможность применения илов в качестве органоминеральных удобрений, а также возможность (в определенных долях %) скармливания илов сельскохозяйственным животным в качестве микроэлементной добавки.

Исследования илов как бальнеологического средства выполнила Комплексная гидрогеологическая партия управления “Геоминвод” Института курортологии и физиотерапии Минздрава СССР. Этой организацией сделано заключение [6], что “... илы месторождения “Ясное” по своим физико-химическим свойствам близки к иловым отложениям залива Угловой, применяемым для лечения на курорте “Садгород” Приморского края”. Дальнейшие исследования в Институте медицинской климатологии и восстановительного лечения АМН, расположенном во Владивостоке (Садгород), подтвердили, что “... илы месторождения “Ясное” по результатам исследований (физико-химических, микробиологических и санитарно-биологических) по основным характеристикам относятся к лечебным и могут быть использованы в лечебно-профилактических учреждениях. Илы содержат большое количество органики и различных микрокомпонентов”.

Кроме месторождения Ясное, в Западно-Приморской минерагенической зоне [9] известны прояв-

ления ракуши в Амурском заливе, а также органогенных илов в нескольких заливах (Амурский, Находка, Уссурийский) и, кроме того, в озерах Птичьем и Лебязьем в Хасанском районе (табл. 4).

Проявление морской ракуши расположено в самом изголовье Амурского залива, в 5–7 км к востоку от устья р. Раздольная (между о. Речным и п-овом Де-Фриз). Здесь на площади 11 км² выявлено три перспективных участка распространения морской ракуши, вытянутых вдоль берега на расстоянии 1–2 км от последнего при максимальной глубине 5–7 м. Ракуша залегает в илах, содержание ее в среднем составляет 27 % (от 10 до 70 %). По качеству основных компонентов соответствует ТУ-21-РСФСР-839-82 за исключением нерастворимого остатка, превышающего в части проб требования ТУ, что, однако, практически не снижает качества ракуши. Среднее содержание в ракуше CaCO₃ – 82.34 %, MgCO₃ – 0.57 %, Fe₂O₃ – 1.26 %, Al₂O₃ – 2.73 %. Нерастворимый остаток – 13.10 %. Вредных примесей – мышьяка и фтора – не обнаружено. В ракуше, помимо целых створок, присутствуют обломки размером 1–2 мм – 1.5–2 %, 2–5 мм – 5–8 %, 5–10 мм – 4–5 %, более 10 мм – 10–13 %. Мощность продуктивного пласта в среднем 2 м (от 0.5 до 7 м), при этом часть ракуши в виде “банок” возвышается над морским дном на 0.5–2 м. Запасы ракуши кормовой по категории С₂ составляют 5.2 млн т, прогнозные ресурсы по категории Р₁ – 2.8 млн т.

Илы для производства кирпича по классификации ГОСТ 9196-75 относятся к средне- и низкодисперсным с содержанием (в скобках – по регламенту) крупнозернистых включений частиц размером бо-

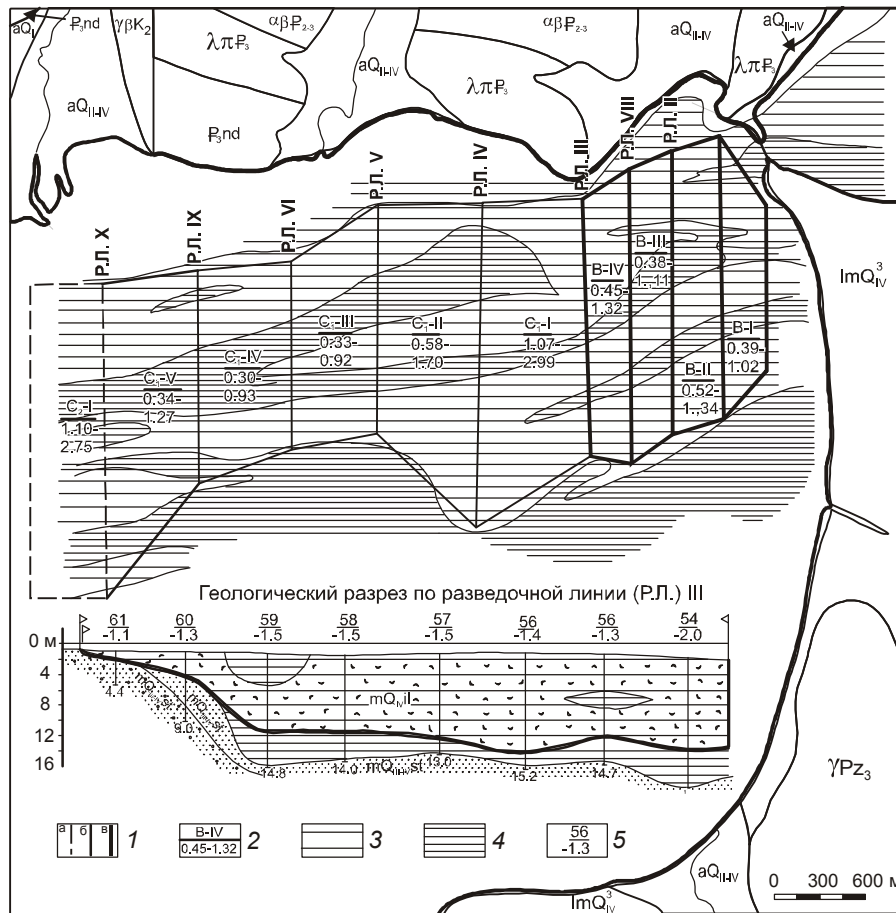


Рис. 3. План и схема блокировки запасов месторождения Ясное в бухте Экспедиции.

На суше: аллювий (Q_{II-IV} и Q_I); лагуно-морские отложения (ImQ_{IV}^3); надеждинская свита – глины, туфы, туфиты, пески (P_{3nd}); краскинская свита – кварцевые порфиры, порфириды, дациты ($\lambda\pi P_3$); зайсановская свита – андезиты, базальты и их туфы ($\alpha\beta P_{2-3}$); габброиды ($\gamma\beta K_2$); граниты (γPz_3). 1 – контуры подсчетных блоков запасов морской ракушки и илов по категориям; 2 – категории запасов и номера блоков – в числителе, запасы (млн т) ракушки и илов – в знаменателе; 3 – пласт ракушки с илистым заполнением (кондиционные запасы); 4 – прослой ракушки с илами (некондиционные запасы); 5 – номера скважин и глубины моря.

На разрезе – условные обозначения см. рис. 2.

лее 0.5 мм – 26 % (не более 5 %), частиц менее 10 мкм – 46.1 % (более 30 %), частиц менее 2 мкм – 27.1 % (более 15 %). Число пластичности – 12.7 (ниже 7), водопоглощение – 13.3 % (не менее 6), огнеупорность – 1150° (не регламентируется), объемная масса – 1.52 г/см³.

По технологическим характеристикам илы Амурского залива удовлетворяют требованиям к сырью для производства кирпича. Илы пригодны как сырье для производства керамзитового гравия; по качественным характеристикам лучшей способностью к вспучиванию обладают илы участка Озеро Птичье. Озерные отложения этого участка (бывшей Палео-Туманной) отличаются хорошими характеристиками: коэффициент вспучивания – 2.15–2.63, объемная масса керамзита в куске – 340–540 кг/м³.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Институтом Уралмеханобр разработана экологически чистая схема обогащения ракушки, включающая гидромеханизированную добычу, операции грохочения с промывкой, а также сухое грохочение измельченного ракушечного материала. Схема предусматривает два варианта получения обогащенного ила: сухого продукта с применением операции классификации, сгущения, фильтрации и сушки и в виде суспензии с содержанием твердого материала (26.93 %) с применением операций классификации, сгущения и электроосмотической очистки.

В разработанной технологии отходами обогащения ракушки являются глиносодержащие шламы круп-

Таблица 4. Качественная характеристика илов илистой толщи залива Петра Великого (прогнозные ресурсы).

Кол-во проб	Оптимальный режим термообработки, °С	Режим обжига, °С	Коэффициент вспучивания средний (от-до)	Объемная масса керамзита в куске, кг/м ³ , средняя (от-до)
20	300	Амурский залив 1140–1170	1.63 (1.10–3.23)	660 (410–1500)
42	300	Озеро Лебяжье 1170	1.87 (0.73–3.23)	490 (180–1490)
35	300	Озеро Птичье 1170	2.28 (0.60–3.67)	550 (220–1900)
3	300	Залив Находка 1170	1.04 (0.90–1.13)	1370 (1090–1650)
2	300	Уссурийский залив 1140–1170	1.85 (1.8–1.9)	770 (690–860)

Таблица 5. Запасы и качество полезных ископаемых илистой толщи месторождения Ясное.

Вид полезного ископаемого	Ср. сод. компонента, %	Запасы (кат. В+С ₁) млн т	Качественная характеристика сырья
Морская ракуша	29.2	5.9	Полностью соответствует требованиям ТУ-21-РСФСР-839-82. Испытано на ДЗОПС (г. Хабаровск) и на птицефабрике «Уссурийская» с хорошими результатами.
Ил лагуно-морской	70.8	14.0	Испытано в ДальНИИСе (г. Владивосток). 1. <i>Керамическое сырье</i> : Возможно изготовление кирпича («100–125»), дренажных труб, облицовочной плитки, а также керамзита и аглопорита с К – 2.3–2.6. 2. <i>Микроэлементное удобрение</i> : испытание в течение двух лет проводил Приморский сельскохозяйственный институт (ПСХИ), г. Уссурийск. Применение добавки порошка из ила в количестве 5–10 т/га оказывает стимулирующее действие на сельскохозяйственные культуры и позволяет повышать их урожайность на 30–50 %. <i>Микроэлементные добавки</i> в комбикормах для сельскохозяйственных животных и птиц. Испытание на фермах проводилось силами ПСХИ (г. Уссурийск) в течение двух лет. Применение ила в количестве 0.5 % от веса сухих кормов дало абсолютный прирост по живому весу на 16.3 % – выше контрольного. При скармливании илов курам-несушкам получена интенсивность кладки на 125 % выше контрольной группы, возросла масса яйца на 1 %, толщина скорлупы возросла на 3.8 %, от чего снизился бой яиц. В свиноводстве при скармливании 3.5 % ила прирост составил на 21 % больше, чем в контрольной группе, при снижении затрат на корма. 3. <i>Применение илов в медицине</i> . Изучено в Московском институте курортологии и физиотерапии и в Приморском институте климатологии и восстановительного лечения. Определена стерильность иловых проб и их соответствие лучшим лечебным грязям страны.

ностью 0.5–0 мм, сбрасываемые в хвостохранилище. Обезвоженные шламы из хвостохранилища могут найти применение для производства легковесного строительного камня (керамзит) и других строительных материалов, улучшения свойств почв сельскохозяйственных угодий и в бальнеологических целях. Осветленная вода из шламоохранилища должна

использоваться для промывки ракуши. В цикле сушки, измельчения и фракционирования ракуши должно быть предусмотрено пылеулавливание и тщательная очистка отходящих газов. Таким образом, разработанная технология гравитационного обогащения ракуши не требует применения реагентов и обеспечивает комплексное использование сырья (табл. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Илистая толща распространена в прибрежной зоне шельфа Южного Приморья, главным образом во впадинах современных заливов и бухт, мощность ее 20 м и более. Возрастной диапазон толщи охватывает конец позднего неоплейстоцена и весь голоцен.

Осадки толщи представлены илами, сформировавшимися в периоды потепления, а также прослоями песков, свидетельствующих о периодах похолодания. В вещественном составе илов преобладают глинистые минералы (50 %) при значительной доле кварца и полевых шпатов (суммарно 32 %). В виде примеси присутствует ракушечный детрит, и только на отдельных участках встречены залежи раковин устриц и их детрит в количестве 25–30 %, представляющие месторождения комплексного сырья, эксплуатация которых возможна по безотходной технологии. В бух. Экспедиция (зал. Посьета) разведано месторождение Ясное, запасы которого способны обеспечить кормовой ракушей птицефабрики Дальнего Востока РФ. Кроме того, осадки илистой толщи пригодны при производстве строительных материалов, как добавки в корма животным, для получения органоминеральных удобрений, а также в бальнеологических целях.

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных исследований Президиума РАН (грант 12-И-П23-01).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Караулова Л.П., Короткий А.М., Царько Е.И. Морской голоцен Приморья. Палинология голоцена. М.: Наука, 1973. С. 137–141.
2. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертич-

ные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: СО Наука, 1980. 234 с.

3. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Пушкар В.С. и др. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене // Вестн. ДВО РАН. 1997. № 3. С. 121–143.
4. Марков Ю.Д. Евсеев Г.А., Караулова Л.П. и др. Голоценовые и верхнеплейстоценовые отложения Уссурийского залива // Геология окраинных морей Тихого океана. Владивосток, 1975. С. 127–143.
5. Распоряжение МПР РФ от 05.06.2007 № 37-р об утверждении Методических рекомендаций по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых / по применению классификаций запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (карбонатных пород) // www.pravo.levonevsky.org.
6. Хершберг Л.Б., Рязанцев А.А., Чудаев О.В. и др. Шельфовая область Японского моря. Геология и минерагения / Ред. В.И. Ушаков. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2006. 137 с.
7. Хершберг Л.Б., Рязанцев А.А., Михайлик Е.В., Чудаев О.В. Разработка стратиграфической основы для проведения геологической съемки масштаба 1:200 000 шельфовых областей дальневосточных морей России // Тихоокеан. геология. 2010. Т. 29, № 6. С. 90–106.
8. Khershberg L.B., Chudaev O.V., Mikhailik E.V., Mikhailik P.E. Shelf zone of marginal seas of the Pacific ore belt (Russian Federation): for hard-rock user mineral // Proceedings of the 34 UMI Marine Minerals. London, 2004. P. 61–62.
9. Khershberg L.B., Mikhailik E.V., Chudaev O.V., Vachaev B.I. The potentiality and promise of the underwater mineral deposits, the Russian shelves of the Sea of Japan / Metallogeny of the Pacific Northwest: Tectonics, Magmatism and Metallogeny of active continental margins / Ed. A.I. Khanchuk et al. // Proceedings of the INTERIM IAGOD Conference. Vladivostok: Dalnauka, 2004. P. 647–649.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

L.B. Khershberg, E.V. Mikhailik, V.S. Pushkar, B.I. Vachaev

Structure, material composition of the Ilistaya series, the South Primorye shelf, and its potential exploration

The Ilistaya series has been initially revealed in the stratigraphic section of Quaternary shelf deposits during the geological survey on a scale of 1:200 000 and geological exploration carried out by the Pacific Marine Expedition (PTGA). It was found in some gulfs and bays along the South Primorye shelf (the Sea of Japan). The sections of the Ilistaya Series have been studied, and the composition, volume and quality of multicomponent raw materials (seashells and black mud) have been estimated. Explored reserves of these deposits can supply the Far Eastern region fowl-farms with nutritive additives.

Key words: Ilistaya series, stratigraphy, reserves of multicomponent raw materials, Sea of Japan.