

**О ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗРАСТНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
В РЕГИОНЕ КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВОДУЖНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Е.П. Терехов, Т.А. Харченко

*ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская 43,
г. Владивосток, 690041; e-mail: terekhov@poi.dvo.ru, harchenko_an@mail.ru*

Поступила в редакцию 29 января 2019 г.

В работе представлены результаты использования скорости распространения продольных акустических волн в породах фундамента и осадочного чехла подводного хребта Витязя и окружающих его морфо-структур для возрастной корреляции развитых здесь геологических комплексов. Численные значения указанной сейсмоакустической характеристики были получены в лабораторных условиях путем прямых определений на образцах, отобранных в районе Центральных Курил. Помимо этого использованы соответствующие данные, полученные сейсмическими методами в экспедициях прошлых лет в исследуемом регионе. Результаты выполненных работ позволяют предполагать, что возраст чехла Курильской котловины – палеоценовый или эоценовый, междуугового прогиба – палеоценовый.

Ключевые слова: физические свойства пород (продольная скорость акустических волн), чехол, фундамент, Курильская котловина, подводный хребет Витязя, Курильская островодужная система.

ВВЕДЕНИЕ

В геологических структурах дна окраинных морей северо-западной части Тихого океана, их островного и континентального обрамления выделяются палеозойско-мезозойский фундамент и кайнозойский чехол. Граница между ними определяет конец мезозойского этапа седиментации и начало формирования нового – кайнозойского этапа осадконакопления, который продолжается и в настоящее время. Смена этапов произошла вблизи временной границы верхнего мела и палеогена. В этот период в зоне перехода Азиатский материк – Тихий океан происходили региональные события: подъем территории, размыв пород фундамента, образование впадин, формирование базальных слоев осадочного чехла.

Происхождение окраинных морей до сих пор дискуссионно. Одна из задач для решения этой проблемы – определение возраста их глубоководных котловин, который контролируется временем формирования самых нижних слоев осадочных пород, слагающих их чехол.

Задуговые бассейны и ограничивающие их вулканические дуги рассматриваются некоторыми исследователями в качестве составных частей единых

геодинамических систем. С этой точки зрения, формирование кайнозойских вулканических дуг и прилегающих к ним задуговых бассейнов происходит в целом синхронно [4].

Для восстановления истории указанных морей важное значение имеют результаты сейсмических исследований, представленных скоростными разрезами и данными НСП. Для достоверной геологической интерпретации этих данных, на наш взгляд, можно использовать скорость акустических волн пород фундамента и осадочного чехла, определенную в лабораторных условиях. Целью предлагаемого исследования являлась возрастная корреляция геологических комплексов пород хр. Витязя и соответствующих им сейсмокомплексов Курильской котловины и Срединно-Курильского прогиба.

В настоящее время известен скоростной разрез Курильской котловины [21, 25], установлено строение осадочного чехла Срединно-Курильского междуугового прогиба [14] и его скоростной разрез [18], изучено строение осадочного чехла хр. Витязя [15]. При этом геологический разрез океанского склона подводного хребта Витязя является наиболее полным геологическим разрезом в северо-западной части Тихого

океана, изученным с помощью драгирования и охватывающим период от кампана до плейстоцена. Здесь подняты представительные образцы осадочных пород фундамента и базальных слоев чехла. Нами были исследованы физические свойства этой коллекции, в том числе скорость прохождения продольных акустических волн (P-waves).

На хр. Витязя установлены осадочные и вулканогенно-осадочные породы консолидированного мезозойско-кайнозойского фундамента и кайнозойского чехла (рис. 1). На основании возраста содержащихся в породах остатков кремнистого микропланктона и палинофлоры, степени литификации, состава обломочного материала и цемента пород выделяются четыре комплекса: поздний кампан – начало раннего палеоцена (K1), нерасчлененный палеогеновый (палеоэоценовый?) (K2), олигоцен-раннемиоценовый (K3) и плиоцен-плейстоценовый (K4) (рис. 2) [16, 17, 32].

K1 слагает фундамент и представлен осадочными породами: аркозовыми алевроаргиллитами и мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, кремнистыми алевроаргиллитами (рис. 3, а), поднятыми в виде остроугольных глыб, дресвы и щебня (ст. 14, 23, Lv41-13, Lv41-22). Физические свойства определялись только в кремнистых алевроаргиллитах, содержащих комплексы радиолярий возраста поздний кампан – начало раннего палеоцена.

Комплексы K2, K3, K4 составляют кайнозойский чехол. K2 характеризует основание чехла и представлен осадочными, преимущественно грубообломочными вулканотерригенными породами: конгломератами (рис. 3, б), дресвяниками, гравелистыми и грубозернистыми песчаниками (рис. 3, в, г). В незначительном количестве присутствуют м/з песчаники, алевропесчаники, алевролиты и алевроаргиллиты. Основной объем материала поднят в виде дресвы, щебня, крупных угловатых обломков и глыб (ст. 24, Lv41-13, Lv41-15, Lv41-16, Lv41-19, Lv41-20, Lv41-24). Грубообломочные породы K2 не содержат микроископаемых, комплекс занимает промежуточное (по возрасту и степени литификации) положение между K1 и K3, возраст которых обоснован микропалеонтологическими данными. Физические свойства определялись во всех типах пород K2.

K3 представлен туфодиазомитами, туфоалевроаргиллитами, туффитами, туфами, алевроаргиллитами, алевролитами и песчаниками (ст. 17, 35–37). Возраст пород установлен на основании содержащихся в них комплексов диатомей, силикофлагеллят и спорово-пыльцевых комплексов. На физические свойства опробованы туфы, туфодиазомиты, туффиты и алевролиты.

K4 сложен туфогенными и вулканотерригенными породами: туфоалевролитами, туфодиазомитами, туффитами, туфопесчаниками и дресвяниками (ст. 12, 13, 20, 26, 32, Lv41-1). Возраст пород установлен на основании содержащихся в них комплексов диатомей и силикофлагеллят. Физические свойства определялись только в дресвяниках.

МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Для измерения скорости распространения упругих акустических волн образцы были распилены таким образом, чтобы были две параллельные плоскости. Измерения проводились на приборе «Ультразвук». Размеры образца (L, мм) замерялись электронным штангенциркулем. Далее образец помещался в держатель прибора и измерялся в четырех разных положениях относительно держателя, затем данные осреднялись. Скорость прохождения продольной (V_p , м/с) и поперечной (V_s , м/с) волн рассчитывалась по формулам:

$$V_p = L/T_{0p}; \text{ мм/мкс } (10^3 \text{ м/с})$$

$$V_s = L/T_{0s}; \text{ мм/мкс } (10^3 \text{ м/с}).$$

Где: L – размер образца в мм (между параллельными гранями); T_{0p} – время прохождения продольной волны в образце, мкс.; T_{0s} – время прохождения поперечной волны в образце, мкс.

Контроль работы прибора осуществлялся с помощью эталонов заводского изготовления.

Оценка погрешностей определения физических характеристик производилась по результатам повторных (контрольных) измерений свойств 3–5 % от образцов изучаемой коллекции. Средняя относительная погрешность определения скорости прохождения упругих акустических волн не превышала 3 %. Приведенные данные показывают, что изучаемые физические свойства определялись с достаточной для петрофизических исследований точностью.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования скорости акустических волн в образцах

Результаты лабораторных определений скорости продольных акустических волн исследованных горных пород приведены в табл. 1. Кремнистые алевроаргиллиты (K1) фундамента имеют среднюю скорость – 4.82 км/сек, осадочные породы (K2) базальной части чехла – 3.31 км/сек. Породы K1 и K2 хорошо литифицированы, в воде не размокают и не изменяют своих физических свойств.

Образец LV 41-16-1 (кремнистый аргиллит), вероятно, отражает состав нижней части K3, по значению скорости (2.79 км/сек) располагается между K2

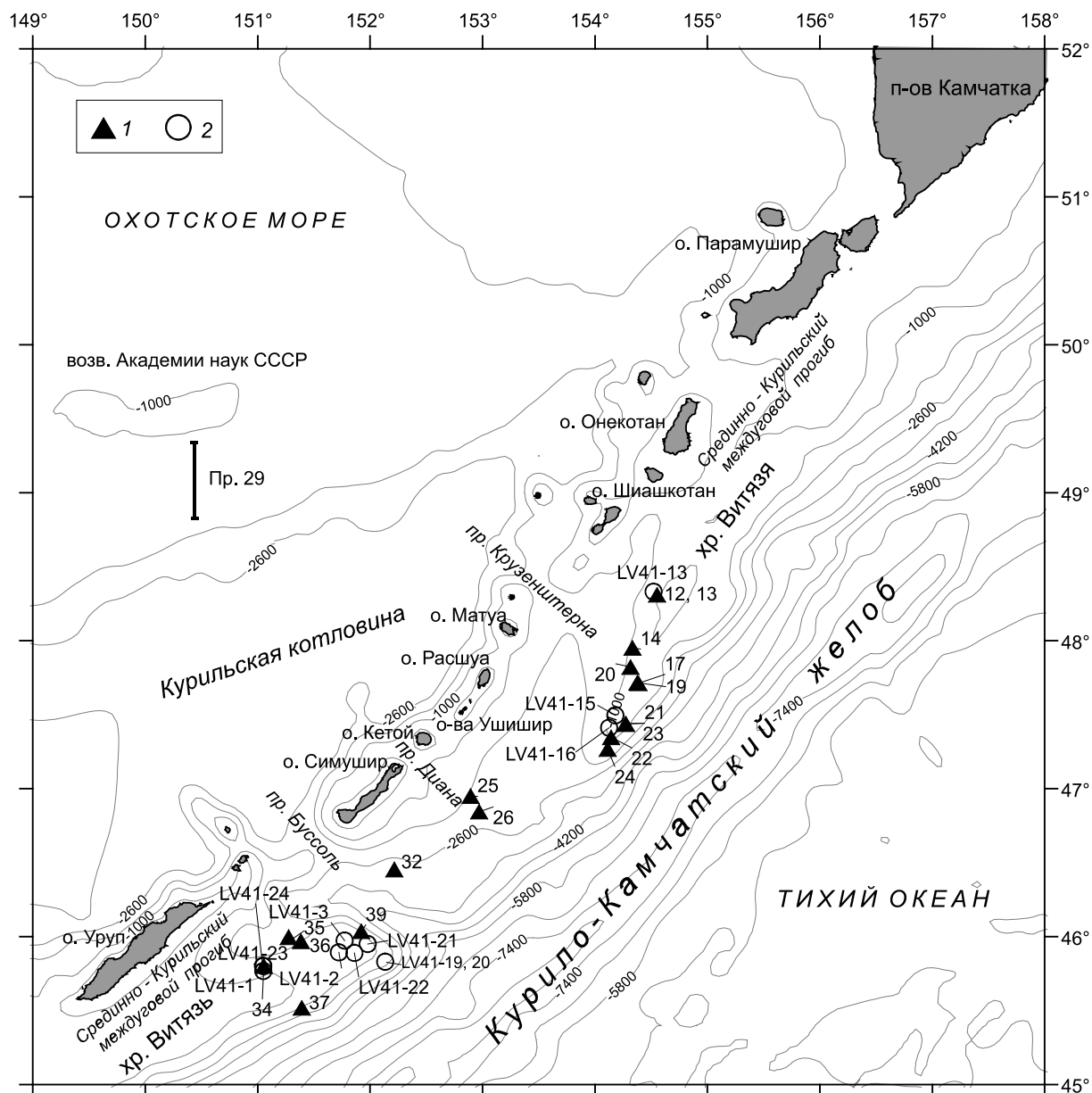


Рис. 1. Обзорная карта района работ. Местоположение станций драгирования 37-го (1) и 41-го (2) рейсов НИС «Академик М.А. Лаврентьев».

и КЗ (табл. 1). Порода характеризует зону трансформации органогенного опала (опал А) в кристобалит (СТ), состоит преимущественно из кристобалита. На границе перехода опал А-СТ происходит смена неизменных диатомовых пород на измененные (кристобалитсодержащие) породы, при этом происходит увеличение плотности и акустической жесткости пород. Процесс трансформации опал А (скелеты радиолярий и диатомей) в кристобалит хорошо изучен и надежно устанавливается в шлифах и рентгеноструктурным анализом. Породы КЗ содержат комплексы диатомей и силикофлагеллят, в образце LV 41-16-1 отсутству-

ют какие-либо кремнистые микроископаемые; цемент пород КЗ представлен смектитом, а в указанном образце (кремнистого аргиллита) – кристобалитом.

Граница А-СТ обычно хорошо идентифицируется на НСП как BSR (Bottom Simulation Reflector) и рассматривается как диагенетическая (не стратиграфическая) граница. Измеренная в образце LV 41-16-1 скорость (2.79 км/сек) несколько выше пластовых скоростей (от 1.8 км/сек до 2.1 км/сек) зоны трансформации опал А-СТ, полученных в скважинах Магаданская-1 и Магаданская-2 [28]. Несоответствие результатов измерения скорости акустических волн

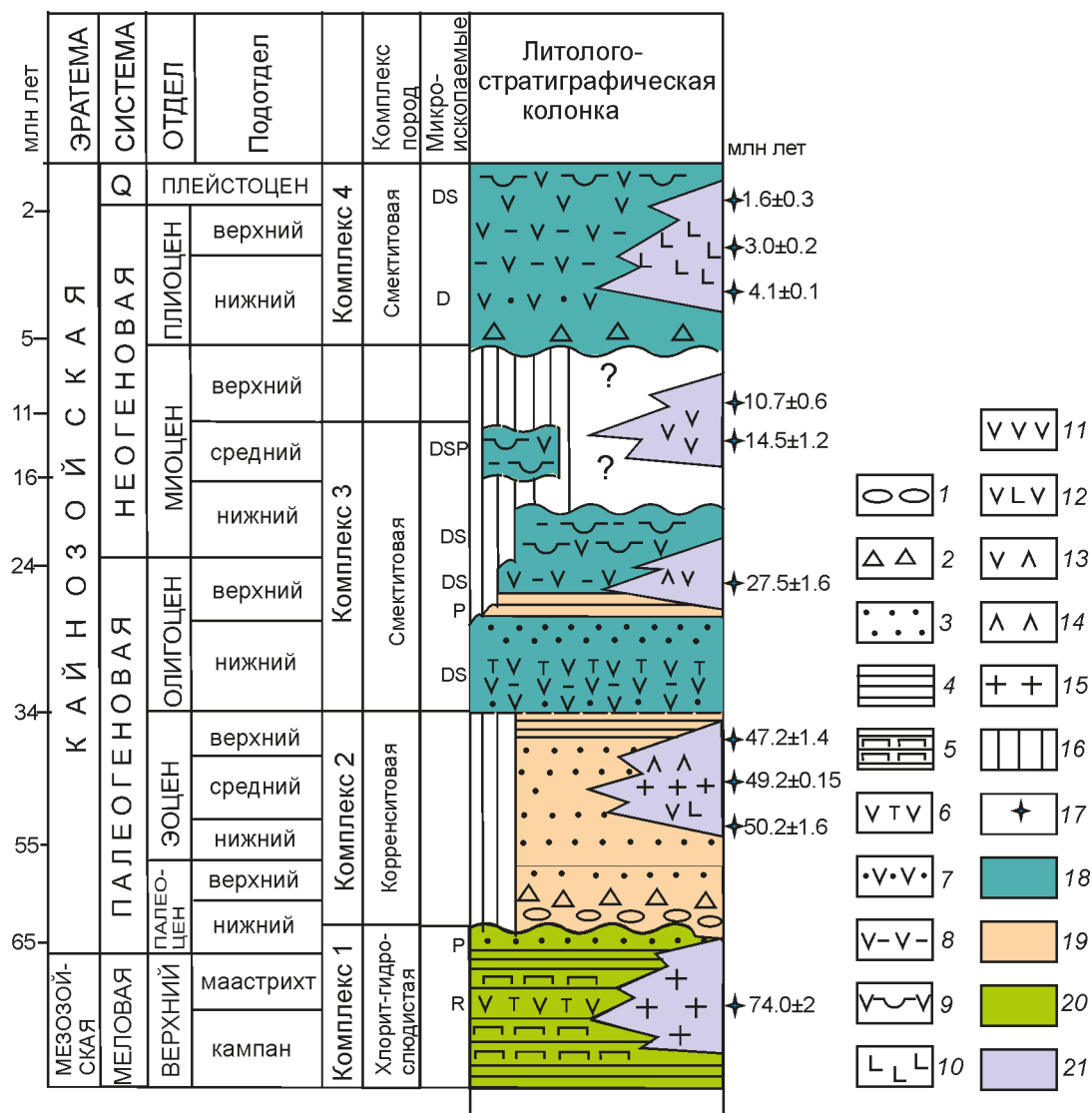


Рис. 2. Схема стратиграфии осадочного чехла подводного хребта Витязя (островной склон Курило-Камчатского желоба).

1 – конгломераты, гравелиты; 2 – дресвяники; 3 – песчаники; 4 – алевролиты, алевроаргиллиты; 5 – алевроаргиллиты кремнистые; 6 – туфы; 7 – туффиты, туфопесчаники; 8 – туфоалевролиты, туфоалевроаргиллиты; 9 – туфодиадомиты; 10 – базальты; 11 – андезиты; 12 – андезибазальты; 13 – трахиты; 14 – игнимбриты; 15 – гранит-порфиры; 16 – предполагаемый размыв; 17 – K-Ar возраст, ИГЕМ РАН; 18–19 породы осадочного чехла: 18 – кремнистые, 19 – терригенные; 20 – породы геологического фундамента; 21 – магматические породы. Выделенные микроископаемые: D – диатомеи, S – силикофлагелляты, R – радиолярии, P – споры и пыльца. ([16], с дополнениями [32]).

в зоне трансформации опал А/СТ, полученных геофизическим методом и непосредственным измерением в образцах, содержащих кристобалит, требует дальнейшего исследования. Образец ценен тем, что указывает на существование в чехле хр. Витязя пока не установленной, диагенетической (не седиментационной) сейсмической границы (BSR) и позволяет оценить суммарную мощность комплексов пород К3 и К4. Установлено, что в Охотоморском регионе граница перехода опал А-СТ располагается в основании осадочной толщи мощностью 930–960 м [28], а в Бе-

ринговоморском – 1080 м [36]. В районе Курильской котловины BSR диагенетического типа установлен на северо-западном склоне котловины (возвышенность Академии Наук) [28] в основании осадочной толщи мощностью около 600 м (расчет наш).

Для кристобалита характерна обильная микротрещиноватость, поэтому кристобалитсодержащие породы являются коллектором для нефти (о-в Сахалин, Окружное месторождение). Таким образом, кристобалит является поисковым признаком для обнаружения месторождений углеводородов.

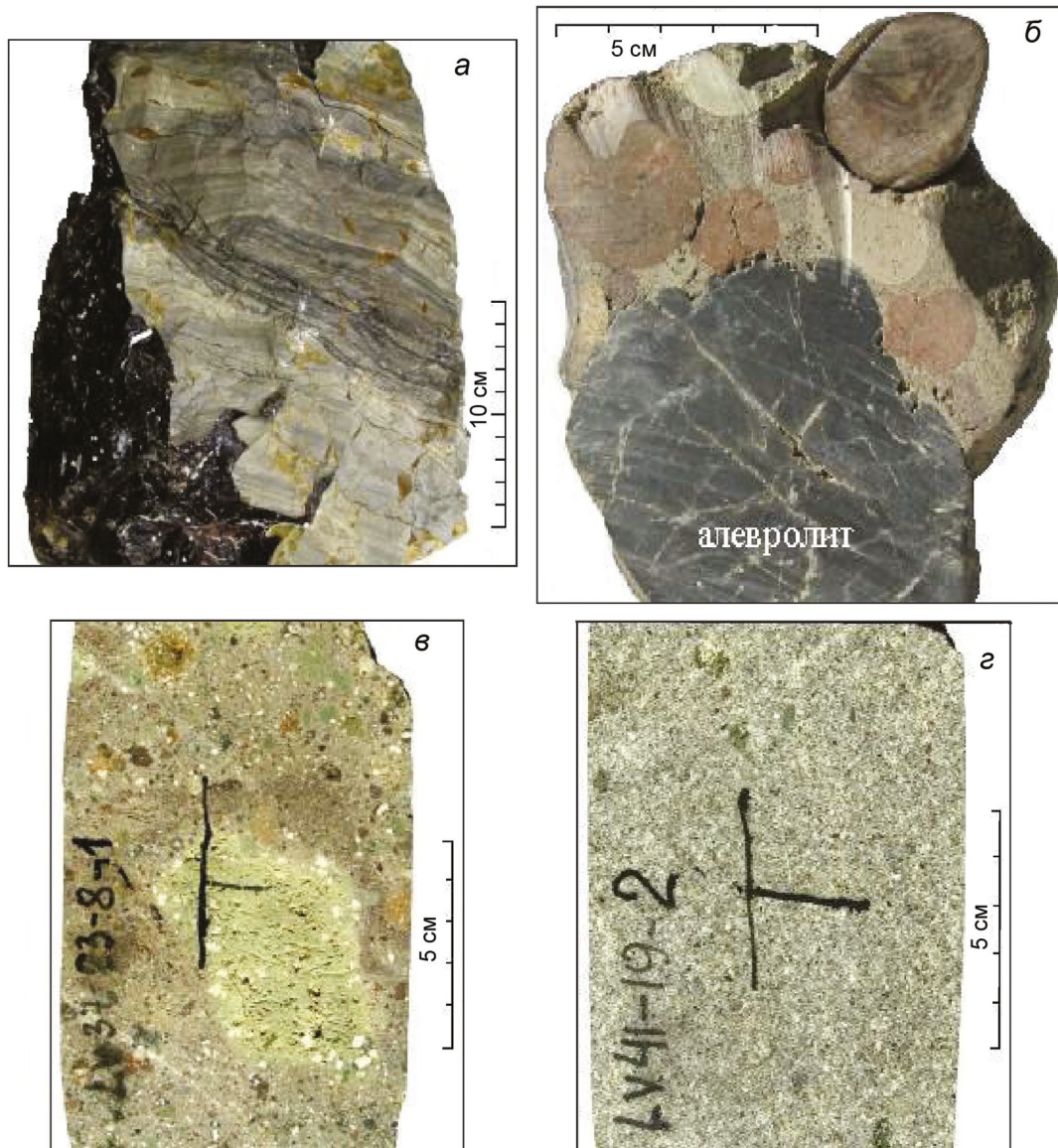


Рис. 3. Породы фундамента и кайнозойского чехла.

Фундамент: *а* – обр. LV 37-14-6-3, кремнистый алевроаргиллит, V_p – 5.01 км/сек. Чехол: *б* – обр. LV 37-23-3, конгломерат, V_p – 4.38 км/сек, с галькой алевролита из фундамента обр. LV 37-23-3г, V_p – 5.46 км/сек; *в* – обр. LV 37-23-8-1, г/з песчаник с галькой, V_p – 2.96 км/сек; *г* – обр. LV 41-19-2, г/з песчаник, V_p – 3.32 км/сек.

К3 представлен слаболитифицированными олигоцен-раннемиоценовыми породами со скоростью 1.56 (1.96–1.28) км/сек (табл. 1). Близкие по возрасту породы в Курильской котловине (поздний олигоцен–поздний миоцен, слой 2) имеют скорость 2.1 км/сек [25], на Беринговоморском шельфе средние скорости 2.1 км/сек (миоцен) и 2.7 км/сек (олигоцен) [36]. Более низкие значения скорости продольных волн в образцах К3, вероятнее всего, можно объяснить потерей естественной влажности и снятием литостатического давления при длительном хранении в камнехранилище.

Из пород К4 опробованы дресвяники, продольная скорость (1.87 км/сек) в них сопоставима со скоростями самых верхних (близких по возрасту) сейсмокомплексов всех исследуемых структур (табл. 1, 2). Несмотря на это, результаты изучения дресвяников К4 нельзя считать представительными, т.к. опробован только один тип пород.

Результаты геофизических исследований (строение осадочного чехла, скоростные разрезы) Курильской котловины и Срединно-Курильского прогиба сведены в табл. 1, 2. Скоростной разрез Курильской котловины получен С.Н. Медведевым с использова-

Таблица 1. Корреляция скоростных разрезов Курильской котловины, подводного хребта Витязя и бассейна Наварин.

Фундамент	Охотское море, Курильская котловина						Внешняя дуга Курильской островодужной системы. Хребет Витязя				Берингово море, бассейн Наварин, скв. COST-1 Well						
	слои	граница	скорость Vp км/сек	разница скоростей	расчетный возраст	слои	скорость Vp км/сек	разница скоростей	номер комплекса	скорость Vp км/сек	разница скоростей	возраст	литологическая зона	скорость Vp км/сек	разница скоростей	возраст	
осадочный чехол	1		1.6-1.7 (1.65)		поздний миоцен-квартер	1	1.55	0.2	4	1.27-2.35 (1.87) n-6		плиоцен-плейстоцен	A-1	1.8		плиоцен	
		R 3		0.45			2	1.7-1.8 (1.75)									
	2		2.1		поздний олигоцен-поздний миоцен	3	2.1-2.2 (2.15)		3	1.96-1.28 (1.56) n-12		олигоцен-ранний миоцен	A-2, B, C-1	2.0-2.2 (2.1)		миоцен	
		R 2		0.45				0.45			1.23					0.62	
	3		2.4-2.7 (2.55)		средний эоцен-поздний олигоцен	4	2.45-2.75 (2.6)		3	2.79 n-1		ранний олигоцен ?	C-2, D-1, D-2, E	2.0-3.45 (2.72)		олигоцен	
Фундамент	4		3.2-3.5 (3.35)		маастрихт-средний эоцен	5	3.0-3.2 (3.1)		2	2.12-4.75 (3.31) n-36		палеоцен-эоцен ?	F	3.45-3.7 (3.55)		эоцен	
				0.85				0.5			0.52				0.83		
	5		4.1-4.3 (4.2)		маастрихт	6	4.0-4.8 (4.4)		1	4.34-5.43 (4.82) n-15		поздний кампан-начало раннего палеоцена	G-H	4.8		маастрихт	
							1.3				1.51				1.25		

нием новой технологии компьютерной обработки и интерпретации данных морской сейсмики – кинематической миграции [21]. В таблице 1 приведены скоростные разрезы Курильской котловины: первый «промежуточный», с возрастной интерпретацией сейсмических слоев [25] и второй «окончательный» – без возрастной интерпретации [21]. В таблице 2 приведен скоростной разрез чехла Срединно-Курильского прогиба [18], установленный методом ОГТ, без обработки данных «кинематической миграцией». В таблице 1 приведен скоростной разрез скважины COST-1 WELL (пробуренной на шельфе Берингова моря), полученный методом акустического каротажа скважины (Long Spaced Sonic well Logs) с использованием профилей НСП [36]. COST-1 WELL является ближайшей (к исследуемому району) скважиной, геологический разрез которой сходен с геологическим разрезом хребта Витязя. В таблицах 1 и 2 не отражен скоростной разрез Курильской котловины, установленный значительно ранее [30] с использованием методов МОВ ОГТ и КМПВ. Разрез представлен тремя сейсмокомплексами осадочного чехла (с пластовыми скоростями 1.8; 2.4; и 3.2 км/сек) и фундаментом (4.3; 5.2 км/сек)

Таким образом, мы имеем возможность сравнить акустические скорости «одновозрастных» осадочных толщ, полученные различными геофизическими методами и непосредственным измерением образцов пород, поднятых драгированием.

Величина скорости продольных сейсмоакустических волн базального слоя осадочного чехла в Курильской котловине, Срединно-Курильском прогибе, хр. Витязя и бассейне Наварин колеблется от 3.1 до 3.5 км/сек. Результаты определения указанной скорости непосредственно в образцах и полевыми методами вполне сопоставимы (табл. 1, 2). Эти скорости близки к скоростям, установленным нами непосредственно в образцах базальной палеоценовой толщи (песчаники, гравийники, дресвяники, конгломераты) п-ова Терпения (о-в Сахалин; заслоновская свита) – 3.67 км/сек (n-18). Близкую скорость имеет и палеоценовый песчаник зеленовской свиты – 3.46 км/сек (о-в Шикотан).

Акустическая скорость в породах определяется, в основном, их плотностью, эти физические свойства зависят от мощности вышележащих толщ. Мощность кайнозойского чехла Курильской котловины, Срединно-Курильского прогиба, в скважинах Колпаковского прогиба, Магаданского и Берингоморского шельфов – 3–4 км. Близкие мощности и возраст (ранне- или среднепалеогеновый) отложений определили и близкие физические характеристики пород нижней части чехла указанных структур.

Кайнозойские отложения хр. Витязя представлены тремя комплексами пород (K2 – палеоцен-эоценовый, K3 – олигоцен-раннемиоценовый, K4 – плиоцен-плейстоценовый) [17]. По геофизическим данным кайнозойский чехол хребта (юго-западный склон северного плато хр. Витязя) и междугового прогиба в районе его «примыкания» к хр. Витязя также состоит из трех сейсмических комплексов [15]. На профиле о-в Уруп–хр. Витязя чехол Срединно-Курильского прогиба состоит из 3-х сейсмокомплексов, скорость продольной волны в нижнем составляет 3.5 км/сек [18]. Согласно [13], междугового прогиба состоит из двух мегакомплексов (верхний подразделяется на два сейсмокомплекса), нижняя часть чехла имеет эоценовый и, возможно, палеоценовый возраст (табл. 2). По данным [7], осадочный чехол Срединно-Курильского прогиба границами внутриформационных региональных несогласий расчленяется на четыре структурно-стратиграфических комплекса: палеоген-позднемиоценовый (РССК I); олигоцен-раннемиоценовый (РССК II); ранне-среднемиоценовый (РССК III); позднемиоцен-четвертичный (РССК IV).

Эти данные (за исключением [7]), на наш взгляд, говорят о том, что возраст самого нижнего сейсмокомплекса междугового прогиба и состав слагающих его пород соответствуют возрасту и составу палеоцен-эоценового комплекса пород хр. Витязя. Аналогичную ситуацию мы предполагаем и в Курильской котловине – граница между фундаментом и вышележащим слоем чехла должна соответствовать границе между мелом и палеогеном, а возраст базального слоя чехла – палеоцену или эоцену.

ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦЫ МЕЛ-ПАЛЕОГЕН

Все скоростные разрезы характеризуются значительной разницей скоростей между фундаментом и чехлом – более 1 км/сек. В Курильской котловине граница между фундаментом и чехлом проходит внутри маастрихта, на Берингоморском шельфе – между маастрихтом и эоценом, на хр. Витязя – внутри дания. Последние две границы, по-видимому, отражают важное геологическое событие, которое произошло в истории Земли на границе мела и палеогена – ларамийскую фазу складчатости. Эта фаза складчатости закончилась в самом начале палеогенового периода. Ларамийский тектогенез завершил развитие в Кордильерах Сев. Америки, проявился в пределах Антильской островной дуги, в Андах Юж. Америки, в Корякско-Камчатской и Сихотэ-Алинской складчатых системах [19]. Тектогенез отразился в осадочных толщах нашей планеты. Известно, что около 90 % пограничных (маастрихт-дат; М/Д) разрезов лишены слоев самого верхнего мела и/или самого нижнего палеоцена

Таблица 2. Корреляция скоростных разрезов Курильской котловины, Срединно-Курильского прогиба и подводного хребта Витязя.

этаж структурный	Охотское море. Курильская котловина		Междуговой Срединно-Курильский прогиб, разрез: о-в Урул – Южный хр. Витязя		Междуговой Срединно-Курильский прогиб, Кунаширская и Итурупская мульды		Внешняя дуга Курильской островодужной системы, хребет Витязя	
	Прокудин, 2015	Ломтев, 2009	Ломтев, 2009	Ломтев, 2009	Кровушкина и др., 2005	Терехов и др., данная работа	Терехов и др., данная работа	Терехов и др., данная работа
слой	скорость V_p км/сек	расчетный возраст	скорость V_p км/сек	предполагаемый возраст	предполагаемый возраст	предполагаемый возраст	предполагаемый возраст	скорость V_p км/сек
осадочный чехол	1	1.6-1.7 (1.65)	3	средний плейстоцен–голоцен	2	2	К 4	1.27–2.35 (1.87) п-6
	2	2.1	2	средний миоцен–ранний плейстоцен	2	1	К 3	1.96–1.28 (1.56) п-12
	3	2.4-2.7 (2.55)	1	палеоген - ранний миоцен	1	1	К 2	2.79 п-1
	4	3.2-3.5 (3.35)	1	палеоген - ранний миоцен	1	1	К 2	2.12–4.75 (3.31) п-36
	5	4.1-4.3 (4.2)	1	маастрехт – средний эоцен	1	1	К 1	4.34–5.43 (4.82) п-15
Фундамент								

возраст
поздний
кампан–
начало
раннего
палеоцена

и из-за широко распространенного регрессивного несогласия, имеют пропуск, соответствующий 2–5 млн лет [12]. Относительно непрерывные разрезы М/Д в осадочных толщах Земли редки и встречаются только в карбонатных толщах, в России они установлены в карбонатных разрезах Крыма и Мангышлака [23]. В Охотском море, его континентальном и островном обрамлении карбонатные пограничные (М/Д) разрезы отсутствуют.

В Охотоморском регионе ларамийский орогенез проявился размывом маастрихтских и отсутствием нижней части раннепалеогеновых осадочных отложений. В северной части Охотского моря в Магаданском бассейне, согласно параметрической скважине Магаданская 1 (мощность чехла 2910 м), на верхнемеловом вулканогенном фундаменте с размывом и значительным стратиграфическим перерывом залегает средне-верхнеэоценовый терригенный комплекс пород, представленный конгломератами и аргиллитами. Стратиграфический перерыв на границе верхний мел/палеоцен, согласно абсолютным датировкам, составляет 10.43 млн лет (интервал: 69.0–58.57 млн лет), отсутствуют: верхняя часть маастрихта и полностью даний. В Охотско-Шантарском осадочном бассейне базальные слои кайнозойского чехла залегают на фундаменте с размывом, угловым несогласием и выпадением из разреза нижней, большей части палеогеновых отложений. Максимальная величина стратиграфического перерыва достигает интервала палеозой (?) – верхний миоцен [8].

На Западной Камчатке границу мела и палеогена представляет геологический разрез в устье р. Анадырка, в котором на вулканогенно-осадочной морской паланской свите (кампан–маастрихт) с размывом, но без заметного углового несогласия, залегает (с базальными конгломератами в основании) континентальная анадырская свита, возраст которой (по палинофлоре) позднедатский–танетский [9]. В этом районе разбурены Колпаковский и Ичинский прогибы, установлено, что верхнепалеоцен–нижнемиоценовые отложения Колпаковского прогиба (мощность чехла 3–4 км) с размывом и угловым несогласием перекрывают верхнемеловые породы [3]. Аналогичная ситуация и в Ичинском прогибе.

Ларамийский тектогенез проявился и в структурах Южной Камчатки, в районе Большерецкой плиты на пенепленизированной поверхности верхнемеловых интенсивно дислоцированных терригенных пород трансгрессивно, с угловым и стратиграфическим несогласием залегают миоцен–плиоценовые осадочные отложения. Голыгинский прогиб (по данным Крестовской скважины) сложен туфогенно-осадочны-

ми породами (мощность чехла 3.5–4.0 км) олигоцен–плиоценового возраста, залегающими на осадочных породах позднемелового возраста [1].

Планетарные события на границе верхний мел – палеоген отразились и в геологическом строении разновозрастных пограничных разрезов о-ва Сахалин. В северной части острова (п-ов Шмидта) на пенепленизированной поверхности верхнемелового фундамента лежат олигоценовые отложения мачигарской (с базальными конгломератами в основании) свиты [26]. В восточной части острова (Пограничный район) на эродированных верхнемеловых породах залегают отложения эоценовой люкаминской свиты [37]. Указанные свиты имеют свое продолжение на восточном шельфе Сахалина, где они так же, как и на суше, лежат со стратиграфическим перерывом (отсутствует палеоцен) на верхнемеловом фундаменте [10].

Фундамент юго-восточной части о-ва Сахалин (п-ов Терпения) представлен учирской, а кайнозойский чехол – заслоновской свитами. Взаимоотношение между фундаментом и чехлом – несогласное, нижняя часть заслоновской свиты представлена базальными конгломератами. Возраст учирской свиты – маастрихт–даней, возраст заслоновской свиты – палеоцен. Ларамийский тектогенез проявился размывом в палеоцене, при этом самая нижняя часть палеоцена продолжает мезозойский этап осадконакопления, а верхняя – начинает новый, кайнозойский этап седиментации [34].

На о-ве Хоккайдо влияние ларамийской фазы складчатости обнаруживается в строении эоценовых суббассейнов Юбари (Yubari) и Санрики-оки (Sanriki-oki), где на верхнемеловых породах группы Езо (Yezo Group) лежат верхнепалеоценовые (нижняя и средняя часть палеоцена отсутствует) отложения группы Верхняя Хакобучи (Upper Nakobuchi Group). Общая мощность эоценовых отложений около 4 км [39].

Малая Курильская гряда (МКГ) является юго-западным продолжением хр. Витязя. На МКГ, как и на хребте, установлено несогласное взаимоотношение между фундаментом и кайнозойским чехлом. На продолжении МКГ – п-ове Немуро – палеоценовая формация Каритаппу залегает на верхнемеловых отложениях несогласно с базальными конгломератами в основании [5]. На о-ве Юрий палеоценовые породы юрьевской толщи, сложенной в основании валунными конгломератами, залегают с размывом на верхнемеловых базальтах [13]. На о-ве Шикотан, по нашим данным, размыв происходил внутри палеоцена. Здесь, так же как на п-ове Терпения и хр. Витязя, раннепалеоценовые отложения продолжают меловой этап осадконакопления, а позднепалеоценовые начинают кайнозойский этап седиментации [20].

Влияние Ларамийского орогенеза установлено в Японском и Беринговом окраинных морях. В центральной части Японского моря, на хребте Южное Ямато в составе фундамента развиты раннемеловые осадочные породы, на них с размывом, значительным стратиграфическим перерывом и базальными конгломератами в основании лежат палеоценовые отложения. На Беринговоморском шельфе скважиной COST-1 WELL разбурен пограничный мел-палеогеновый разрез, в котором на маастрихтских осадочных породах с угловым несогласием лежат эоценовые отложения [36].

Приведенные выше данные указывают на то, что в северной части Охотского моря, на Западной и Южной Камчатке, на островах Сахалин, Хоккайдо, в районе внешней дуги Курильской островодужной системы между меловым фундаментом и кайнозойским чехлом существует стратиграфический перерыв. Максимальный интервал перерыва от нижней части маастрихта до верхнего миоцена, минимальный – внутри дания (возрастной интервал в «абсолютных» величинах пока не определен).

Таким образом, самая большая разница скоростей между соседними акустическими слоями или комплексами пород в сопряженных структурах Курильская котловина – хр. Витязя, по-видимому, отражает самое важное событие в истории развития их осадочного чехла – начало кайнозойского этапа осадконакопления. Этот вывод не согласуется с историей развития чехла Курильской котловины по [25], где временная граница между фундаментом и чехлом проходит в верхнем мелу (внутри маастрихта).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Позднемезозойский возраст осадочного бассейна Курильской котловины базируется на определении средних скоростей осадконакопления в слоистом скоростном разрезе котловины. Для обоснования расчетов были использованы данные изучения осадочных кайнозойских пород, драгированных на склоне возвышенности Академии Наук, и собственная интерпретация профилей НСП, пройденных на склоне возвышенности и в Курильской котловине [25]. Осадочный чехол склона возвышенности разделяется на 4 слоя (толщи), границы толщ являются сейсмическим реперами (R1, R2, R3), которые прослеживаются в пределах абиссали котловины. Время формирования толщ, слагающих склон возвышенности Академии Наук, определяется возрастом (определенным по геологическим данным) слагающих их пород. Экстраполируя эти данные на чехол котловины, автор получил время начала формирования слоя 2–24 млн лет. Разделив максимальную суммарную мощность слоев 1

и 2 (1200 м) на возраст (24 млн лет) этих толщ, он получил «среднюю максимальную скорость осадконакопления» – 50 м/млн лет

При расчете этой величины допускается очевидная методическая ошибка. Согласно геологическим данным, на склоне возвышенности первый слой сложен уплотненными алевропелитовыми и алевролитовыми илами в верхней части и туфопесчаниками, туфоалевролитами, туфоаргиллитами в нижней части, а слой 2 – диатомитами, туфодиатомитами, и кремнистыми породами: аргиллитами и порцелланитами. Аналогичное строение имеет продолжение этих слоев в котловине. Разделение слоя 1 котловины на слабоуплотненные илы и слаболитифицированные породы подтверждается в окончательном скоростном разрезе котловины, где первый слой разбивается на два слоя, со средними скоростями 1.55 км/сек и 1.75 км/сек. Средняя акустическая скорость второго слоя (2.1 км/сек) соответствует слаболитифицированным породам [21] (табл. 1). Таким образом, первый и второй слой в котловине сложены в основном уплотненными породами. Частное от деления современной мощности этих слоев на время их образования не является скоростью осадконакопления. Породы образуются в процессе уплотнения (сжатия) осадков, при этом мощность осадков уменьшается. Уменьшение мощности осадков в процессе формирования пород, а затем и мощности самих пород под давлением вышележащих отложений и методы определения средней скорости седиментации подробно описаны в литературе [2, 27, 33]. Для расчета средней скорости осадконакопления в исследуемой толще нужно вначале реконструировать былую, первоначальную мощность осадков (с учетом коэффициента сжатия), затем делить на время формирования толщи.

В расчетах [25] не восстанавливается первичная мощность осадков, не выполняется часть (декомпрессия) процедуры бэкстриппинг, потому вычисленная средняя скорость осадконакопления для первого и второго слоев – 50 м/млн лет – ниже реальной. Эта величина экстраполируется на слой три, а для четвертого слоя принимается средняя скорость осадконакопления – 40 м/млн лет, полученная уменьшением средней скорости (50 м/млн лет) для слоя три на 20 %.

Очевидно, что рассчитанная максимальная величина средней скорости осадконакопления в Курильской котловине (50 м/млн лет) меньше реальной. Используя эту величину для чехла (3 км) котловины, получаем время его формирования – 60 млн лет. Таким образом, при средней скорости осадконакопления, заведомо меньше реальной, время формирования котловины не выходит за пределы кайнозоя.

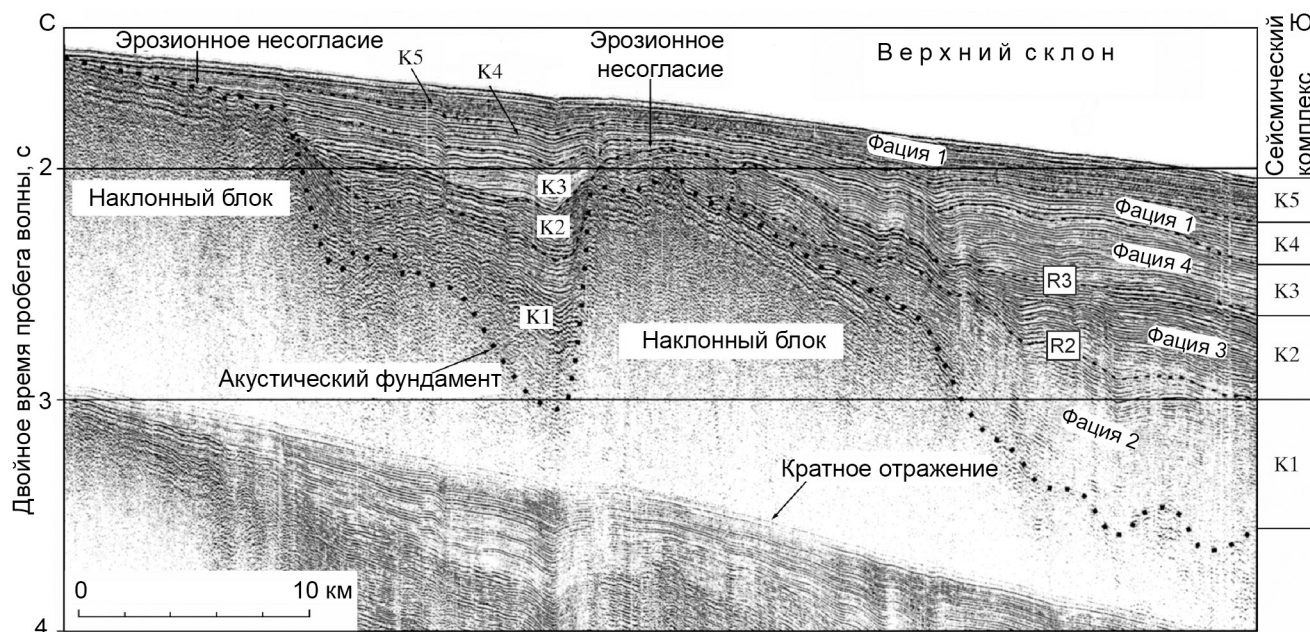


Рис. 4. Часть сейсмического профиля 29.

Сейсмические комплексы: K1 (фация 2) и K2 (фация 3) – поздний олигоцен–средний миоцен (?); K3 (фация 4) – ранний плиоцен; K4 (фация 1) – поздний плиоцен; K5 (фация 1) – плейстоцен (?)–голоцен [9]. K1+K2 соответствуют слою 2 (поздний олигоцен–поздний миоцен), K3+K4+K5 соответствуют слою 1 (поздний миоцен–квартер), реперные границы R2, R3 согласно временному разрезу НСП Lv29_27 [25].

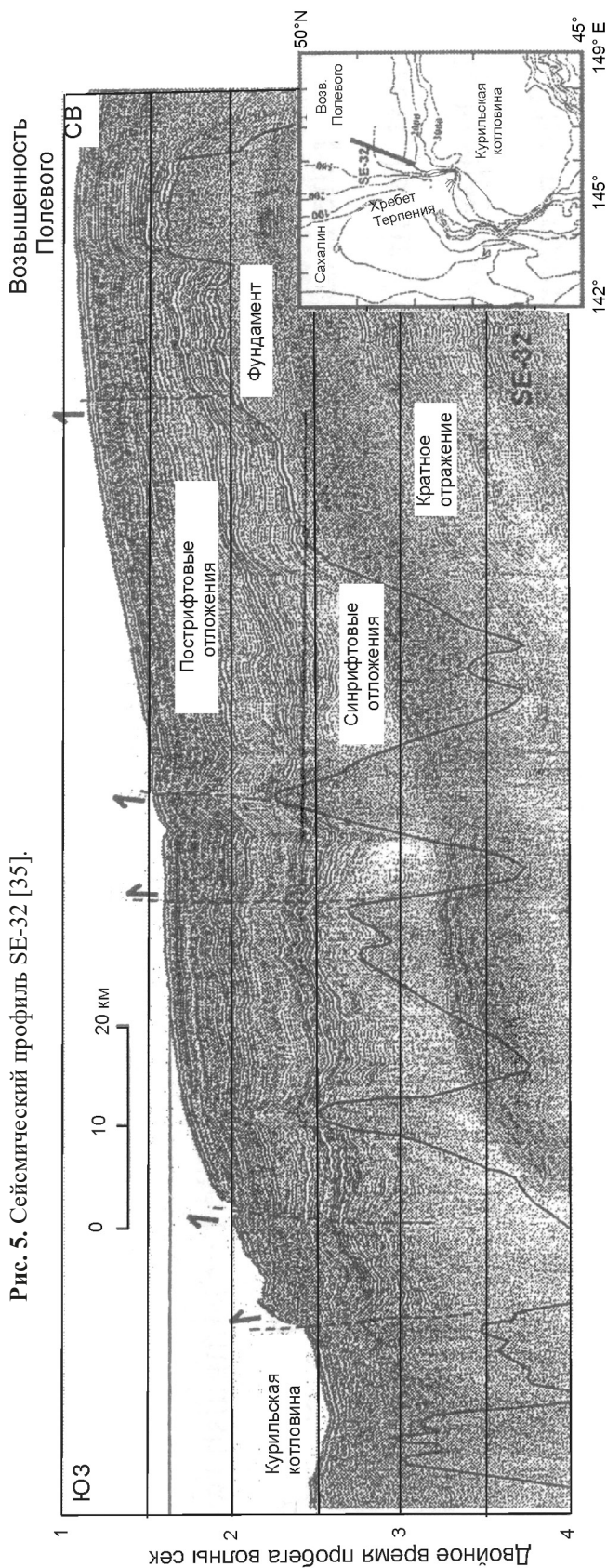
Особенности формирования осадочного чехла Курильской котловины

Независимо от способа определения рассчитанная средняя скорость осадконакопления всегда меньше реальной. Одна из главных причин – неполнота геологической летописи – наличие перерывов в осадконакоплении, очевидных и скрытых. В чехле Курильской котловины установлено три региональных несогласия (R1, R2, R3), природа которых – перерывы в осадконакоплении [25]. В структурах, окружающих Курильскую котловину, установлен региональный разрыв в среднем миоцене. Этот разрыв установлен на островах Сахалин, Хоккайдо [38] и Большой Курильской гряды (БКГ). Максимальная амплитуда разрыва на островах БКГ оценивается в 1.5 км [29]. Это региональное событие отразилось и в геологическом строении западного (Северо-Хоккайдское краевое плато), северо-западного (подводный хребет Терпения), северного (возвышенность Академии Наук) склонах Курильской котловины [31] и на тихоокеанском склоне подводного хребта Витязя [32]. Непосредственно в районе северного склона котловины плиоцен-плейстоценовые отложения залегают на отложениях позднего олигоцена–начала среднего миоцена со стратиграфическим несогласием и разрывом. На это указывает отсутствие в исследованном разрезе пород средне- и позднемиоценового возраста и при-

сутствие в плиоценовых отложениях переотложенных олигоцен-миоценовых видов диатомей и обломков миоценовых пород.

Согласно [25]: «Имеющиеся сейсмические материалы не подтверждают наличия регионального разрыва среднемиоценовых отложений на склонах Курильской котловины». Существует и другое мнение: ранее [11] было установлено, что чехол северо-западного склона Курильской котловины (возвышенность Академии Наук) сложен пятью сейсмическими комплексами, границы между которыми «часто являются поверхностями несогласия» (рис. 4). Одно из этих несогласий – граница между сейсмокомплексами K3 и K2 (основание фации 4) – является региональным эрозионным («чаще всего эрозионный срез») несогласием. Это эрозионное несогласие совпадает с реперной границей R3, а граница между K1 и K2 совпадает с реперной границей R2, по [25] (рис. 4). Таким образом, репер R3, разделяющий слои 1 и 2 на склоне Курильской котловины, по [25], представляет собой эрозионное несогласие. В северной части разреза профиля 29 эрозионная поверхность практически выходит на поверхность дна (двойное время пробега волны около 1.5 сек), в южной – граница поверхности прослеживается до 2.6 сек.

Очевидно, что поверхности несогласия между сейсмокомплексами имеют площадное распростра-



нение. В предыдущих исследованиях при изучении северо-западного склона Курильской котловины на сейсмопрофиле SE-32 было выделено две толщи: нижняя – синрифтовая и верхняя – пострифтовая, разделенные несогласием [35]. Это несогласие (так же, как и эрозионное несогласие на профиле 29) прослеживается на глубинах от 1.6 сек в верхней и до 3 сек в нижней части разреза SE-32 (рис. 5). Одинаковый интервал глубины положения поверхностей этих несогласий, «срезание» вершин предполагаемых вулканических построек (в центральной и нижней частях разреза SE-32) и наличие протяженного (около 10 км) субгоризонтального, абразионного? плато на выступе фундамента в самой верхней части этого разреза указывают на эрозионную природу поверхности несогласия. Последующие геологические исследования подтвердили наличие размыва в верхней части кайнозойского чехла возвышенности Академии Наук. Результаты изучения пород, драгированных на склоне возвышенности, говорят о выпадении из геологического разреза основного объема отложений среднего и позднего миоцена (это слой 2 по [25]), всего около 10 млн лет) [31].

Вышеприведенные данные указывают на размыв слоя 2 на склоне котловины. Это говорит о том, что современный геологический разрез этого слоя неполный и, следовательно, рассчитанная [25] базовая средняя скорость осадконакопления (50 м/млн лет, в осадочной толще – слои 1+2) меньше реальной.

Для доказательства существования на склоне Академии Наук значительного размыва в миоцене нами привлечены конкретные результаты геологических и геофизических исследований. На наш взгляд, существуют и теоретические данные о существовании эрозионных несогласий как на склоне, так и в абиссальной части Курильской котловины.

В геологической истории развития кайнозойских осадочных бассейнов Охотского моря и его островного и континентального обрамления установлен размыв осадков в палеоцене, эоцене и среднем миоцене. Эти события должны были происходить и в истории формирования Курильской котловины.

Послойный расчет скорости осадконакопления в [25] проведен без рассмотрения геологической истории развития структур, обрамляющих котловину, и природы формирования слоистого скоростного разреза ее осадочного чехла. Строение чехла Курильской котловины – слоистое, каждый слой характеризуется своей акустической скоростью, на границе слоев существует скачок скоростей. Согласно [25], границы (R1, R2, R3) между слоями (1, 2, 3, 4) – это просто границы несогласия, характеризующие перерывы осадконакопления (без размыва нижележащих толщ).

В этом случае, в процессе формирования чехла котловины после перерыва при возобновлении осадконакопления на нелитифицированные осадки раннего этапа ложились нелитифицированные осадки нового этапа седиментации. Плотность осадков непосредственно ниже и выше стратиграфического перерыва была одинаковой. Таким образом, на границе нижележащей и вышележащей толщ не «закладывался» градиент плотностей. Очевидно, что в процессе простого чередования перерывов осадконакопления отсутствует механизм образования скачка скоростей на (стратиграфической) границе толщ и, следовательно, не может формироваться слоистый скоростной разрез.

Совсем другая ситуация в случае размыва. При подъеме территории (или падении уровня моря) вначале эродируются (срезаются) верхние не литифицированные осадки, затем слабо литифицированные осадки и далее все более и более литифицированные отложения. При возобновлении осадконакопления на поверхности литифицированных в различной степени отложений раннего этапа седиментации отлагались не литифицированные осадки следующего этапа седиментации. В этом случае граница размыва разделяла осадочные отложения различной степени литификации, т.е. различной плотности. Плотность пород контролирует акустическую жесткость осадочных толщ. Таким образом, при размыве отложений и последующем возобновлении осадконакопления на стратиграфической границе (между нижележащей и вышележащей толщами) формируется градиент акустической жесткости. Такова природа формирования слоистого скоростного разреза осадочного чехла. Любой «слоистый» скоростной разрез осадочных отложений формируется чередованием процессов: осадконакопление – размыв – осадконакопление – размыв и т.д.

В скоростной модели чехла Курильской котловины выделяются три репера (R1, R2, R3), которые являются стратиграфическими несогласиями, разделяющими слои 4, 3, 2, 1 различной акустической жесткости [25]. На наш взгляд, эти реперы отражают размыв осадочных отложений 4, 3 и 2 слоев, мощность эродированных осадков в этих слоях не известна, поэтому определить среднюю скорость осадконакопления в каждом слое и затем рассчитать возраст Курильской котловины не представляется возможным.

Согласно [25], кровля акустического фундамента (АФ), R1, R2, R3 маркируют региональные перерывы осадконакопления, связанные с региональными фазами тектогенеза. Кровля АФ располагается в маастрихтских отложениях, а реперы R1, R2 и R3 – внутри подотделов: в отложениях среднего эоцена, верхнего олигоцена и позднего миоцена, соответственно.

Согласно [6], основные рубежи перестройки кайнозойских осадочных бассейнов окраины Азии: границы эоцена и олигоцена, олигоцена и миоцена, раннего и среднего миоцена, миоцена и плиоцена, раннего и позднего плиоцена, а также в среднем миоцене. В кайнозойской истории развития Сахалина тектогенез проявился следующими этапами поднятий: камчатского (конец верхнего мела – начало палеогена), курильского (конец палеогена – начало неогена) алеутского (средний миоцен) и сахалинской фазой складчатости (конец неогена) [22]. Тектогенез на Курильских островах представлен единственной региональной тектонической фазой складчатости в среднем миоцене [24]. Во всех проявлениях тектогенеза подъем территории сопровождался размывом осадочных толщ. Очевидно, что «тектоническая» история развития кайнозойских осадочных бассейнов Азиатской окраины и структур, обрамляющих Курильскую котловину, не отразилась в истории развития котловины, представленной [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При исследовании физических свойств пород хр. Витязя были получены представительные результаты измерения скорости распространения продольных акустических волн (V_p) для пород фундамента и основания кайнозойского чехла (табл. 1, 2). Сравнение акустических скоростей, измеренных непосредственно в образцах и полученных полевыми геофизическими методами в «однообразных» слоях, показали хорошую сходимость их величин. Это говорит о возможности использования натуральных измерений для характеристики породного состава сейсмокомплексов без применения каких-либо поправочных коэффициентов. Установлено, что значительная (более 1 км/сек) разница скоростей между породами фундамента и основания чехла является самой важной характеристикой скоростных разрезов осадочных бассейнов Охотоморского региона, так как позволяет оценить время начала формирования осадочного чехла этих бассейнов.

Обзор пограничных мел-палеогеновых разрезов Магаданского и Беринговоморского шельфов, Западной и Южной Камчатки, островов Сахалин и Хоккайдо и внешней дуги Курильской островодужной системы указывает на существование во всех разрезах стратиграфического перерыва между мелом и палеогеном или внутри палеоцена. В скоростном разрезе Курильской котловины это событие отразилось значительной разницей (1.3 км/сек) скоростей между фундаментом и чехлом. При этом временная граница между фундаментом и чехлом, согласно [25], проходит внутри маастрихта. Таким образом, Курильская котловина,

согласно возрастной интерпретации [25] слоистого скоростного разреза, формировалась изолированно, независимо от развития структур, ее обрамляющих, что практически невозможно. Мезозойский возраст чехла Курильской котловины основан исключительно на расчетах скорости осадконакопления. В расчетах допущена методическая ошибка, ведущая к уменьшению реальной скорости осадконакопления и, соответственно, удревнению возраста котловины. Сейсмоакустические характеристики сейсмокомплексов фундамента и базальной толщи осадочного чехла Курильской котловины: $V_p = 4.4$ км/сек и $V_p = 3.1$ км/сек [21], Срединно-Курильского прогиба: $V_p = 4.75$ км/сек и $V_p = 3.2$ км/сек [30] или $V_p = 3.5$ км/сек [18] и комплексов пород хр. Витязя: 4.8 км/сек и 3.3 км/сек – имеют близкие значения. Это позволяет предполагать возраст фундамента Курильской котловины и Срединно-Курильского прогиба как поздний кампан–начало раннего палеоцена, а возраст начала формирования осадочного чехла этих структур – палеоцен–эоцен.

Работа выполнена в рамках госбюджетных тем «Палеоокеанология окраинных морей Востока России и примыкающих районов Тихого океана, особенности и этапность кайнозойского осадконакопления, магматизма и рудогенеза», № госрегистрации АА-АА-А17-117030110033-0, и «Пространственно-временные изменения геофизических полей, их связь со структурой, геодинамикой и сеймотектоническими процессами в литосфере дальневосточных морей России и их обрамлении», № госрегистрации АААА-А17-117030110032-3, и программе Дальний Восток № 18-1-008.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны д.г.-м.н. Р.Г. Кулиничу за обсуждение работы и критические замечания и к.г.-м.н. М.Г. Валитову за технические консультации в проведении измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Априлов С.Е., Попруженко С.В., Богдан П.С., Касьянук Е.Е. Структуры фундамента и локализация вулканизма Южной Камчатки. // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. 428 с.
2. Байков А.А., Седелецкий В.И. О сверхвысоких скоростях терригенной седиментации на континентальном блоке в фанерозое. Проблемы литологии геохимии и осадочного литогенеза: Материалы I Всерос. литологического совещ. Москва, декабрь 2000. http://lithology.ru/system/files/books/vseros_lit_sov_1_2000.pdf
3. Бакун Н.Н., Бобылев В.В., Бушкова О.П., Иванов С.В. Условия образования газонасыщенных верхнепалеоцен-нижнеолигоценных отложений Колпаковского прогиба (Западная Камчатка) // Геология нефти и газа. 1994. № 2. <http://www.geolib.ru/OilGasGeo/1994/02/Stat/stat10.html>
4. Богатиков О.А., Шарков Е.В., Веселовский А.В., Мещеряков В.Б. Синхронность развития кайнозойских вулканических дуг и задуговых бассейнов: причины и следствия // Докл. АН. 2009. Т. 427, № 4. С. 512–517.
5. Васильев Б.И., Сигова К.И., Обжиров А.И., Югов И.В. Геология и нефтегазоносность окраинных морей северо-запада Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2001. 309 с.
6. Геодинамика кайнозойских нефтегазоносных осадочных бассейнов активных континентальных окраин (на примере дальневосточного сектора зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану) / В.Г. Варнаровский. М.: Наука, 1994. 207 с.
7. Геолого-геофизическая характеристика и перспективы нефтегазоносности Срединно-Курильского прогиба. Владивосток: Дальнаука, 2009. 141 с.
8. Геология и нефтегазоносность Охотско-Шантарского осадочного бассейна / В.Г. Варнаровский, А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова, О.А. Кровушкина, Э.Я. Кропш, В.В. Куделькин, В.Б. Троян, Л.С. Чуйко. Владивосток: ДВО РАН, 2002. 148 с.
9. Гладенков Ю.Б., Шанцер А.Е., Челебаева А.И. и др. Нижний палеоген Западной Камчатки (стратиграфия, палеогеография, геологические события). М.: ГЕОС, 1997. 367 с.
10. Жаров А.Э., Митрофанова Л.И., Тузов В.П. Стратиграфия кайнозойских отложений шельфа Северного Сахалина // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21, № 5. С. 72–93.
11. Карп Б.Я., Карнаух В.Н., Медведев С.Н., Суховеев Е.Н., Прокудин В.Г. Структура осадочного чехла и акустические свойства фундамента Курильской котловины // Дальневосточные моря России / Геологические и геофизические исследования. ДВО РАН. М.: Наука, 2007. 503 с.
12. Кауфман Э.Дж. Структура вымираний морских биот в меловом периоде // Катастрофы и история Земли: Новый униформизм. М.: Мир, 1986. 471 с.
13. Красилов В.А., Блохина Н.И., Маркевич В.С., Серова М.Я. Мел–палеоген Малой Курильской гряды. Владивосток: ДВО СССР, 1988. 140 с.
14. Кровушкина О.А., Жукова О.С., Чуйко Л.С. Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Срединно-Курильского прогиба // Геология нефти и газа. 2005. № 1. С. 10–19. <http://www.geolib.ru/OilGasGeo/2005/01/Stat/stat03.html>
15. Кулинич Р.Г., Карп Б.Я., Баранов Б.В., Леликов Е.П., Карнаух В.Н., Валитов М.Г., Николаев С.М., Колпащикова Т.Н., Цой И.Б. О структурно-геологической характеристике «сейсмической брешы» в центральной части Курильской островной гряды // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 1. С. 5–19.
16. Леликов Е.П., Цой И.Б. Геологическое строение центральной части подводного хребта Витязя (Тихоокеанский склон Курильской островной дуги): Материалы XVII Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. М.: ГЕОС, 2007. Т. IV. С. 218–220.
17. Леликов Е.П., Цой И.Б., Емельянова Т.А., Терехов Е.П., Ващенко Н.Г., Вагина Н.К., Смирнова О.Л., Худик В.Д. Геологическое строение подводного хребта Витязя в районе «сейсмической брешы» (Тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // Тихоокеан. геология. 2008. Т. 27, № 2.

- С. 3–15.
18. Ломтев В.Л. www.kscnet.ru/ivs/conferences/...4/abstr/abs4-48.pdf
 19. Лопатин А.В. Палеогеновая система (период). <https://bigenc.ru/geology/text/2704061>
 20. Маркевич В.С., Можеровский А.В., Терехов Е.П. Палинологическая характеристика малокурильской свиты (маастрихт–даний), о. Шикотан // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20, № 5. С. 65–76.
 21. Медведев С.Н. Новая технология обработки и интерпретации сейсмических данных для изучения осадочных отложений и консолидированного фундамента дальневосточных морей: Отчет о научно-исследовательской работе, тема: «Комплексные исследования дальневосточных морей России и северной части Тихого океана для повышения эффективности морской деятельности и рационального природопользования». № гос. рег. 01201162953. Ч. 2. гл. 4.21. Владивосток, 2013. С. 438–443.
 22. Мельников О.А. История формирования структуры Южного Сахалина в палеогене и неогене. М.: Наука, 1970. 170 с.
 23. Найдин Д.П. Граница мела и палеогена: стратиграфические аспекты // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1985. Т. 60. С. 71–85.
 24. Пискунов Б.Н. Геолого-петрологическая специфика вулканизма островных дуг. М.: Наука, 1987. 240 с.
 25. Прокудин В.Г. К вопросу о возрасте отложений чехла Курильской котловины Охотского моря // Тихоокеан. геология. 2015. Т. 34, № 3. С. 65–77.
 26. Рождественский В.С. Геологическое строение и тектоническое развитие полуострова Шмидта // Тихоокеан. геология. 1988. № 3. С. 62–72.
 27. Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.
 28. Рыбак Ю.В., Войкова С.И., Литвинова А.В. Изучение особенностей строения кремнисто-терригенных толщ Охотского региона // Геология нефти и газа. 2011. № 6. С. 152–158.
 29. Сергеев К.Ф. Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 240 с.
 30. Строение земной коры южной части Охотского моря по сейсмическим данным. М.: Наука, 1987. 87 с.
 31. Терехов Е.П., Цой И.Б., Ващенко Н.Г., Можеровский А.В., Горовая М.Т. Условия осадконакопления и история развития Курильской котловины (Охотское море) в кайнозое // Океанология. 2008. Т. 48, № 4. С. 615–623.
 32. Терехов Е.П., Можеровский А.В., Цой И.Б., Леликов Е.П., Ващенко Н.Г., Горовая М.Т. Верхнемеловые и кайнозойские вулканогенно-осадочные комплексы подводного хребта Витязя (островной склон Курило-Камчатского желоба) и история его развития // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 3. С. 24–31.
 33. Холодов В.Н. Скорости осадконакопления в настоящем и прошлом // Отеч. геология. 1997. № 3. С. 22–31.
 34. Цой И.Б., Терехов Е.П., Шастина В.В., Горовая М.Т., Можеровский А.В. О возрасте отложений котиковской серии полуострова Терпения (Восточный Сахалин) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2005. Т. 13, № 6. С. 77–88.
 35. Baranov B., Karp B., Karnaukh V. Western Okhotsk Sea multivariuous tectonic structure in KOMEX Cruise Report RV Prof. Gagarinsky Cruise 32 Serenade Seismo-Stratigraphic Research off Northern Sakhalin and in the Derugin Basin. 2001. P. 32-40.
 36. Geological and operational summary Navarin basin COST N 1 Well. Bering Sea, Alaska / R.F. Turner, C.M. MaCartly, D.A. Steffy, M.B. Lench, G.C. Martin, K.W. Sherwood, T.O. Flett, A.J. Adams. OCS Report MMS 84-0031 Minerals Management Service. 1984. P. 253. https://www.boem.gov/uploadedFiles/.../MMS84_0031NavarinCOST_1.pdf
 37. Gladenkov A. Yu., White L.D., Gladenkov Yu.B., Blueford J.R. Cenozoic biostratigraphy of the Pogranichnyy Region, Eastern Sakhalin, Russia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2000. N 158. P. 45–64.
 38. Ingle J. Subsidence of the Japan Sea: Stratigraphic evidence from ODP sites and onshore sections // Proc. ODP, Sci. Results. College Station, Texas (Ocean Drilling Program). 1992. V. 127/128. Pt. 2. P. 1197–1218.
 39. Takano O., Itoh Y., Kusumoto S. Variation in forearc basin configuration and basin filling depositional systems as a function of trench slope break development and strike-slip movement: Examples from the Cenozoic Ishikari–Sanriku-Oki and Tokai-Oki–Kumano-Nada Forearc Basins, Japan. 2015. https://www.researchgate.net/publication/260101940_Variation_in_Forearc_Basin_Configuration_and_Basin-filli.

Рекомендована к печати Цой И.Б.
после доработки 24.10.2019 г.
принята к печати 22.01.2020 г.

E.P. Terekhov, T.A. Kharchenko

On the possibility of the age correlation of geological complexes in the area of the Kuril island arc system using seismoacoustic characteristics

The paper presents the results of using velocities of propagation of P-waves in the basement rocks and sedimentary cover of the submarine Vityaz Ridge and surrounding morphostructures for the age correlation of geological complexes developed here. The numerical values of the mentioned seismoacoustic characteristics were worked out in the laboratory conditions by direct determinations on the samples collected in the area of the Central Kurile. In addition, the corresponding data in the studied region derived from seismic methods in the expeditions of the previous years were used. The results obtained suggest the cover of the Kuril Basin to be the Paleocene or Eocene age, and that of the inter-arc basin is Paleocene.

Key words: physical properties of rocks (acoustic P-waves), cover, basement, Kuril Basin, submarine Vityaz Ridge, Kuril island arc system.