

## ОСОБЕННОСТИ РАННЕМЕЛОВОЙ ТЕРРИГЕННОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ В ПЕНЖИНСКОМ ПРЕДДУГОВОМ БАССЕЙНЕ

*М.И. Тучкова\**, *К.А. Крылов\**, *В.Н. Григорьев\**, *П.В. Маркевич\*\**

*\*Геологический институт РАН, г. Москва,*

*\*\* Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

Кластогенные породы Пенжинского бассейна охарактеризованы по составу песчаников и ассоциаций минералов тяжелой фракции на основании 64 анализов. Установлено, что минеральный состав песчаников, развитых в терригенных отложениях нижнего мела п-овов Елистратова и Маметчинского, одинаков. Выявлены две ассоциации раннемеловых песчаников: 1) песчаники берриас-валанжинского возраста, которые образовались при размыве пород гранитно-метаморфических комплексов западной зрелой континентальной окраины; 2) песчаники готеривского возраста, образовавшиеся в результате размыва вулканогенных пород островной дуги. Ассоциации песчаников готерива включают три разных типа, каждый из которых определяется характером островодужного вулканизма.

**Ключевые слова:** песчаники, минеральный состав, источник сноса, осадконакопление, геодинамика, ранний мел, Пенжинская губа.

### ВВЕДЕНИЕ

Различным аспектам геологии Северо-Востока России посвящен ряд работ, однако литологическим исследованиям, в частности, изучению минералогии терригенных отложений этого региона, до недавнего времени уделялось недостаточное внимание. Начиная с середины восьмидесятых годов, в ряде работ рассматриваются литологические и минералогические аспекты строения осадочных и вулканогенно-осадочных толщ активной континентальной окраины Западной Пацифики (от Филиппинского моря до Корякского нагорья) [3, 10–13, 17, 28, 30, 31, 33; 34 и др.]. Выяснилось, что проводимые на новом уровне минералого-петрографические исследования, выявляющие эволюцию источников сноса и палеогеографию, в совокупности с тектоническими и стратиграфическими, позволяют достаточно достоверно реконструировать палеогеодинамические обстановки в бассейнах осадконакопления.

Стратиграфия, строение и, в небольшой степени, литология образований нижнего мела на территории п-овов Елистратова и Маметчинского, расположенных в северной части Охотского моря, были изучены ранее [1, 3, 6, 14, 19 и др.]. Однако вопросы сопоставления и корреляции этих отложений, реконструкции осадочных бассейнов и геодинамических об-

становок их формирования оставались открытыми. Задача нашего исследования заключалась в изучении особенностей седиментации, установлении и сравнении минерального состава и источников питания нижнемеловых отложений на п-овах Елистратова и Маметчинском.

### ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Структуры Северо-Востока Азии являются частью мезозойско-кайнозойского орогенического пояса, обрамляющего Тихий океан. Рассматриваемые нижнемеловые отложения относятся к Западно-Корякской складчатой системе и являются частью сложно построенного верхнеюрско-нижнемелового комплекса. Существующие в настоящее время представления о строении этой территории исходят из существования террейнов различного типа и возраста [18]. Некоторые исследователи предполагают, что раннемеловые отложения Пенжинской губы накапливались в преддуговом прогибе, который на западе был ограничен Удско-Мургальской островной дугой, а на востоке – аккреционным поднятием Куьюльского офиолитового террейна [21–23, 26, 27, 29].

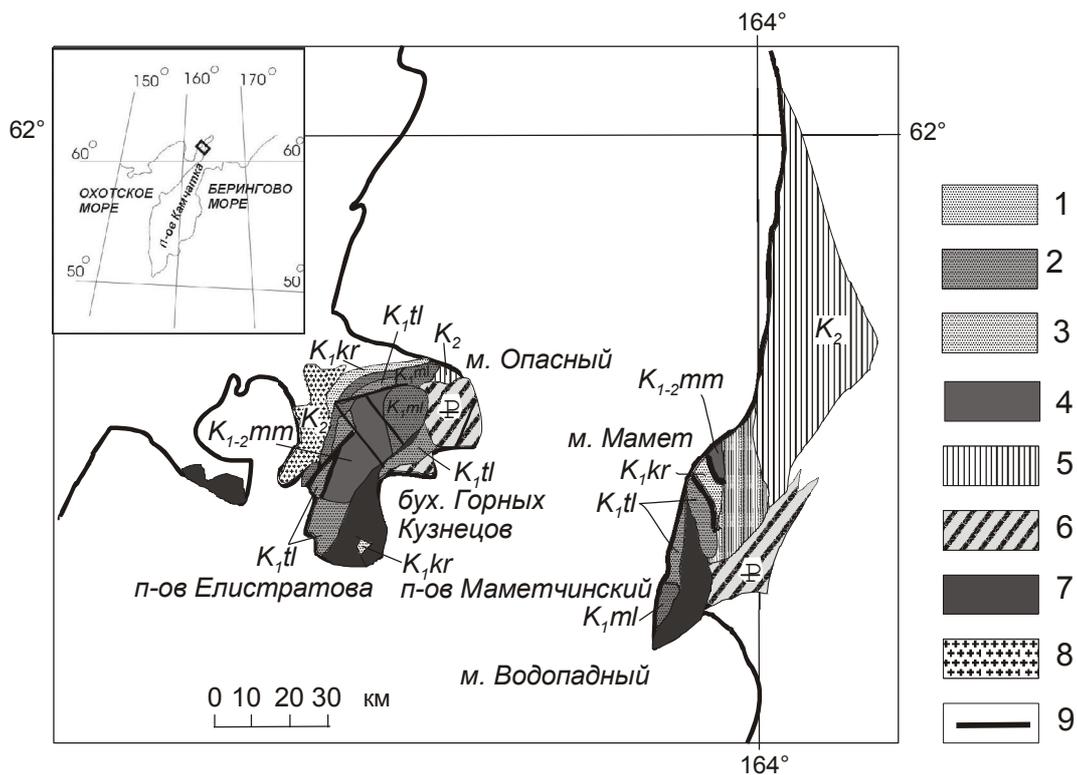
На п-овах Елистратова и Маметчинском нижнемеловые (доальбские) образования прослеживаются в виде отдельных разрозненных выходов и представлены осадочными и вулканогенно-осадочными обра-

зованиями (рис.1), расчлененными, по данным предыдущих исследований, на три комплекса: **берриас-валанжинский** – кингивеевская и мялекасынская свиты, **готеривский** – тылакрыльская свита, **баррем-аптский** – кармаливаямская, тихореченская и кедровская свиты [1, 2, 6, 14, 19 и др.]. Исследования последних лет показали, что из нижнемелового разреза должна быть исключена кингивеевская свита, сложенная базальт-кремнистой ассоциацией пород, для которой установлен более древний, триас-юрский возраст и которая имеет тектонические контакты с нижнемеловыми терригенными породами [4, 5].

На *п-ове Маметчинском* известен полный разрез нижнего мела, часть которого (мялекасынская, тылакрыльская и кармаливаямская свиты) была изучена в береговых обрывах от мыса Водопадный до середины полуострова (м. Мамет). На *п-ове Елистратова* наиболее полный разрез нижнемеловых отложений (мялекасынская и тылакрыльская свиты) и изучался в бухте Горных Кузнецов.

### СТРОЕНИЕ ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩ

*П-ов Елистратова.* Разрез составлен по описаниям разрозненных обнажений. В основании он представлен преимущественно грубообломочными отложениями, залегающими на породах дайкового комплекса офиолитовой ассоциации. В составе пород **берриас-валанжинского** возраста (мялекасынской свиты) встречаются отложения потоков, часто грубозернистые, содержащие линзы песчано-алевритовых пород, типичны олистостромы и горизонты конгломерато-брекчий. В олистостромах отмечаются пачки чередования песчано-глинистых пород, гравелитов и конгломератов, часто с градационной слоистостью или со следами оползания, а также олистолиты пород дайкового комплекса и кремнисто-глинистых пород, нередко брекчированных. Галька и валуны в конгломератах (размером 0.2–0.5 м) плохо окатаны, но имеют сглаженные края и представлены обломками песчаников, алевролитов, гранитоидов, габбро, базальтов.



**Рис. 1.** Геологическая карта обрамления Пенжинской губы, с упрощениями.

На врезке – положение района исследований.

1–3 – отложения нижнего мела: 1 – мялекасынская свита ( $K_1ml$ ), 2 – тылакрыльская свита ( $K_1tl$ ), 3 – кармаливаямская свита ( $K_1kr$ ); 4 – отложения маметчинской свиты ( $K_{1-2}mm$ ); 5 – верхнемеловые отложения; 6 – палеогеновые отложения (P); 7 – ультраосновные породы раннего мела; 8 – граниты позднего мела ( $K_2$ ); 9 – главнейшие разломы.

Датирование разреза произведено на основании находок аммонитов, белемнитов и плохой сохранности бухий (часто содержащихся в линзах конгломератов), а также немногочисленных находок радиолярий.

В разрезе **готеривского** возраста (тылакрьельская свита) отмечается широкое распространение туфогенных пород – туфов, туффитов, туфопесчаников и туфоконгломератов. Характерно флишеподобное чередование песчаников, алевролитов, туфогенных разностей с линзовидными прослоями известковистых пород, содержащих конкреции. Туфогенные разности образуют в разрезе три характерные пачки чередования, мощностью 20–30 м, которые могут служить маркирующими горизонтами. Во фрагментах разреза, расположенных вблизи тектонического контакта с дайковым комплексом, среди зеленовато-серых алевролитов залегают прослой или линзы конгломератов, сланцев, песчаников и туфов.

*П-ов Маметчинский.* Разрез отложений нижнемелового возраста здесь представлен более полно и охватывает постепенно переходящие друг в друга все три рассматриваемых возрастных комплекса. В составе **берриас-валанжинских** отложений (мялекасынская свита) разрез представлен переслаивающимися мелко-, среднезернистыми песчаниками с серыми песчанистыми алевролитами, иногда встречаются прослой туфобрекчий (мощностью 0.5–0.7 м), песчаников (до 10 м) и кремнистых алевролитов. Алевролиты содержат округлые глинисто-известковые конкреции. В отложениях мялекасынской свиты обнаружено большое количество ископаемых остатков (иноцерам, бухий, ростров белемнитов), которые позволяют уверенно датировать эти образования. Однако в целом отложения мялекасынской свиты на Маметчинском п-ове имеют ограниченное распространение, их видимая мощность не превышает 100 м.

Разрез отложений **готеривского** возраста (тылакрьельская свита), как и на п-ове Елистратова, представлен флишеподобным чередованием пород и характеризуется широким развитием туфов, туфогравелитов, туфопесчаников и туфоалевролитов, встречаются редкие прослой туфобрекчий андезибазальтов. В разрезе наблюдается ритмичное чередование песчаников и алевролитов, представленное прослоями песчаников (1–1.5 м) с пачками переслаивания алевролитов (0.5–2.0 м) и песчаников (5–10 см). Среди песчаников описаны как мелко-, так и крупнозернистые разности. В составе некоторых пачек разреза обнаружена макрофауна (преимущественно иноцера-

мы) [6 и др.]. В прослоях конгломератов в основании тылакрьельской свиты встречаются гальки базальтов, андезибазальтов и осадочных пород. В верхних частях разреза свиты, помимо этого, встречаются гальки гранодиоритов, плагиогранитов, кварцитов и трахитоидов (количество последних увеличивается в верхней части разреза).

Образования кармаливаямской свиты, согласно перекрывающей готеривские образования, представлены туфотерригенными алевролитами, песчаниками, туфами, туфогравелитами и туфобрекчиями, отмечаются пачки с тонким и грубым флишеподобным переслаиванием, для которого характерно чередование дистальных турбидитов и контуритов с "фоновыми" отложениями алевроаргиллитов. В нижней части свиты остатки фауны не часты, выше их количество возрастает [6].

#### МЕТОДИКА МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Минералого-петрографическое изучение песчаников позволяет установить характер размывавшихся пород в области питающих провинций, судить о степени однородности пород, процессах смешения осадочного материала, а также об эволюции минерального состава песчаных пород. При этом важно методически обоснованное последовательное изучение пород, то есть: 1) общее описание шлифов с отмечаемыми характерными особенностями, 2) изучение количественного состава обломочных компонентов с детализацией их состава, и особенно обломков пород, 3) изучение минералов тяжелой фракции, 4) изучение вторичных изменений пород, включающее описание структур, состава новообразованных минералов и взаимоотношений последних с минералами петрофонда.

Минералого-петрографическое изучение нижнемеловых псаммитов проводилось в стандартных петрографических шлифах, при этом образцы отбирались из опорных для региона геологических разрезов. Результаты подсчета главных породообразующих компонентов наносились на треугольную диаграмму по методике, разработанной В.Д. Шутовым [32]. Генетические типы кварца определены по методике И.М. Симановича [20], изучены также типы полевых шпатов и обломков пород. В некоторых случаях их подсчет был осложнен трудностями в диагностике обломков измененных пород, что снижает точность подсчетов.

Тяжелые минералы из песчаников выделены по стандартной методике. Из подсчетов исключались аутигенные минералы (хлорит, рудные, железистые карбонаты). Содержания минералов пересчитыва-

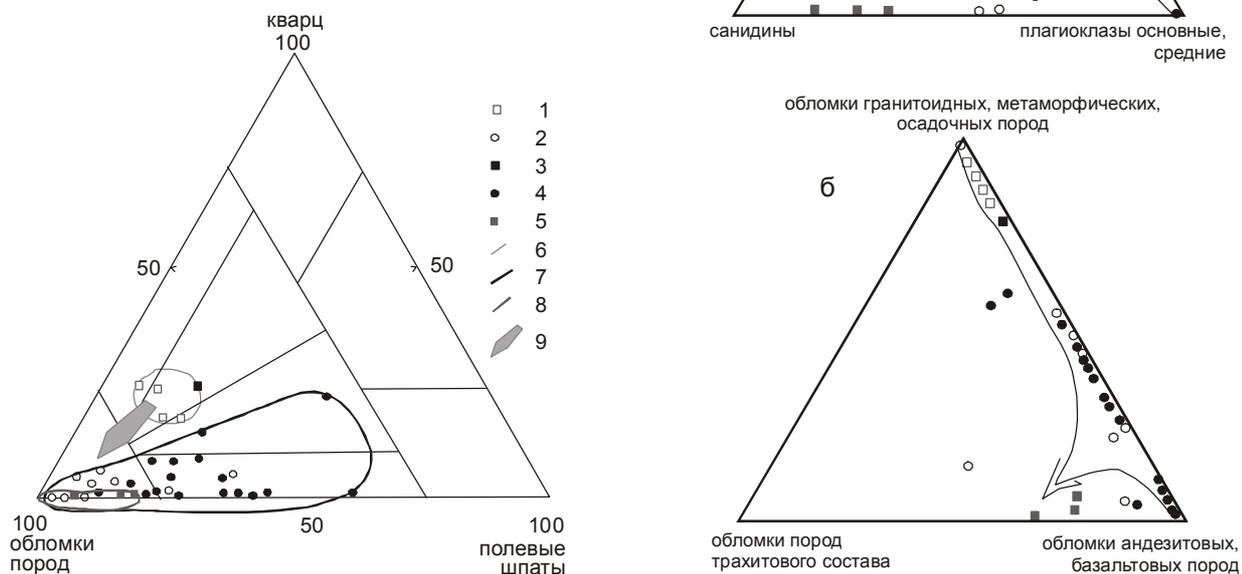
лись на 100 % и наносились на треугольные диаграммы, разработанные на основе вещественного состава современных осадков окраинных морей Тихого океана [17, 35]. Для этого среди минералов тяжелой фракции было выделено три группы: 1 – минералы-индикаторы гранитно-метаморфических комплексов (циркон, турмалин, монацит, ставролит); 2 – минералы-индикаторы метаморфических пород (эпидот, гранат, периклаз, корунд, хлоритизированные мафические минералы); 3 – минералы-индикаторы магматических пород (оливин, все пироксены).

### МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД

*П-ов Елистратова.* Песчаные породы **берриас-валанжинского** возраста (мялекасынская свита) по минеральному составу [25] определены как полевошпат-кварцевые и кварцевые граувакки (рис. 2) с содержанием кварца от 16 до 26%, полевых шпатов от 7 до 18%, обломков пород – 63–67 % (табл. 1). Цемент каемочный и соприкосновения, преимущественно коррозионный, хлорит-сметтит-смешанослойный или слюдисто-сметтитовый, реже поровый хлорит-сланцевый, иногда регенерационный кварцевый.

Среди генетических типов кварца преобладающее значение имеет кварц метаморфических пород и

древних гранитоидов, а содержание вулканогенного кварца невысоко (рис. 3). Среди полевых шпатов (рис. 2а) встречается несдвойникованный калиевый полевой шпат (вероятно, типа ортоклаза, реже встречаются зерна с микропертитовыми вростками, а также микроклин с решетчатым двойникованием). Плагиоклазы представлены олигоклазом и альбитом. В составе обломков пород (рис. 2б) отмечаются обломки метаморфитов (возможно, кристаллических сланцев), пород кислого и среднего состава (диоритов, гранитов, кислых эффузивов), в незначительном количестве встречаются обломки основного состава (базальтов) и некоторое количество серпентинизированных обломков основных пород. Помимо породообразующих минералов в составе песчаников установле-



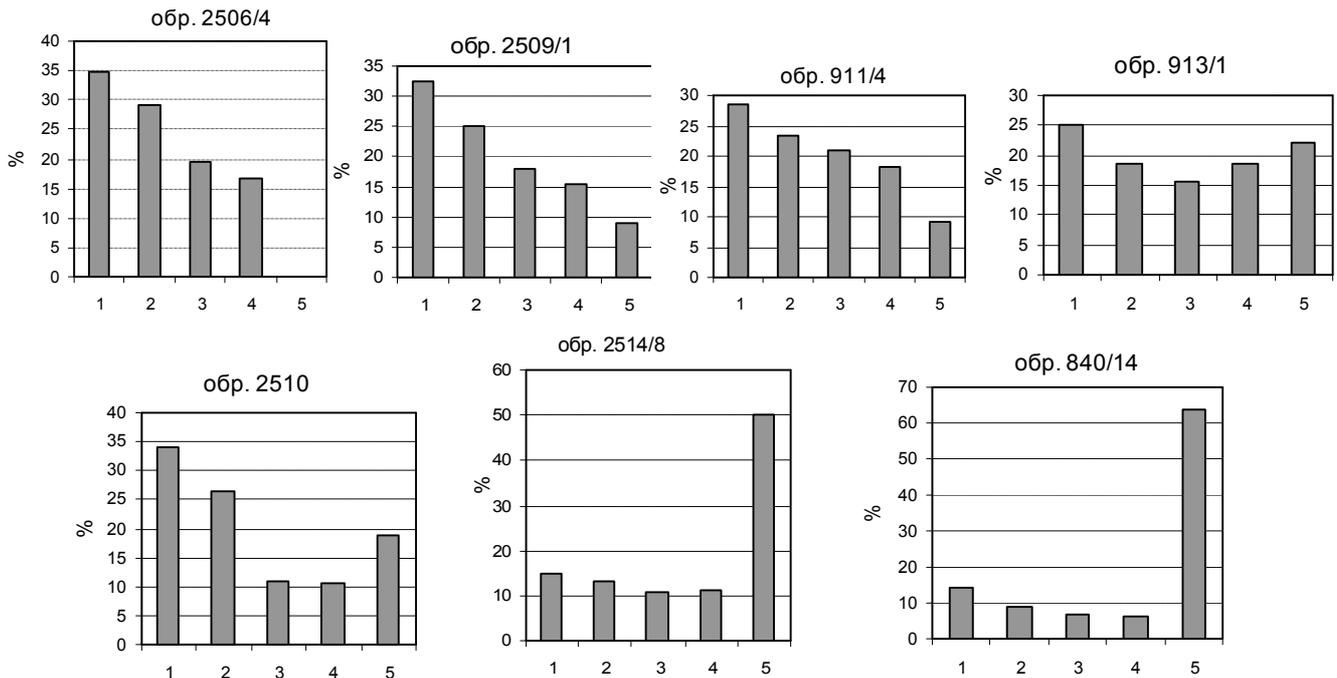
**Рис. 2.** Диаграмма минерального состава псаммитов раннемелового возраста обрамления Пенжинской губы (классификационные поля диаграммы по В.Д. Шутову [32]). 2а – состава полевых шпатов; 2б – состава обломков пород.

Фигуративные точки песчаных пород: 1–2 – п-ова Елистратова: 1 – мялекасынская свита, 2 – тылакрыльская свита; 3–5 – п-ова Маметчинского: 3 – мялекасынская свита, 4 – тылакрыльская свита, 5 – кармаливаямская свита; 6–8 – поля размещения точек пород: 6 – мялекасынской свиты, 7 – тылакрыльской свиты, 8 – кармаливаямской свиты; 9 – направление эволюции минерального состава.

Таблица 1. Петрографический состав псаммитов обрамления Пенжинской губы (ранний мел, п-ов Елистратова, п-ов Маметчинский ).

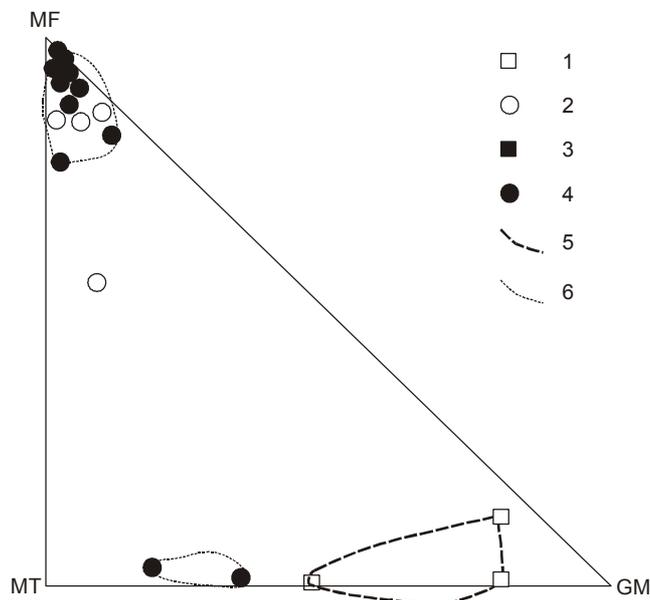
	№ обр.	кварц	Полевые шпаты							Обломки пород						сумма
			плаг.кисл.	плаг.осн.	К.п.ш.	микрокл.	к.п.ш.	санидин	несдв. пол.шп.	Осад. и метаморф.	Гранитоиды и гнейсы	Андезиты и базальты	Трахиты	Уль-траосн.	Неопред. сред. сост.	
Мялекасынская свита, п-ов Елистратова	2506/2	34	10				5	33	6	13			29	3	133	
	2506/4	20	3				16	28	17	6			28		118	
	2506/5	17	6				11	24	9	6			25		98	
	2509/1*	32	4				5	8	45	4			25		123	
Тылакрьльская свита, п-ов Елистратова	2517/3*	2		7		6		1	11	73		16		7	123	
	2510*	5	2				4	7	14	35		3			70	
	2510/5	2	1				6	2	14	8		8	8		49	
	2516/2*	3					6	7	25	35		11	2	8	97	
	2516/10						6		52	56		10			124	
	2514/8	2		28		3	3		11	90					137	
	2514/13	2		10			7			68	10				97	
2514/9	7		17		12			5	43	2		8		94		
Мялекасынская свита, п-ов Маметчинский	911/4	18	2	1			12	7	24	11			6		81	
Тылакрьльская свита, п-ов Маметчинский	912/1			38	4				6	60					108	
	912/4			14	6				4	61					85	
	912/7			20		10			6	80					116	
	912/15	4		11	8				14	43	9				89	
	913/2														0	
	913/8														0	
	840/2	8		15	5		1	7	14	59					109	
	840/4			17			3			26					46	
	840/7	5		13			7		6	83					114	
	840/12	1	6	10	2		1		3	84					107	
	840/14	22		40			5	7	4	19					97	
	848/5	8		33			2	1	23	39					106	
	848/9	9		10			7		19	22					67	
	849/14*			16					14	26					56	
	849/22*	8		6	21				18	63					116	
906/7			24	46					57					127		
907/7	1		4	38				14	35	21				113		
Кармаливаямская свита, п-ов Маметчинский	914/2			11		2			1	56	59				129	
	914/5			2		4			2	68	20				96	

Примечание. \* В составе псаммитов присутствуют обломки серпентинизированных пород. П-ов Елистратова: разрезы, описанные в бухте Горных Кузнецов: 2506–2509 – мялекасынская свита, 2517, 2510, 2516 – нижняя часть тылакрьльской свиты, 2511, 2512, 2514 – верхняя часть тылакрьльской свиты. П-ов Маметчинский: разрезы мялекасынской свиты – 911 – южнее м. Мамет; тылакрьльской свиты: 840 – м. Водопадный, 906, 907 – южный склон г. Мамет, нижняя часть тылакрьльской свиты, 848, 849 – побережье п-ова Мамет, к югу от м. Мамет, 911–913 побережье п-ова Мамет, к югу от м. Мамет, 914 – разрезы кармаливаямской свиты, побережье п-ова Мамет, к югу от м. Мамет.



**Рис. 3.** Генетические типы кварца из псаммитов нижнемеловых отложений обрамления Пенжинской губы (определены по методике И.М.Симановича [20]).

1 – кварц метаморфогенных пород, 2 – кварц древних гранитоидов, 3 – кварц молодых гранитоидов, 4 – кварц жильный, 5 – кварц вулканогенный. П-ов Елистратова: мялекасынская свита – обр.2506/4, 2509/1; тылакрьльская свита – обр. 2510, 2514/8. П-ов Маметчинский: мялекасынская свита – обр. 911/4; тылакрьльская свита – обр. 840/14, 913/1.



**Рис. 4.** Диаграмма состава тяжелой фракции из псаммитов раннемелового возраста обрамления Пенжинской губы (классификационная диаграмма В.П. Нечаева, А.П. Деркачева [17], с изменениями – из подсчетов исключены данные о содержании роговой обманки).

В вершинах диаграммы: MF – минералы-индикаторы магматических комплексов (оливин, пироксены), MT – минералы-индикаторы метаморфических комплексов (эпидот, гранат, периклаз, корунд, хлоритонд), GM – минералы-индикаторы гранитно-метаморфических комплексов (циркон, монацит, турмалин, ставролит, апатит).

1–2 – данные по п-ову Елистратова: 1 – мялекасынская свита, 2 – тылакрьльская свита; 3–4 – данные по п-ову Маметчинскому: 3 – мялекасынская свита, 4 – тылакрьльская свита; 5 – поле данных мялекасынской свиты; 6 – поле данных тылакрьльской свиты.

ны турмалин, пироксен-авгит, сфен, измененный биотит. Тяжелая фракция (рис. 4, табл. 2) в породах берриас-валанжинского возраста представлена преимущественно минералами гранитно-метаморфического комплекса – цирконом, турмалином, апатитом (более 70 %), в подчиненном количестве присутствуют гранат, минералы группы эпидот-цоизита (до 25 %).

Минеральный состав песчаных пород тылакрьльской свиты **готеривского** возраста по классификации В.Д. Шутова относится к собственно грауваккам и полевошпатовым грауваккам, хотя, вероятно, подобный тип песчаников следует называть вулканограувакками. Содержание кварца в этих породах не превышает 5–6 %, полевых шпатов – изменяется

**Таблица 2. Минеральный состав (в %) тяжелой фракции из псаммитов раннемеловых отложений обрамления Пенжинской губы (мялекасынская и тылакрыльская свиты), п-ов Елистратова, бухта Горных Кузнецов.**

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
№ обр.	2506/3	2509/1	2511	2514/13	2514/9	2517/4	2516/10
гранат	19,7	9,6	5,7	7,94	11,1	0	0,44
эпидот-цоизит							
амфиболы	0	3,8			11,1	18,52	
пироксен мон.		5,8	68,6	47,32	24,4	64,8	65,8
пироксен ромб.							
оливин			зн.			зн.	
циркон	22,7	13,5	5,7	1,59	4,44	3,7	5,7
турмалин	18,2	3,8				1,85	
сфен							
апатит	16,7	19,2	5,7				
магнетит				7,94	6,7		4,8
ильменит				0,18	0,2		
хромит				11,1	11,1	7,41	4,39
пирит-марказит	22,7	42,3	14,28	20,69	28,9		18,9
лейкоксен		1,92					
слюда						2,2	1,85
количество зерен	189	155	180	250	185	126	171

*Примечание.* Побережье Пенжинской губы, п-ов Елистратова, бухта Горных Кузнецов: 1, 2 – мялекасынская свита, 3–7 – тылакрыльская свита.

от 3 до 30 %, обломков пород – от 60 до 96 %. Цемент поровый, соприкосновения, хлорит-сметкитовый, местами базальный цеолитовый, реже карбонатный, почти всегда коррозионный. Снизу вверх по разрезу выявлено снижение роли метаморфогенного и гранитоидного кварца и увеличение содержания кварца вулканогенного (от 16 до 45 %, рис. 3). В составе полевых шпатов наблюдается появление санидина в средней части разреза, представленного практически не окатанными и мало измененными зернами. Из других типов полевых шпатов встречается несдвойникованный калиевый полевой шпат и в меньшем количестве зерна со слабо выраженными микропертитовыми вростками. Отмечаются плагиоклазы, которые представлены олигоклазом, олигоклаз-андезином, андезином (№ 32–42). Содержание плагиоклазов более основного состава увеличивается в верхней части разреза.

Как уже было отмечено выше, в составе псаммитов преобладают обломки пород, типы которых очень информативны при палеогеографических реконструкциях. Анализ состава обломков пород и их эволюция во времени позволяют выделить три типа песчаников среди осадочных отложений готеривского возраста, развитых на полуострове Елистратова. Каждый тип песчаников накапливался в единый период осадконакопления:

(1) песчаники, накопившиеся в период активного размыва пород серпентинитового меланжа (обр.2510; 2517/3, табл. 1). В их составе установлены обломки серпентинитов, обломки базальтов, андезибазальтов, ультраосновных пород (габбро, пироксенитов), мелкозернистых силицитов, а также некоторое количество гранитов, гранодиоритов, риолитов, аплитов, часто подвергшихся эпидотизации до дезинтеграции. Обломки полуокатаны, редко окатаны, чаще угловатые.

(2) песчаники, накопившиеся в период образования туфов – в составе пород преобладают лито- и витрокластические туфы андезитов, андезибазальтов с различными структурами. Обломки угловатые и со сглаженными краями, часто деформированы в результате вдавливания одних зерен в другие, встречаются обломки рогульчатой и дугообразной формы, характерные для пепловых частиц (обр. 2511, 2512).

(3) песчаники, накопившиеся в период размыва туфовой толщи андезитового и андезибазальтового состава. В псаммитах верхней части готеривского комплекса андезитовые и андезибазальтовые обломки пород сменяются трахитовыми, при этом в незначительном количестве (до 10–12 %) присутствуют обломки среднего-кислого состава (возможно, гранофилов). Обломки неокатанные, остроугольные, иногда с чуть сглаженными краями (обр.2514, 2516).

Помимо главных породообразующих компонентов, в достаточно большом количестве (до 15–20 %) встречены зерна пироксенов (авгит, реже диопсид, эгирин-авгит), амфиболов (преимущественно роговая обманка, количество которой в некоторых участках разреза достигает 25% по подсчетам в шлифе и 10–15 % от состава тяжелой фракции), единичные зерна оливина.

В составе тяжелой фракции пород **готеривско-го** возраста преобладает пироксен (от 50 до 80 %, табл. 2), присутствует оливин (до 5–10 %), в незначительном количестве – минералы гранитно-метаморфического комплекса – гранат, циркон, турмалин (в сумме до 10 %).

*П-ов Маметчинский.* Минеральный состав **берриас-валанжинских** псаммитов по классификации Шутова относится к полевошпат-кварцевым грауваккам (рис. 2) с содержанием главных породообразующих компонентов: кварца – 25 %, полевых шпатов – 20 %, обломков пород – 55 % (табл. 1). Преобладают генетические типы кварца метаморфических пород и древних гранитоидов, остальные типы отмечаются в подчиненном количестве (рис. 3). Среди полевых шпатов преобладает несдвойникованный калиевый полевой шпат (вероятно, ортоклаз), а содержание кислых и средних плагиоклазов невысоко (рис. 2а). В составе обломочной части преобладают обломки гранитоидных и метаморфизованных осадочных пород, встречены обломки андезитов и обломки мелкозернистых силицитов, в незначительном количестве присутствуют обломки измененных серпентинитизированных пород и неопределимые породы среднего состава. Состав тяжелой фракции разнообразен (табл. 3, рис. 4), но преобладают метаморфические минералы (эпидот-цоизит, гранат, циркон, сфен и амфиболы).

Минеральный состав **готерив-барремских** псаммитов занимает поле собственно граувакк и полевошпатовых граувакк (по классификации В.Д. Шутова), но, как и подобные породы п-ова Елистратова, они могут быть названы вулканограувакками. Содержание кварца не велико и не превышает 10% (в двух случаях содержание кварца достигает 13 и 22 %), содержание полевых шпатов изменяется по разрезу от 10 до 60 %, обломков пород – от 30–35 % до 85 %. Среди типов кварца по сравнению с нижележащими отложениями увеличивается роль кварца вулканогенного (рис. 3). Из полевых шпатов наиболее распространенными являются плагиоклазы, часто зональные – олигоклаз-андезин (№ 25–32–42), а в некоторых случаях (разрез южнее м. Мамет) встречается и лабрадор. В средней части разреза готерив-

барремских отложений появляется санидин. В шлифах, кроме указанных минералов, отмечено значительное количество роговой обманки (до 30 %), пироксенов, единичные зерна слабо измененного оливина. По составу обломков пород, так же как и в нижнемеловых отложениях, расположенных на п-ове Елистратова, прослеживается три периода формирования готеривских отложений: (1) период размыва комплекса вулканогенных пород. В кластической части псаммитов содержатся обломки андезитов, базальтов, а также гранитов, плагиогранитов, альбитофинов, иногда катаклазированных. Кроме того, встречается незначительное количество серпентинитизированных обломков (наиболее широко осадочные серпентиниты развиты в районе мыса Валижген [18, 20, 24]) и обломков ультраосновных пород. Обломки плохо окатанные, часто угловатые с чуть сглаженными краями (обр.849/14, 849/22, 848/5, 912/1, 912/4, 912/7, табл. 1). (2) период накопления туфов андезитового и андезибазальтового состава, при этом в составе псаммитовых пород присутствует незначительное количество обломков гранитоидных пород. Туфы витро- и литокластические, часто присутствуют обломки с рогульчатой и дугообразной формой. Обломки угловатые, не окатанные (обр.840/2, 840/4, 840/7, 906/7, 912/15, 848/5, 848/9). (3) период размыва, помимо андезитов и андезибазальтов, трахитоидных пород. При этом в составе псаммитов присутствует некоторое количество пород кислого состава – гранитов, гранитоидов, а также кремнистых и метаморфизованных осадочных. Обломки угловатые и полуокатанные (обр.913/8, 840/12, 840/14, 907/7).

Состав тяжелой фракции очень однообразен и представлен, в основном, моноклинным пироксеном, ильменитом и магнетитом в разных соотношениях (табл. 3), встречается хромит, амфиболы, ромбический пироксен, отмечается невысокое содержание оливина, циркона, эпидот-цоизита (не более 1, реже 5 %), в отдельных случаях содержание роговой обманки от 5–12 % (м. Водопадный, побережье м. Мамет) достигает почти 55 % (разрез южного склона г. Мамет).

В составе обломков пород кармаливаямской свиты (**баррем**), помимо андезибазальтов, широкое развитие приобретают трахиты, количество которых достигает 20–30 % от состава обломков пород (обр.914/2, 914/5).

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПСАММИТОВ

Сравнение химического состава псаммитов мялекасынской, тылакрьельской и кармаливаямской

Таблица 3. Минеральный состав (в %) тяжелой фракции псаммитов из раннемеловых отложений обрамления Пенжинской губы (мялекасынская, тылакрьльская и кармаливаямская свиты), п-ов Маметчинский.

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ обр.	2057	840/2	840/4	840/7	840/11	840/18	840/23	848/6	848/9	849/1	849/8	849/14
гранат	6,9			зн.	зн.	зн.		0,67	зн.		0,8	зн.
эпидот-цоизит	40				зн.	зн.		2,2	1,04	1,15	3,2	0,32
корунд												
амфиболы	3,2										0,4	1,9
пирокс. монокл.	0,9							77,1	56,47	72,02	53,38	63,63
пирокс. ромбич.	0,5				зн.			0,5	1,04	2,31	1,6	4,14
оливин					зн.		зн.			1,92		
циркон	0,9			зн.	зн.			0,16	0,35		1,2	
турмалин												
сфен	0,9											
апатит	1,4				зн.			0,5	0,35		0,4	
магнетит	6,9								1	18,75	19,5	28,1
ильменит	9,3							14,9	10,48	зн.	11,27	0,64
хромит	2,3						зн.	3,1	0,68		0,8	0,32
пирит-марказит	20,5							3,7	28,24	3,85	4,43	0,96
лейкоксен								0,8	0,35			
слюда	0,5											
количество зерен	215	282	285	264	228	261	271	287	284	211	200	226

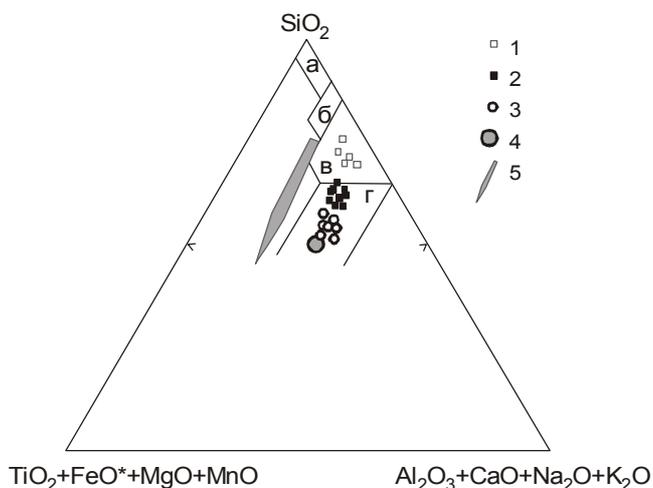
№ п/п	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
№ обр.	849/22	906/6	906/10	907/1	907/8	912/4	912/8	912/19	914/1	914/3	914/8
гранат	0,17				0,53			0,43			
эпидот-цоизит	5,5	1,38			зн.	зн.		2,56			
корунд											
амфиболы	1,4	82,56	20	6,07	1,6	1,15	0,27	зн.	1,84	0,5	0,43
пирокс. монокл.	74	зн.	50,6	85	70,36	55,22	23,94	32	90,14	17	83,38
Пирокс. ромбич.	0,88	зн.		1,01	3,2	1,73		0,43	зн.	0,73	
оливин											
циркон			0,5		зн.			0,43		0,25	
турмалин					зн.						
сфен					зн.						
апатит		0,69	4,3					0,86	зн.	0,5	
магнетит	12,3	8,5	2	2,86	20,58	39,6	74,45	14,65	7,1	56,66	13,14
ильменит	1	4,13	6,2	3,54	зн.	2	1,34	46,52	зн.	19,7	зн.
хромит	1,2	2,06	1,8		0,53	зн.	зн.	0,43	зн.	0,98	зн.
пирит-марказит	2,6		8,7			0,29		1,7			3,04
лейкоксен											
слюда		0,69	5,6								
количество зерен	188	133	157	192	149	210	190	200	360	406	200

Примечание. Побережье Пенжинской губы, п-ов Маметчинский: 1 – мялекасынская свита – разрез к югу от г. Мамет; 2–20 – тылакрьльская свита: 2–7 – разрез у м. Водопадный; 8, 9 – разрез побережья п-ова Мамет, к югу от м. Мамет, нижняя пачка тылакрьльской свиты; 10–13 – разрез побережья п-ова Мамет, к югу от м. Мамет, вторая пачка; 14–17 – низы тылакрьльской свиты разреза южного склона г. Мамет; 18–20 – разрез побережья п-ова Мамет; 21–23 – кармаливаямская свита – разрез побережья п-ова Мамет, продолжение тылакрьльской свиты.

свит указывает на его изменение в процессе эволюции. Изначально относительно высокое содержание  $\text{SiO}_2$  (табл. 4 – 61,3 % – в породах мялекасынской свиты) к концу раннего мела существенно снижается (до 55,9 % в тылакрьльской и 51,7 % в кармаливаямской). Одновременно наблюдается повышение содержания таких оксидов, как  $\text{CaO}$  (от 4,6 % в мялекасынской, 5,04 % в тылакрьльской до 8,8 % в кармаливаямской) и  $\text{MgO}$  (1,78 % в мялекасынской, 3,07 % в тылакрьльской, и 4,3 % в кармаливаямской). На диаграмме петрохимической классификации, построенной по соотношению главных оксидов [9], (рис. 5) в песчаных породах нижнего мела эта тенденция нагляднее: отмечается снижение содержания  $\text{SiO}_2$  от берриаса до апта с соответственным увеличением фемического компонента. Снижение коэффициента  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  предполагает уменьшение “зрелости” пород в течение раннего мела, а часто используемый при интерпретации источников питания коэффициент  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ , равен 0,3–0,46, что подтверждает островодужный характер источников для нижнемеловых отложений.

Вероятно, состав граувакковых песчаников не должен отличаться от химического состава пород об-

ластей сноса из-за их незрелости и быстрого захоронения. Поэтому вероятно, что породы, петрохимически схожие с этими базальтами, или же они сами и являлись источниками питания для Пенжинского раннемелового осадочного бассейна. Для сравнения в таблице 4 приведены средние данные химического состава нижнемеловых базальтов Удско-Мургалской дуги (на п-ове Елистратова) [16]. Химический состав граувакк нижнего мела Пенжинской губы от среднего состава базальтов отличается пониженным содержанием оксидов титана, кальция и магния, что связано, очевидно, с разрушением основных плагиоклазов в исходных породах и удалением из них калия, который формирует новообразованные минералы – слюдистые, хлориты, смешанослойные. В то же время, в кластических породах по сравнению с предполагаемыми породами источника не отмечается повышения коэффициента  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ , (табл. 4, 0,22 в базальтах и 0,23, 0,3, 0,2 соответственно в мялекасынской, тылакрьльской и кармаливаямской свитах). Это свидетельствует о том, что накопление глинистого вещества в кластических породах незна-



**Рис. 5.** Диаграмма петрохимической классификации для отложений раннемелового возраста обрамления Пенжинской губы (классификационная диаграмма А.Г. Коссовской, М.И. Тучковой, [9]).

Поля диаграммы: а – кварцевые породы, б – олигомиктовые породы, в – полимиктовые породы, г – вулканомиктовые породы. 1 – мялекасынская свита, берриас-валанжин, [3]; 2 – тылакрьльская свита, готерив (оригинальные данные К.А. Крылова, В.Н. Григорьева); 3 – кармаливаямская свита, баррем-альб (оригинальные данные К.А. Крылова, В.Н. Григорьева); 4 – базальт п-ова Елистратова, бухта Горных Кузнецов, берриас-валанжин [16]; 5 – эволюция химического состава псаммитов в отложениях нижнего мела.

**Таблица 4.** Химический состав псаммитов обрамления Пенжинской губы (ранний мел).

	1	2	3	4	5
$\text{SiO}_2$	61,3	55,99	51,7	66,7	50,68
$\text{TiO}_2$	1	0,78	1,02	0,6	1,25
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16,9	15,67	16,7	13,5	15,01
$\text{Fe}_2\text{O}_3^*$	6,85	7,93	8,99	5,1	8,81
$\text{MnO}$	0,14	0,15	0,18	0,1	0,13
$\text{CaO}$	4,6	5,04	8,8	2,5	8,08
$\text{MgO}$	1,78	3,07	4,3	2,1	6,41
$\text{Na}_2\text{O}$	2,98	3,26	2,6	2,9	2,57
$\text{K}_2\text{O}$	1,02	1,5	0,8	2	0,88
$\text{H}_2\text{O}$		2,2		2,4	5,86
$\text{CO}_2$				0,6	
$\text{C}$				1,2	
$\text{P}_2\text{O}_5$				0,1	0,36
п.п.п.	3,3	5,12		0,6	
Сумма	99,87	100,71	100	100,4	100,04
$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	0,34	0,46	0,31	0,69	0,34
$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$	0,23	0,3	0,2	0,36	0,22
$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	3,63	3,57	3,1	4,9	3,38

*Примечание.* 1 – состав песчаных пород мялекасынской свиты, среднее из 6 анализов [3, табл. 9], 2 – состав пород тылакрьльской свиты, среднее из 15 анализов, оригинальные данные К.А. Крылова и В.Н. Григорьева, 3 – состав пород кармаливаямской свиты, среднее из 11 анализов [3, табл. 9], 4 – состав граувакк (Pettijohn, 1963), 5 – состав базальтов ( $\text{K}_1$  ml) п-ова Елистратова, бухта Горных Кузнецов, среднее из 2 анализов [16].

чительно. Отметим, что химический состав средней граувакки, по Петтиджону, отличается достаточно сильно от представленных пород, так как в формировании осадков обрамления Пенжинской губы ведущую роль играли размываемые свежие вулканогенные образования основного и среднего состава, прежде всего базальты и андезибазальты, а в составе средней граувакки учитывался весь спектр пород предполагаемых источников сноса.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ общей геологической ситуации, минерального и петрохимического составов псаммитовых пород позволяет сделать ряд предположений о раннемеловой палеогеографии и геодинамическом развитии изученной территории. Накопление терригенных и вулканотерригенных толщ на изученной территории в раннем мелу происходило в преддуговом бассейне. Поступление кластического материала в бассейн осадконакопления осуществлялось из источников сноса, расположенных в относительной близости.

Накопление отложений **берриас-валанжинского** возраста происходило поблизости от резких уступов склона, на континентальном склоне пассивной континентальной окраины или на преддуговом склоне желоба. О размыве островодужного материала свидетельствует некоторое количество слабоизмененных обломков пород основного-среднего состава в составе песчаников. О том, что берриас-валанжинские отложения формировались вблизи от уступов склона в относительно глубоководных условиях, свидетельствуют следующие признаки: наличие олистостромовых комплексов или их фрагментов, присутствие русловых отложений подводного конуса выноса (п-ов Елистратова) и проксимальных частей конуса выноса (п-ов Маметчинский), а местами отложений контуритов (п-ов Маметчинский, р. Веселая). В составе песчаных пород отмечаются гомогенизированные фрагменты различной степени уплотненного ила (матрикса), который является одним из признаков потоковых отложений; присутствует макрофауна плохой сохранности, подвергшаяся переносу из мелководной в относительное глубоководную зону (устное сообщение С.В. Паракецова).

Накопление отложений **готерив-баррем-аптского** возраста предполагается за счет другого источника сноса – вулканической дуги – и также на преддуговом склоне желоба, в глубоководных условиях. Об этом свидетельствует присутствие туфов, реже туффитов достаточно большой мощности в средней части разреза готерива, а также вулканогенных турбидитов с градиционной слоистостью.

Возможно, осадконакопление в раннемеловом бассейне происходило в условиях нормальной солёности, на прилегающей суше речные системы были слабо развитыми и поставляли незначительное количество пресной воды, так как макрофауна – бужии, иноцерамы, белемниты и аммониты – распространена практически у края континента [7, 8].

Об относительной близости источника сноса и недалеко переносе осадочного материала в составе псаммитов свидетельствуют: плохо окатанные обломки гранитоидов, с сохранением сростков кварц-полевой шпат-плагиоклаз, иногда даже гломеропорфировых (для берриас-валанжинина); остроугольные или плохо окатанные обломки вулканогенных пород с сохранением порфировых выделений цветных минералов (для готерива); наличие в составе песчаных пород высокого содержания таких нестойких при переносе минералов, как оливин, санидин, основные плагиоклазы (типа андезина-лабрадора), пироксены (моноклинные и ромбические), роговая обманка. Об этом также свидетельствует и высокое содержание малоустойчивых серпентинизированных обломков в составе песчаных пород на границе мялекасынской и тылакрьльской свит, причем сохранность их такова, что определение исходной породы в большинстве случаев не составляет труда. Присутствие в разрезе п-ова Елистратова высокого содержания хорошо сохранившихся обломков серпентинитов и меньшее количество плохо сохранившихся – на п-ове Маметчинский, возможно, предполагает размыв серпентинитовых массивов в локальных участках бассейна. Об этом также свидетельствует появление «осадочных серпентинитов» в разрезе нижнемеловых отложений п-ова Валижген [24]. Но необходимы дополнительные исследования этого вопроса, который не является предметом настоящей статьи.

Таким образом, идентичность минерального состава нижнемеловых осадочных и вулканогенно-осадочных пород, распространенных на п-овах Елистратова и Маметчинском, как в целом, так и по отдельным компонентам, позволяет предположить общие для них источники сноса в течение раннего мела.

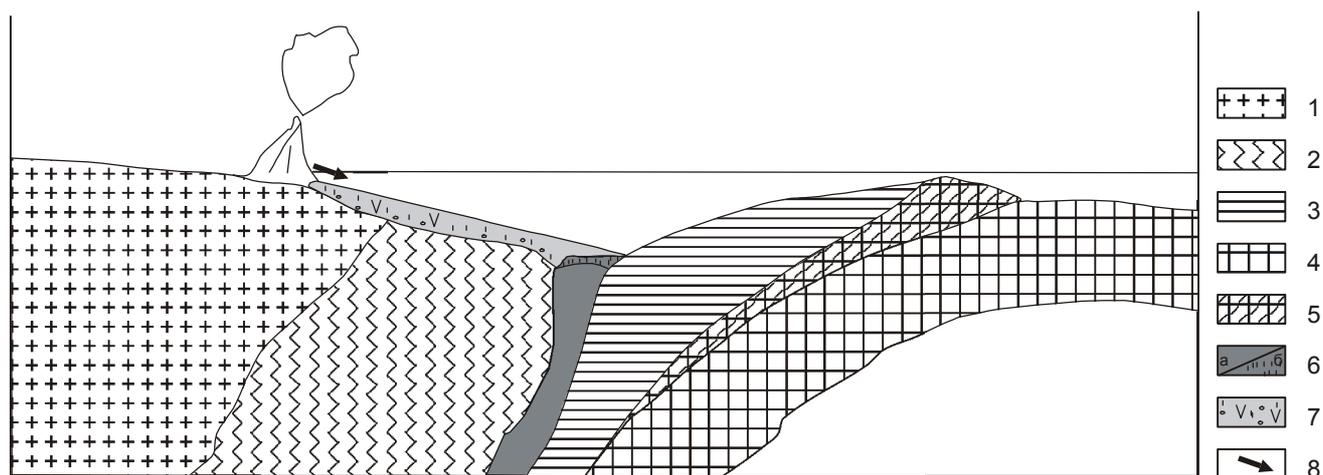
В **берриас-валанжинское** время осуществлялся размыв гранитно-метаморфических комплексов, возможно, зрелой континентальной окраины – в песчаниках преобладают гранит-гранодиоритовые обломки и циркон-эпидотовый состав тяжелой фракции. Реконструируемое направление поступления осадочного материала указывает на то, что источник гранит-гранодиоритового материала находился к западу и/или северо-западу от изученной территории в современных географических координатах.

В **готерив-баррем-аптское** время осадконакопление характеризуется усилением роли вулканического источника – интенсивно размывались породы вулканической дуги, и в составе псаммитов преобладают обломки андезитов, андезибазальтов, базальтов, трахитов. В то же время, встречаются обломки гранитоидных пород, но в незначительном количестве (до 5%), уменьшающемся к концу готерива, что предполагает продолжающееся поступление незначительного количества осадочного материала зрелой континентальной окраины. Высокое процентное содержание магнетита и ильменита (до 40 и 5–17–24% соответственно), хромита (до 10–50%) от состава тяжелой фракции и серпентинизированных обломков пород в отдельных частях бассейна (относительно свежих обломков – 65–85% от поверхности шлифа, разрез 2510 на п-ове Елистратова; разрез м. Водопадный – 5–8% измененных обломков, п-ов Маметчинский) указывает на локальный размыв пород офиолитового комплекса. Иными словами, в локальных участках сохраняется влияние внутренних поднятий на осадконакопление в бассейне, но внутри бассейна осуществляется вдольструктурный переувлажнение подводными течениями, определяющий гомогенизацию осадочного материала.

Геодинамическая эволюция раннемелового осадочного бассейна Пенжинской губы обусловлена медленной и косой субдукцией плиты Изагаги, двигавшейся в северо-западном направлении [7, 8, 15, 22]. Как было доказано ранее, разновозрастные

нижнемеловые образования, развитые севернее, в бассейне р. Таловки, интерпретируются как образования аккреционной призмы [24] (рис. 6). В **берриас-валанжине** скорость движения (правильнее – скорость конвергенции) плиты Изагаги по отношению к континентальной окраине была незначительной и не сопровождалась интенсивным вулканизмом – осадконакопление в морском бассейне происходило в основном за счет размыва зрелой континентальной окраины. Поступление осадка в бассейн осуществлялось с помощью автокинетических потоков, преимущественно сиалический состав кластитов которых одинаков в песчаниках нижнего мела на п-ове Елистратова и п-ове Маметчинском. Начавшееся в **готериве** и продолжавшееся в **барреме-апте** существенное изменение в осадконакоплении проявилось в приближении источников осадочного материала к бассейну, в усилении островодужного вулканизма, интенсивном размыве вулкаников и накоплении мощных толщ вулканомиктовых турбидитов. При этом влияние островодужных серий на осадконакопление в бассейне было подавляющим, с накоплением граувакковых песчаников одинакового, андезибазальтового состава.

В то же время, в составе осадочных компонентов установлено закономерное изменение, обусловленное сменой характера синхронного вулканизма: к середине готерива андезибазальтовый вулканизм сменяется щелочным, и уже в баррем-аптское время в составе кластитов доминируют обломки трахитов и санидина.



**Рис. 6.** Схема осадконакопления в Пенжинском преддуговом прогибе для раннемелового времени (составил С.Д. Соколов [24], с дополнениями).

1 – континентальная кора; 2 – Харитонинский и Ганычаланский террейны; 3 – Упупкинский террейн; 4 – плита Изагаги; 5 – образования аккреционной призмы; 6 – серпентинитовый диапир (а) с локальными участками его размыва (б); 7 – терригенные и вулканокластические образования преддугового бассейна; 8 – направление поступления кластического материала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены основные рубежи осадконакопления в развитии осадочного бассейна преддугового типа в неокомское время, среди них выделяются: берриас-валанжинский и готерив-баррем-аптский. В начале последнего произошло резкое усиление островодужной вулканической активности по всей континентальной окраине Евразии. Это нашло отражение как в составе минерально-петрографических ассоциаций, так и в смене генетических типов отложений.

2. В доготеривский период терригенное осадконакопление контролировалось различными питающими провинциями, среди которых выделены блоки со зрелой континентальной корой и внутрибассейновые поднятия. Внутрибассейновые поднятия давали "экзотический" материал, резко отличающийся по своему составу, что нашло отражение в обогащении терригенных пород хромшпинелидами и серпентинитами.

Таким образом, минералого-петрографические исследования позволяют, в совокупности с другими данными, с большой достоверностью устанавливать палеогеографию исследуемого района, эволюцию островной дуги и характеризовать геодинамическое развитие региона в целом.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 99-05-65649, и конкурса экспертизы молодых ученых РАН "Структурные связи между Палеопацификой и Южно-Ануйским океаническим палеобассейном в позднем палеозое-мезозое". Особую благодарность авторы выражают С.Д. Соколову и Д.И. Кудрявцеву, которые внесли много ценных и полезных замечаний в процессе подготовки статьи к печати. Также хотелось бы выразить признательность за консультации В.И. Муравьеву и И.М. Симановичу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авдейко Г.П. Нижнемеловые отложения севера Тихоокеанского кольца. М.: Наука, 1968. 178 с.
2. Алексеев Э.С. Кузольский серпентинитовый меланж и строение Таловско-Майнской зоны // Геотектоника. 1981. № 1. С. 105–120.
3. Геосинклинальный литогенез на границе континент-океан. М.: Наука, 1987. 176 с.
4. Григорьев В.Н., Крылов К.А., Пральникова И.Е. О кингивеевской свите // Тихоокеан. геология. 1992. № 1. С. 89–95.
5. Григорьев В.Н., Соколов С.Д., Крылов К.А., Голозубов В.В., Пральникова И.Е. Геодинамическая типизация триасо-юрских эффузивно-кремнистых комплексов Кузольского террейна (Корякское нагорье) // Геотектоника. 1995. № 3. С. 59–69.
6. Иванов В.В., Похиалайнен В.П. Меловые отложения южной части Пенжинского прогиба в связи с проблемой нефтегазоносности // Проблемы нефтегазоносности Северо-Востока СССР. Магадан, 1973. С. 70–107. (Тр.СВКНИИ; Вып. 49).
7. Кириллова Г.Л. Корреляция геологических и биологических событий в меловых бассейнах Юго-Восточной Азии // Тихоокеан. геология. 1996. Т. 15, №3. С. 38–49.
8. Кириллова Г.Л. Корреляция меловых событий на востоке России с глобальными событиями // Тихоокеан. геология. 1997. Т. 16, № 6. С. 3–20.
9. Коссовская А.Г., Тучкова М.И. К петрохимической классификации песчаных пород // Литология и полез. ископаемые. 1988. № 2. С. 8–24.
10. Малиновский А.И. Геохимия и минералогия песчаников молассовой формации Олюторского прогиба (Восточная Камчатка) // Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 128–142.
11. Малиновский А.И. Песчаники Олюторского прогиба Восточной Камчатки как показатель тектонической обстановки осадконакопления // Геосинклинальные осадочно-вулканогенные формации современного Дальнего Востока. Владивосток, ДВО АН СССР, 1987. С. 110–129.
12. Малиновский А.И., Тихонова В.И., Трушкова Н.В., О двух типах источников сноса при формировании Олюторского прогиба Восточной Камчатки // Тихоокеан. геология. 1989. № 3. С. 82–88.
13. Малиновский А.И. Псефиты молассы Олюторского прогиба Восточной Камчатки // Литогенез и рудообразование в древних и современных морских бассейнах Дальнего Востока. Владивосток, 1990. С. 55–89.
14. Маркевич П.В., Малиновский А.И., Михайлик Е.В. и др. Терригенные породы // Тихоокеанская окраина Азии. Геология. М.: Наука, 1989. С. 106–132.
15. Натальин Б.А., Фор М., Геодинамика восточных окраин Азии в мезозое // Тихоокеан. геология. 1991. № 6. С. 3–25.
16. Некрасова Ю.С., Гундобин В.М., Рассадин Б.Ф., Котова Р.Р., Стефанович Е.Н., Климов В.Н., Корольков А.С., Козлов А.В. Отчет по геологической съемке масштаба 1:200 000, 1981–1984 гг. М., 1984 г.
17. Нечаев В.П., Деркачев А.П. Особенности осадконакопления // Тихоокеанская окраина Азии. Геология. М.: Наука, 1989. С. 50–66.
18. Парфенов Л.М., Натапов А.М., Соколов С.Д. и др. Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии // Геотектоника. 1993. № 1. С. 68–78.
19. Похиалайнен В.П. Сравнительная характеристика некоторых разнофациальных разрезов неокома Анадырско-Корякской складчатой области // Тр. СВКНИИ ДВНЦ. Магадан, 1970. Вып. 37. С. 11–139.
20. Симанович И.М. Кварц песчаных пород, М.: Наука, 1972. 155 с.
21. Соколов С.Д. Аккреционная тектоника Корякско-Чукотского сегмента Тихоокеанского пояса, М.: Наука, 1992. 182 с.
22. Соколов С.Д., Пейве А.А., Крылов К.А., Григорьев В.Н.,

- Батанова В.Г., Голозубов В.В., Лучицкая М.В., Алексутин М.В. Элементы вещественной и структурной упорядоченности в серпентинитовом меланже // Геотектоника. 1996. № 1. С. 3–16.
23. Соколов С.Д., Крылов К.А., Григорьев В.Н. Структурированные серпентинитовые меланжи. Тектоника Азии: программа и тез. совещ. М.: Геос, 1997. С. 207–209.
24. Соколов С.Д., Лагабриель И., Жерар Ж.-К., Базылев Б.А. Положение ультраосновных пород в разрезе горы Длинной (Пенжинский район, Северо-Восток России) и их тектоническая интерпретация // Бюл.МОИП, отд.геол. 2000. Т. 75, вып. 6. С. 50–55.
25. Тучкова М.И., К.А.Крылов, Григорьев В.Н., Маркевич П.В. Вопросы седиментации в раннемеловом преддуговом бассейне — Айынский террейн (Пенжинская губа, Северная Камчатка) // Геология и тектоника платформ и орогенных областей Северо-Востока Азии: Материалы совещ. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1999. Т. 1. С. 127–130.
26. Филатова Н.И. Периокеанические вулканогенные пояса. М.: Недра, 1988. 262 с.
27. Ханчук А.И., Григорьев В.Н., Голозубов В.В., Говоров Г.И., Крылов К.А., Курносков В.Б., Чудаев О.В. Кулюльский офиолитовый террейн / (Ред. Соколов С.Д., Ханчук А.И.) Владивосток: ДВГИ ДВО АН СССР, 1990. 108 с.
28. Чамов Н.П. Вещественный состав мел-палеогеновых вулканогенно-осадочных пород Говенско-Карагинского блока (юг Корякского нагорья) // Литология и полез. ископаемые. 1996. № 4. С. 393–405.
29. Чехов А.Д. Тектоника Таловско-Пекульнейской зоны // Очерки тектоники Корякского нагорья. М., 1982. С. 70–106.
30. Шапиро М.Н., Хотин М.Ю. Верхнемеловые кварц-полевошпатовые песчаники Восточной Камчатки // Литология и полез. ископаемые. 1973. № 5. С. 64–74.
31. Шапиро М.Н., Маркевич П.В., Гречин В.И., Константиновская Е.А. Верхнемеловые и нижнепалеоценовые песчаники Камчатки: состав и проблема источников // Литология и полез. ископаемые. 1992. № 6. С. 94–106.
32. Шутов В.Д. Классификация терригенных пород и граувакк // Граувакки. М.: Наука, 1972. С. 9–24.
33. Harbert W., Krylov K., Sokolov S., Grigoriev V.N., Alexutin M. // Tectonic and paleomagnetism of the Mametchinsky peninsula, Penzhinskaya Guba, Northern Russia: Abstract 6th Zonenshain conference on plate tectonics Moscow, February 17-20, 1998 & EUROPROBE workshop on Uralides, Programme & Abstracts. P. 175–176.
34. Khudoley A.K., Sokolov S.D. Structural evolution of the northeastern Asian continental margin: an example from the western Koryak fold and thrust belt (northeast Russia) // Geol. Mag. 1998. V. 35, N 3. P. 311–330.
35. Nechaev V.P. W.C. Isphording Heavy-mineral assemblages of continental margins as indicators of plate-tectonic environments // Journ. of Sedim. Petrol. V.63, N 6. 1993. P. 1110–1117.

Поступила в редакцию 16 июля 2001 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

***M.I. Tuchkova, K.A. Krylov, V.N. Grigoryev, P.V. Markevich***

### **Features of the Early Cretaceous terrigenous sedimentation in the Penzhina pre-arc basin**

The composition of mineral and heavy fraction assemblages of Penzhina Bay clastic rocks is characterized on the basis of 64 analyses. It is established that the mineral compositions of sandstones from the Early Cretaceous terrigenous deposits of the Yelistratov and Mametchinskiy Peninsulas are similar. We define two Early Cretaceous sandstone assemblages: 1) Berriassian-Valanginian sandstones formed by scour of granite metamorphic rock complexes of the western mature continental margin, 2) Hauterivian sandstones formed by scour of island arc volcanic rocks. Hauterivian sandstone assemblages include three different types characterizing changes of island arc volcanism.