

Корреляция палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина по двустворчатым моллюскам

А.И. Кафанов

Институт биологии моря ДВО РАН, Владивосток, 690041, Россия

С помощью методов кластерного анализа классифицированы палеогеновые и неогеновые отложения Сахалина по составу фауны двустворчатых моллюсков. Выделено 11 ценозон: 1 – ныне живущие виды; 2 - *Fortipecten takahashii* - *Yoldia* (*Cnesterium*) *kuluntumensis*; 3 - *Acila* (*Truncacila*) *marujamensis* - *Lucinoma acutilineata*; 4 - *Mya cuneiformis* - *Acila* (*Truncacila*) *gottschei*; 5 - *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*; 6 - *Megayoldia* (*Hataiyoldia*) *tokunagai* - *Neilonella* (*Borissia*) *sakhalinensis*; 7 - *Periploma* (*Aelga*) *besshuensis* - *Yoldia* (*Yoldia*) *kovatschensis*; 8 - *Papyridea* (*Profulvia*) *harrimani* - *Ciliatocardium asagatense*; 9 - *Megayoldia* (*Portlandella*) *watasei* - *Yoldia* (*Nampiella*) *takaradaiensis*; 10 - *Nuculana* (*Saccella*) *gabbii* - *Corbula* (*Cuneocorbula*) *formosa*; 11 - *Lucina washingtonensis* - *Nuculana* (*Saccella*) *alaformis*. С привлечением данных по распространению других стратиграфически важных групп организмов (диатомы, фораминиферы, спорово-пыльцевые комплексы) и радиометрических определений показано, что палеоген-неогеновая граница проходит по основанию ценозоны *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*, соответствующей основаниям верхней части (верхнего подгоризонта) невелиского горизонта на южном Сахалине, кулувенской свиты на западной Камчатке и уйнинского горизонта северного Сахалина. Нижняя часть невелиского горизонта, судя по распространению *Bivalvia*, должна быть отнесена к верхнему олигоцену.

Correlation of paleogene and neogene deposits of Sakhalin by bivalve mollusks

Alexander I. Kafanov

Institute of Marine Biology, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690041, Russia

With the help of cluster analysis Paleogene and Neogene deposits of Sakhalin are categorized by bivalve molluscs associations. 11 cenozones are discharged: 1 - extant species; 2 - *Fortipecten takahashii* - *Yoldia* (*Cnesterium*) *kuluntumensis*; 3 - *Acila* (*Truncacila*) *marujamensis* - *Lucinoma acutilineata*; 4 - *Mya cuneiformis* - *Acila* (*Truncacila*) *gottschei*; 5 - *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*; 6 - *Megayoldia* (*Hataiyoldia*) *tokunagai* - *Neilonella* (*Borissia*) *sakhalinensis*; 7 - *Periploma* (*Aelga*) *besshuensis* - *Yoldia* (*Yoldia*) *kovatschensis*; 8 - *Papyridea* (*Profulvia*) *harrimani* - *Ciliatocardium asagatense*; 9 - *Megayoldia* (*Portlandella*) *watasei* - *Yoldia* (*Nampiella*) *takaradaiensis*; 10 - *Nuculana* (*Saccella*) *gabbii* - *Corbula* (*Cuneocorbula*) *formosa*; 11 - *Lucina washingtonensis* - *Nuculana* (*Saccella*) *alaformis*. With engaging of the data on diatoms, foraminifers, spore-and-pollen complexes and also radiometric definitions it is established that Paleogene/Neogene boundary passes on the base of cenozone *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*, conforming to the bases of upper part (upper sub-Horizon) of Nevelisk Horizon in South Sakhalin, of Kuluven Suite in Western Kamchatka and Uynin Horizon in North Sakhalin. Lower part of Nevelisk Horizon, by *Bivalvia* distribution, should be referred to the upper Oligocene.

До широкого внедрения микропалеонтологических методов в практику биостратиграфических исследований моллюски, преимущественно двустворчатые, являлись основной группой для расчленения и корреляции кайнозойских морских отложений российского Дальнего Востока. Л.В.Криштофович [1960, 1961, 1964] на примере Сахалина обосновала выделение по моллюскам ярусов для палеоген-неогеновых отложений Дальнего Востока. Эти представления в последующем стали широко использоваться в кайнозойской стратиграфии Сахалина [Криштофович, Ильина, 1954; Евсеев, 1956; Жидкова, 1961а,б, 1962, 1985; Жидкова, Кузина, 1961; Кузина, 1961; Жидкова и др., 1969; Савицкий и др., 1974, 1976; Жидкова, Пронина, 1978; Региональная стратиграфическая схема..., 1978; Биостратиграфическое расчленение..., 1981; Калишевич и др., 1981; Khudik, Ablayev, 1991; Опорный разрез..., 1992; Kafanov, Savizky, 1995; Amano et al., 1996; Баринков, Гладенков, 1998; Кафанов, Савицкий, 1998; Экосистемы..., 1999; Худик, Аmano, 1999; и др.], а также для сопоставления кайнозойских подразделений всей северной Пацифики [например, Armentrout et al., 1984].

К сожалению, реальная биостратиграфическая значимость моллюсковых ярусов Л.В.Криштофович оставалась проблематичной. Множество указанных для Дальнего Востока видов было известно лишь из рукописных ведомственных отчетов и из закрытых изданий, поэтому оперирование списками видов, не подтвержденных последующими исследователями, а также представлявших синонимы и *nomina nuda*, было лишено сколь-нибудь надежной фактологической основы. Достаточно сказать, что опубликованная в 1956 г. одна из основных сводок по кайнозойским моллюскам Сахалина [Евсеев, 1956], опубликованная под грифом "Совершенно секретно" и содержащая описания многих новых для науки видов, была рассекречена лишь в 1992 г. При скудности монографических описаний отдельных групп, в опубликованных сводках по палеоген-неогеновым моллюскам Сахалина [Жидкова и др., 1969; Опорный разрез..., 1992; Экосистемы..., 1999] данные о распространении видов приведены без каких-либо ссылок, а синонимия в подавляющем большинстве случаев носит сугубо формальный характер. Описания двустворчатых моллюсков ряда свит (нанивской, тенгинской), фигурирующих в последней унифицированной стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина и Курильских островов [Решения..., 1998], в литературе вообще отсутствуют.

Иными словами, обоснование стратиграфических подразделений по моллюскам в значительной степени было лишено основных признаков любого научного исследования – сопоставимости и воспроизводимости результатов, что ограничивает множественность рабочих гипотез и при-

водит к необоснованному превращению одной из них в самодавлеющую «ведущую теорию» [Chamberlin, 1897]. Оставалось невозможным разделить, с одной стороны, обоснованность получаемых выводов фактическим материалом, с другой - интуицию и личные предпочтения или целевые установки авторов. Так, даже в последней унифицированной стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина и Курильских островов [Решения..., 1998] в качестве 49 «характерных» видов моллюсков в том числе указаны: приведенные в открытой номенклатуре *Acila (Truncacila) sp.*, *Yoldia (Cnesterium) sp.*, *Leionucula ex gr. tenuis*, *Crassatella sp.*, *Spisula sp.*, *Yoldia ex gr. nabiliana*, *Yoldia (Nampiella) sp.*, *Leionucula sp.*, *Viviparus sp.* и *Unio sp.*, *Spisula voyi* – несомненный синоним *Mactromeris polynyma* (Stimpson, 1860), *Corbicula adamensis* – несомненный синоним *Corbicula lautenschlaegeri* Zhidkova in Zhidkova et al., 1968, а также никогда и никем не описанная (!) *Ostrea ezoense*. Понятно, что указанные виды не могут ничего «характеризовать», и это в свою очередь вызывает определенные сомнения в отношении таксономического и стратиграфического статуса остальных «характерных» видов. Подобные примеры более чем многочисленны. Мы не приводим их здесь лишь из-за ограниченности объема статьи, хотя понятно, что они кардинальным образом влияют на определение степени адекватности, достоверности и категоричности получаемых выводов и стратиграфических схем. Вместе с тем мы искренне убеждены в том, что если имеются в виду подлинно научные данные, то их теоретический синтез предполагает объединение объективных результатов исследования, но отнюдь не воззрений или мнений, не точек зрения или концепций ученых, тем более претендующих на монопольное положение в науке.

Мной совместно с японскими и американскими коллегами – специалистами в области таксономии и геохронологии кайнозойских *Bivalvia* [Kafanov, Amano, 1996a, 1997; Kafanov et al., 1999a, 2000, 2001] предпринята ревизия всех видов кайнозойских дальневосточных двустворчатых моллюсков, описания и/или изображения которых были приведены в опубликованных российских, японских и американских работах. В большинстве случаев таксономическое положение видов было подтверждено или уточнено переисследованием типовых материалов, хранящихся в крупнейших палеонтологических и зоологических хранилищах России, Японии и США. Таким образом удалось получить «ваучерный», согласованный исследователями разных стран и документированный опубликованными работами, список кайнозойских двустворчатых моллюсков Дальнего Востока. Этот список и послужил основой для новой версии корреляции палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина по двустворчатым моллюскам. Разумеет-

ся, я не претендую на пересмотр всех результатов, полученных к настоящему времени российскими и японскими геологами. Предпринятая попытка более скромна: я попытался подтвердить эти результаты независимо, основываясь на документированных в литературе данных о стратиграфическом распространении отдельных видов, и использовать эти данные для обоснования кайнозойских ярусов северной Пацифики по двустворчатым моллюскам.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Значительный эндемизм региональных дальневосточных малакофаун и потенциальная возможность их сопоставления с кайнозойскими малакофаунами тихоокеанского побережья Северной Америки, принадлежащими иной биогеографической подобласти [Кафанов, 1991], заставили использовать для анализа комплексные зоны, или ценозоны (*assemblage zone*, *cenozone*) [International stratigraphic guide..., 1994], которые преимущественно именовали по видам, широко распространенным в пределах всей северной Пацифики. Для выделения ценозон использовали кластерный анализ, который в любом случае дает более устойчивые решения, нежели сопоставления по отдельным «зональным» видам, имеющим на Дальнем Востоке преимущественно лишь узкорегиональное значение.

Для кластеризации использовали списки только валидных видов для каждой из 81 фаунистически охарактеризованных [Kafanov et al., 1999a, 2000, 2001] кайнозойских свит Сахалина (См. приложение к наст. статье). Поскольку в некоторых случаях сравниваются свиты разного фациального типа, в последующем свиты объединяли в горизонты, понимаемые здесь в смысле, принимаемом Ю.Б.Гладенковым [Гладенков, 1988; Gladenkov, 1990]. Объем и стратиграфическую последовательность горизонтов рассматривали в общепринятом смысле [Постановление..., 1977; Стратиграфический словарь..., 1982; Решения..., 1982], сопоставляя их с горизонтами (региоярусами) унифицированной стратиграфической схемы палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина [Решения..., 1998; Гладенков, 2001].

Видовые списки кластеризовали с помощью алгоритма Дж.Уорда [Ward, 1963], который от всех других отличается тем, что использует дисперсионный анализ для оценки расстояния между кластерами, минимизируя внутриклассовый разброс объектов. Поскольку кластеризуемые списки различаются присутствием или отсутствием вида *i* в той или иной свите (*x_i*, *y_i*), в качестве дистанции рассчитывали «процентное несоответствие» («percent disagreement») между свитами - $(x_i \neq y_i)/i$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Некоторые методические проблемы. Большинство валидных видов и подвидов кайнозойских дальневосточных *Bivalvia* встречается в пределах только одной свиты (рис. 1). Распределение числа видов (подвидов) $P(n)$ по n свитам удовлетворительно описывается частотной моделью распределения Парето – Ципфа – Манделброта $P(n) = C/n^z$ со следующими значениями

параметров: $C = 920,4 \pm 45,9$; $z = 1,788 \pm 0,041$; $C = \sum_{n=1}^{\infty} P(n)$. Остаточная

дисперсия модели составляет 0,25 % от эмпирического распределения, что свидетельствует о достаточно надежном уровне аппроксимации. В целом эти данные подтверждают представления Г. Ципфа [Zipf, 1949] о распределении числа видов по величинам их ареалов. Эти же результаты свидетельствуют о значительном видовом эндемизме региональных кайнозойских малакофаун и подтверждают предпочтительность использования ценозон при корреляции. Однако тот факт, что около 50 % видов встречается в пределах только одной свиты при значительной доле ныне живущих и вымерших видов значительного геохронологического распространения, создает известные трудности при интерпретации результатов исследования. Поэтому рассмотрение кластеров ограничено 5 %-ным уровнем сходства.

Кластеризация видовых списков. По указанным выше причинам дендрограмма сходства свит по видовому составу *Bivalvia* (рис. 2) выглядит в значительной мере «смазанной» с большим правым «хвостом» свит, характеризующихся низким видовым богатством. Тем не менее четко выделяется три группы кластеров (*a*, *b*, *c*), позволяющих синхронизировать те или иные стратиграфические горизонты. Группу кластеров *a* образуют свиты, содержащие значительное число ныне живущих видов и по этому признаку могущих быть отнесенными к неогену. Напротив, группа кластеров *b* сформирована палеогеновыми свитами или свитами, располагающимися близ палеоген-неогеновой границы; ныне живущие виды в этих свитах, как правило, отсутствуют. Наконец, группе кластеров *c* соответствуют свиты, отличающиеся низким видовым богатством или представленные преимущественно эндемичными формами.

Среди группы кластеров *a* четко выделяется кластер *a1*, объединяющий верхнеудйскую и аусинскую свиты, представляющие соответственно нижнюю и верхнюю части углегорского горизонта южного Сахалина. Общими вымершими видами являются: *Dosinia* (*Kaneharaia*) *ausiensis*, *Glycymeris* (*G.*) *chitanii*, *Mactromeris ausiensis*, *Mizuhopecten subyessoensis*, *Modiolus ausiensis*, *Mya* (*Mya*) *cuneiformis*, *Periploma* (*Aelga*) *besshoensis*,

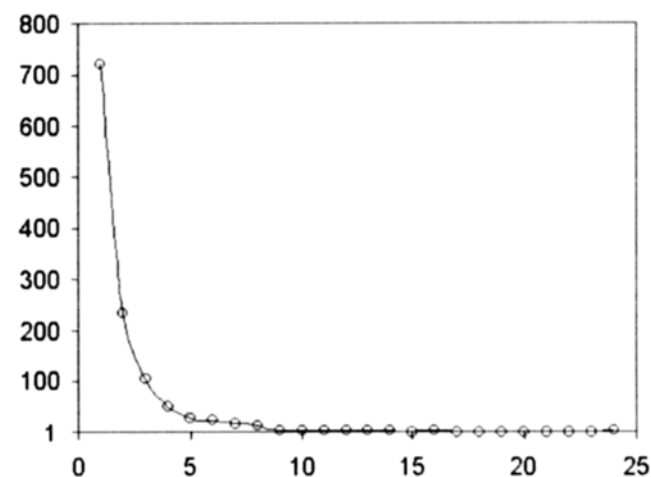


Рис. 1. Распределение видового богатства палеогеновых и неогеновых двустворчатых моллюсков российского Дальнего Востока по числу свит, в которых они обнаружены.

По оси абсцисс – число свит в которых обнаружено то или иное число видов *Bivalvia*; по оси ординат – число видов.

Fig. 1. Distribution of number of species and subspecies of the Russian Far East *Bivalvia* (ordinate) within the bounds of various number of geological formations (abscissa).

Securella yizukai and *Yoldia* (*Y.*) *makarovi*. По К-Аг-данным возраст кровли чеховской свиты определяется в 16,9 млн л. [Okamura, 1994]. Аусинская свита Макаровского района по диатомеям [Опорный разрез..., 1992] сопоставляется с зоной *Denticulopsis lauta* И.Коидзуми [Koizumi, 1985]. К.Аmano с соавторами [Amano et al., 1996] по моллюскам определяют возраст аусинской свиты как ранний средний миоцен. Поэтому нет сомнений в отнесении углегорского горизонта, а также верхней и средней частей дагинского горизонта к среднему миоцену (лангию) (в смысле: W. A. Berggren et al. [1995]).

Кластер *a2* объединяет среднюю часть нutowской свиты, помырскую свиту и верхнюю подсвиту маруямской свиты (кластер *a3*), нutowскую свиту, ее верхнюю часть и пачку 3 маруямской свиты (кластер *a4*). Общими вымершими видами являются *Acila* (*Trunacila*) *marujamensis*, а для помырской и нutowской свит также *Chlamys* (*Chlamys*) *cosibensis*, *Ch.* (*Leochlamys*) *tanassevichi* и *Fortipecten takahashii*. Поэтому пачки 3 и 4 маруямской свиты могут быть сопоставлены с помырским горизонтом северного



Сахалина. Двустворчатые моллюски, объединяющие кластер *a2*, могут быть отнесены к ценозоне *Fortipecten takahashii* - *Yoldia* (*Cnesterium*) *kuluntunensis* и сопоставлены с диатомовой зоной *Denticulopsis seminae* - *D. kamtschatica* [Опорный разрез..., 1992], соответствующей плиоцену.

Невельская свита занимает двойственное положение между ценозонами *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis* и *Megayoldia* (*Hataiyoldia*) *tokunagai* - *Neilonella* (*Borissia*) *sakhalinensis*. С одной стороны, по составу фауны *Bivalvia* она близка венгерийской и маямрафской свитам (кластер *a6*), включаемым в нутовский горизонт, с другой (нижняя часть свиты, ветвь *b3*) - к палеогеновым мачигарской и гастелловской свитам (кластер *b4*). Видовые списки двустворчатых моллюсков нижней и верхней подсвит невелиской свиты значительно различаются (см. таблицу). По составу фауны *Bivalvia* верхняя часть невелиского горизонта может быть сопоставлена с нижней частью дагинского горизонта и уйнинским горизонтом северного Сахалина. По фораминиферам холмская и нижняя часть невелиской свиты включают *Pseudoelphidiella subcarinata*, средняя часть невелиской свиты - *Cyclamina obesa*, верхняя часть - *Cyclamina pilvoensis* и *Gyroidina orbicularis* [Опорный разрез..., 1992]. Таким образом, верхняя часть невелиского горизонта, вероятно, принадлежит к нижнему миоцену, нижняя - к верхнему олигоцену.

Кластер *a7* объединяет пачки 1 и 2 маруямской свиты, уранайскую и курасийскую свиты. Общими вымершими видами являются *Mya* (*M.*) *cuneiformis* и *Yoldia* (*Y.*) *chojensis*, а для двух последних свит также *Laevicardium taracaicum*. По составу *Bivalvia* кластер *a7* в целом соответствует ценозоне *Acila* (*Truncacila*) *marujamensis* - *Lucinoma acutilineata* и синхронизирует окобыкайский горизонт северного Сахалина с курасийским горизонтом южного Сахалина (с общим вымершим *Nuculana tatarica*) и нутовский горизонт северного Сахалина с нижней частью маруямского горизонта южного Сахалина. По диатомеям курасийская свита и пачки 1, 2 маруямской свиты соответствуют зонам *Denticulopsis hustedtii* и *Denticulopsis hustedtii* - *D. lauta* [Опорный разрез..., 1992]. К-Аг-возраст долеритов, залегающих между верхнеудейской и курасийской свитами у г. Углегорск, составляет 9,2 млн л. [Okamura, 1994]. Анализ распределения диатомей маруямской свиты в районах Макаровска и Долинска показывает

Рис. 2. Дендрограмма сходства палеогеновых и неогеновых свит Сахалина по видовому составу двустворчатых моллюсков.

По оси абсцисс - цифровые обозначения свит, поименованных в Приложении.

Fig. 2. Similarity dendrogram of Sakhalin suites by species composition of *Bivalvia*. Numerical notation of suites is given in Appendix.

Морские моллюски невеличской свиты на южном Сахалине
Marine molluscs of the Neveliskaya Suite in south Sakhalin

Таблица

Вид	Подсвиты	
	Нижняя	Верхняя
<i>Acharax johnsoni</i> (Dall, 1891)		
<i>Acila (Acila) gettysburgensis</i> (Reagan, 1909)		
<i>Acila (Acila) kholmskensis</i> L. Krishtofovich, 1964	+	
<i>Acila (Acila) vengeriana</i> L. Krishtofovich, 1964		
<i>Acila (Truncacila) galinae</i> Slodkewitsch, 1967		+
<i>Calypptogena chitanii</i> (Kanehara, 1937)		+
<i>Cardiomya kavranensis</i> (Slodkewitsch, 1938)		
<i>Cardiomya tigilensis</i> (Slodkewitsch, 1938)		+
<i>Conchocele bisecta</i> (Conrad, 1849)		+
<i>Cyclocardia tokunagai</i> (Yokoyama, 1924)	+	
<i>Cyclocardia yakatagensis</i> (Clark, 1932)		+
<i>Diplodonta confusa</i> Nagao, 1928	+	
<i>Felaniella sertunayensis</i> (Slodkewitsch, 1938)		+
<i>Liocyma nauroensis</i> L. Krishtofovich, [1957]		+
<i>Lucinoma acutilineata</i> (Conrad, 1849)		+
<i>Lucinoma otukai</i> Hatai et Nisiyama, 1949		+
<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)		
<i>Macoma kirinskayae</i> L. Krishtofovich, [1957]		
<i>Macoma osakaensis</i> L. Krishtofovich, [1957]		+
<i>Macoma sejugata</i> (Yokoyama, 1924)		+
<i>Mactromeris nagakoensis</i> (Hatai et Nisiyama, 1949)		+
<i>Malletia kitaensis</i> L. Krishtofovich, [1957]	+	
<i>Malletia longa</i> L. Krishtofovich, [1957]	+	
<i>Malletia makarovi</i> Popova in Arkhipova et al., [1994]*		
<i>Malletia sachalinica</i> Popova in Arkhipova et al., [1994]		
<i>Megayoldia (Hataiyoldia) tokunagai</i> (Yokoyama, 1925)		
<i>Megayoldia (Portlandella) watasei</i> (Kanehara, 1937)		
<i>Megayoldia (s.l.) gratioia</i> (Yokoyama, 1923)		
<i>Mya (Mya) cuneiformis</i> (Bohm, 1916)		
<i>Mya (Mya) uzenensis</i> Nomura et Zinbo, 1937		
<i>Mytilus (Mytilus) miocenium</i> L. Krishtofovich, 1964		+
<i>Mytilus (Tumidimytilus) tichanovichi</i> Makiyama, 1934		+
<i>Neilonella (Borissia) alferovi</i> (Slodkewitsch, 1938)	+	
<i>Nuculana (Crassolella) crassatelloides</i> L. Krishtofovich, [1957]	+	
<i>Nuculana (s.l.) praerobai</i> L. Krishtofovich, 1964	+	
<i>Nuttallia minoensis</i> (Yokoyama, 1926)		+
<i>Pandora (Pandorella) wajampolkensis</i> Slodkewitsch, 1938		+
<i>Periploma kariboensis</i> L. Krishtofovich, [1957]		+
<i>Periploma (Aelga) djakovi</i> (Ilyina, 1963)		+
<i>Periploma (Aelga) moneronica</i> Zhidkova, 1980		
<i>Spineilo (Multidentata) multidentata</i> (Khomenko, 1937)		

Вид	Подсвиты	
	Нижняя	Верхняя
<i>Yoldia (Yoldia) tschekhovii</i> L. Krishtofovich, 1964		+
<i>Macoma cf. simizuensis</i> L. Krishtofovich, [1957]		
<i>Mactromeris cf. addicotti</i> (Kanno, 1971)		+
<i>Malletia cf. inermis</i> (Yokoyama, 1925)		
<i>Malletia cf. korsakovi</i> L. Krishtofovich, 1964		
<i>Mya cf. majanatschensis</i> Ilyina in Jijtschenko, [1959]		+
<i>Panopea cf. ramonensis</i> Clark, 1925	+	
<i>Periploma (Aelga) cf. yokoyamai</i> Makiyama, 1934		+
<i>Yoldia (Nampiella) cf. laudabilis</i> Yokoyama, 1924		+

* Номинальный вид. Виды, для которых точное стратиграфическое распространение не известно, не обозначены крестиком.

временной интервал от около 14 до 3,5 млн л. или, возможно, меньше, благодаря чему констатируется среднемиоценовый возраст курасийской свиты у Макарова [Akiba et al., 2000]. В то же время видовой состав двустворчатых моллюсков курасийской свиты весьма близок к таковому субтропической фауны сагара (Sagara) в Японии [Tsuchi, 1997], сопоставляемой с планктонной фораминиферовой зоной N16 [Berggren et al., 1995]. Поэтому, по крайней мере, верхняя часть ценозоны *Acila (Truncacila) marujamensis* - *Lucinoma acutilineata* может быть отнесена к верхнему миоцену (тортону), чему в общем не противоречат данные по распространению диатомей и радиометрические определения [см. также: Гладенков, 2001].

Борская свита (ветвь *a5*) по составу двустворчатых моллюсков соответствует ценозоне *Mytilus (Tumidimytilus) tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*. По диатомеям она сопоставляется с нижнемиоценовыми уйинским и дагинским горизонтами и оценивается палеомагнитным возрастом по шкале У. Берггрена с соавторами [Berggren et al., 1995] в 23,8-16,4 млн л. [Gladenkov et al., 2000].

Кластер *a8* объединяет сертунайскую и александровскую свиты западного побережья острова. По составу *Bivalvia* они отчетливо характеризуют ценозону *Mya cuneiformis* - *Acila (Truncacila) gottschei* и соответствуют углероскому горизонту южного Сахалина.

Группа кластеров *b* включает свиты, относимые к холмскому, мачигарскому, аракайскому, лесогорскому и шебунинскому горизонтам. Они характеризуются широким распространением *Acila (A.) gettysburgensis* при практически полном отсутствии ныне живущих видов.

Среди группы кластеров *b* отчетливо выделяется ветвь *b1*, соответствующая холмской свите. По присутствию, кроме *Acila (A.) gettysburgensis*, также *Delectopecten peckhami*, *Macoma simizuensis* и *Spineilo*

(*Multidentata*) *multidentata* холмский горизонт южного Сахалина сопоставляется с даехурийским горизонтом северного Сахалина и соответствует ценозоне *Megayoldia* (*Hataiyoldia*) *tokunagai* - *Neilonella* (*Borissia*) *sakhalinensis*. К-Аг-датировки верхних слоев андезито-базальтов хойнджинской свиты, верхняя часть которой включается в даехурийский горизонт, дают $17,6 \pm 0,9$ млн. л. [Худик, Амано, 1999]. В соответствии с этими определениями холмский и даехурийский горизонты должны быть отнесены к нижнему миоцену (в смысле W.A. Berggren et al., [1995]), хотя по составу *Bivalvia* они явно тяготеют к низележащим горизонтам. Олигоценый возраст холмского горизонта довольно подробно обоснован на основании распространения *Nuculanoidea* [Kafanov, Savizky, 1995; Кафанов, Савицкий, 1998]. Это же отчетливо выявляется здесь при анализе распространения других групп *Bivalvia*.

Кластер *b2* объединяет нижнюю подсвиту мачигарской свиты, а также верхнюю и нижнюю подсвиты гастелловской свиты. Имеется значительное число общих вымерших видов: *Chlamys* (*Ch.*) *gackhense*, *Ciliatocardium asagaiense*, *C. schmidtii*, *Conchocele smekhovii*, *Delectopecten peckhami*, *Liocyma furtiva*, *Megacardita matschigarica*, *Megayoldia* (*Portlandella*) *nitida*, *Mya* (*Arenomya*) *grewingki*, *Mytilus* (*M.*) *miocenium*, *Papyridea* (*Profulvia*) *harrimani*, *Periploma* (*Aelga*) *besshoensis*, *Yoldia* (*Sachalinella*) *matschigarica* и *Yoldia* (*Y.*) *caudata*. Такой набор видов характеризует ценозону *Periploma* (*Aelga*) *besshoensis* - *Yoldia* (*Y.*) *kovatschensis* и позволяет коррелировать мачигарский и аракайский горизонты. Верхняя и нижняя подсвиты гастелловской свиты содержат фораминиферы *Reophax tappuenensis*, *Haplophragmoides asagaiensis* и *Budashevella deserta* [Опорный разрез..., 1992]. К-Аг-возраст верхней части аракайской свиты оценивается в 30,6 млн л. [Okamura, 1994], что позволяет отнести ее к нижнему олигоцену. Последнее подтверждается и данными по распространению *Cardiidae* [Kafanov, Amano, 1996b; Kafanov et al., 1999b].

Ветвь *b3* относится к нижней подсвите невелиской свиты. Ее статус обсуждался ранее.

Кластер *b4* объединяет мачигарскую, гастелловскую и тумскую свиты. Их статус рассматривался ранее при обсуждении кластеров *b2* и *b1*. Вместе с тем тумская свита включается в даехурийский горизонт, возраст которого по распределению *Bivalvia* может быть определен как поздний палеоген [Баринов, Гладенков, 1998].

Кластер *b5* объединяет нижнюю и среднюю подсвиты аракайской свиты и такарадайскую свиту, включаемые в лесогорский и шебунинский горизонты. Общие виды представлены *Acila* (*A.*) *gettysburgensis*, *A.(A.) praedivariata*, *A.(A.) osugii*, *Cardiomya interstitialis*, *Delectopecten peckhami*, *Megayoldia* (*Portlandella*) *nitida*, *M.(P.) watasei*, *Nemocardium* (*N.*) *yokoyamai*

и *Nuculana* (*Saccella*) *pseudoscissurata*. Это соответствует ценозоне *Megayoldia* (*Portlandella*) *watasei* - *Yoldia* (*Nampiella*) *takaradaensis*. К-Аг-возраст нижней части аракайской свиты оценивается в 38,6 млн л. [Okamura, 1994], что соответствует эоцену.

В группе кластеров *c* достаточно четко выделяется только ветвь *c1*, отвечающая синегорскому горизонту, представленному исключительно эндемичными видами *Bivalvia*, а также кластер *c2*, объединяющий округловскую свиту о-ва Парамушир, парусную свиту о-ва Итуруп и нижнюю часть окобыкайской свиты на Сахалине. Все остальные кластеры выявляются на крайне низком уровне сходства. По фораминиферам, спорово-пыльцевым комплексам и родовому составу моллюсков синегорский горизонт относится к пограничным мел-палеогеновым отложениям [Калишевич и др., 1981]. Округловская и парусная свиты по составу двустворчатых моллюсков могут быть отнесены к ценозомам *Acila* (*Truncacila*) *marujamensis* - *Lucinoma acutilineata* и *Fortipecten takahashii* - *Yoldia* (*Cnesterium*) *kuluntunensis*, что предварительно позволяет сопоставлять средне-, восточно- и южно-курильский горизонты Курильских островов, относя их к верхнему миоцену-плиоцену. Впрочем, крайне слабая изученность кайнозойской малакофауны Курильских островов пока заставляет отказаться от ее детального анализа.

Недостаток фактического материала не позволяет также высказаться сколь-нибудь определенно о положении краснопольевского и снежинкинского горизонтов. Судя по распространению *Nuculanoidea* [Kafanov, Savizky, 1995; Кафанов, Савицкий, 1998], они могут быть сопоставлены с нижнепалеогеновыми ценозомами *Nuculana* (*Saccella*) *gabbi* - *Corbula* (*Cuneocorbula*) *formosa* и *Lucina washingtonensis* - *Nuculana* (*Saccella*) *alaeformis*.

ОБСУЖДЕНИЕ

В полученной схеме корреляции палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина по двустворчатым моллюскам (рис. 3) наиболее дискуссионным остается вопрос о возрасте холмского и даехурийского горизонтов и о положении палеоген-неогеновой границы. Впрочем, последнее характерно для кайнозоя всей северной Пацифики [Гладенков, 1988]. По составу *Bivalvia* холмский и даехурийский горизонты, а также нижняя часть невелиского горизонта, несомненно, должны быть отнесены к палеогену, что четко иллюстрирует характер распределения неогеновых (группа кластеров *a*) и палеогеновых (группа кластеров *b*) ценозон (рис. 2). Единственное серьезное возражение такому заключению дают радиометрические датиров-

Отдел	Подотдел	Горизонт (регионарус)		Ценозона	Горизонт (регионарус), подгоризонт Унифицированной схемы 1998 г.*
		северный Сахалин	южный Сахалин		
Палеоген		Помырский (67, 55) Нутовский (54)	Помырский (42)	1	Дерюгинский
			Маружамский (39, 40)	2	Помырский
Мiocен	Верхний	Окобыайский (77)	Курабийский (37, 38, 27)	3	Верхненутовский
			Углегорский (3, 69, 7, 81)	4	Нижненутовский
	Средний	Д	Верхний	5	Окобыайский
	Нижний	Нижний (8)	Невельский (47, 48)	6	Дагинский
Олигоцен	Верхний	Двухуринский (10, 75)	Холмский (23, 24)	7	Холмский
	Нижний	Мачигарский (33)	Аракайский (6, 15, 16)	8	Аракайский
Эоцен		Угленосные слои	Лесогорский (5, 17)	9	Шебунинский
			Краснопольевский	10	Краснопольевский
Палеоген			С	11	Снежинкинский
			Верхний		
			Средний		

Рис. 3. Схема корреляции палеогеновых и неогеновых горизонтов Сахалина по двусторонним моллюскам.

*Решения..., 1998. Ценозоны: 1 – ныне живущие виды; 2 - *Fortipecten takahashii* - *Yoldia* (*Cnesterium*) *kuluntunensis*; 3 - *Acila* (*Truncacila*) *marujamensis* - *Lucinoma acutilineata*; 4 - *Mya cuneiformis* - *Acila* (*Truncacila*) *gottschei*; 5 - *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*; 6 - *Megayoldia* (*Hataiyoldia*) *tokunagai* - *Neilonella* (*Borissia*) *sakhalinensis*; 7 - *Periploma* (*Aelga*) *besshoensis* - *Yoldia* (*Yoldia*) *kovatschensis*; 8 - *Papyridea* (*Profulvia*) *harrimani* - *Ciliatocardium asagaiense*; 9 - *Megayoldia* (*Portlandella*) *watasei* - *Yoldia* (*Nampiella*) *takaradaiensis*; 10 - *Nuculana* (*Sacella*) *gabbii* - *Corbula* (*Cuneocorbula*) *formosa*; 11 - *Lucina washingtonensis* - *Nuculana* (*Sacella*) *alaefensis*. Сокращения: Д, С – соответственно дагинский и снежинкинский горизонты. Цифрами в скобках после названий горизонтов северного и южного Сахалина указаны свиты, поименованные в Приложении.

ки верхних слоев андезито-базальтов хойнджинской свиты – $17,6 \pm 0,9$ млн л. [Худик, Аmano, 1999]. В то же время радиометрический возраст эффузивов, располагающихся на границе тумской и мачигарской свит на п-ове Шмидта, оценивается в 40 млн л. [Мишаков, 1981], и Ю.Б.Гладенков с соавторами [Экосистемы..., 1999] размещают их на границе нижнего миоцена и олигоцен-эоцена. Основываясь на распределении моллюсков, К.Б.Баринов и Ю.Б.Гладенков [1998] сопоставляют нижнюю и среднюю части тумской свиты с холмской и низами невельской свиты Макаровского района южного Сахалина и утхолокско-вивентекским горизонтом западной Камчатки, относя их к верхнему олигоцену, а верхнюю часть тумской свиты – с нижнемиоценовыми чеховской свитой и верхней подсвитой борской свиты Сахалина, а также с кулувенской свитой западной Камчатки. Это полностью соответствует нашим данным, и вполне подтверждается унифицированной стратиграфической схемой палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина и Курильских островов [Решения..., 1998, см. также: Гладенков, 2001; Фотьянова и др., 2001], согласно которой палеоген-неогеновая граница соответствует основаниям уйнинского горизонта северного Сахалина и кулувенского горизонта западной Камчатки.

Геннойшинская свита, подстилающая хойнджинскую, по планктонным фораминиферам относится к верхнему олигоцену [Серова, 1985]. К верхнему же олигоцену относится хойнджинская свита на основании распределения моллюсков и листовой флоры [Khudik, Ablaev, 1991; Решения..., 1998]. По динофлагеллятам и спорово-пыльцевым комплексам к олигоцену относится тумская свита [Kurita et al., 2000]. М.Я.Серова [1978], основываясь на распределении фораминифер, проводит палеоген-неогеновую границу в основании холмско-невельского горизонта на Сахалине, кулувенского горизонта на западной Камчатке и по относимой к олигоцену [Иное, 1972] формации кисима на Кюсю. Ю.Б.Гладенков и В.Н.Синельникова [1990], основываясь на моллюсках, диатомеях и палео-

Fig. 3. Molluscan stages and preliminary correlation scheme of Neogene and Paleogene deposits of Sakhalin.

*Resolution..., 1998. Cenozones: 1 - extant species; 2 - *Fortipecten takahashii* - *Yoldia* (*Cnesterium*) *kuluntunensis*; 3 - *Acila* (*Truncacila*) *marujamensis* - *Lucinoma acutilineata*; 4 - *Mya cuneiformis* - *Acila* (*Truncacila*) *gottschei*; 5 - *Mytilus* (*Tumidimytilus*) *tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*; 6 - *Megayoldia* (*Hataiyoldia*) *tokunagai* - *Neilonella* (*Borissia*) *sakhalinensis*; 7 - *Periploma* (*Aelga*) *besshoensis* - *Yoldia* (*Yoldia*) *kovatschensis*; 8 - *Papyridea* (*Profulvia*) *harrimani* - *Ciliatocardium asagaiense*; 9 - *Megayoldia* (*Portlandella*) *watasei* - *Yoldia* (*Nampiella*) *takaradaiensis*; 10 - *Nuculana* (*Sacella*) *gabbii* - *Corbula* (*Cuneocorbula*) *formosa*; 11 - *Lucina washingtonensis* - *Nuculana* (*Sacella*) *alaefensis*. D, C – Dagin and Snezhinkin Horizons respectively. Numerical notation of suites given in Appendix are shown in brackets.

ботанических данных также размещают палеоген-неогеновую границу в основании кулувенской свиты западной Камчатки. Таким образом, комплекс биостратиграфических данных достаточно надежно свидетельствует о том, что палеоген-неогеновая граница в северо-западной Пацифике проходит по основанию ценозоны *Mytilus (Tumidimytilus) tichanovitchi* - *Macoma osakaensis*, соответствующей основаниям верхней части (верхнего подгоризонта) невелинского горизонта на южном Сахалине, кулувенской свиты на западной Камчатке, и уйнинского горизонта северного Сахалина¹. Радиометрические данные В.Д.Худика и К.Аmano [1999], вероятно, требуют иной интерпретации.

Таким образом, наши данные (рис. 3) практически полностью соответствуют последней унифицированной стратиграфической схеме палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина и Курильских островов. Это показывает надежность фактологической основы данных по распространению кайнозойских *Bivalvia* [Kafanov et al., 1999b, 2000, 2001] и возможность их использования при корреляции кайнозойских отложений других районов российского Дальнего Востока, а также для выделения ярусов по *Bivalvia* для кайнозоя всей северной Пацифики. Показанная на основании распределения *Bivalvia* возможность отнесения к верхнему олигоцену нижней части невелинской свиты, естественно, нуждается в подтверждении или, напротив, опровержении иными палеонтологическими и литологическими материалами.

Дальнейший прогресс в кайнозойской биостратиграфии Сахалина и других районов российского Дальнего Востока требует более последовательной привязки границ ценозон, установленных по двустворчатым моллюскам, к зональной шкале по диатомеям [см. Marincovich, 1984; Tsuchi, Shuto, 1984] и другим стратиграфически значимым группам организмов.

БЛАГОДАРНОСТИ

За помощь в получении некоторой труднодоступной литературы и текущие консультации я искренне благодарю проф. К.Огасавару (Prof. Kenshiro Ogasawara, Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan), д-ра К.Аmano (Dr. Kazutaka Amano, Joetsu University of Education, Joetsu, Japan), к.г.-м.н. К.Б.Баринова (Геологический институт РАН, г. Москва) и Л.И.Митрофанову (Информгеоцентр ГП «Востокгеология», г. Южно-Сахалинск). Я крайне признателен также д.г.-м.н. Ю.Б.Гладенкову (Геологический институт РАН, г. Москва) за некоторые критические замечания

¹ К сожалению, описания двустворчатых моллюсков уйнинского горизонта (известны только для нижней части пильской свиты) в литературе очень ограничены.

и указание на ряд литературных источников, вышедших в свет уже после подготовки рукописи этой статьи к печати и усиливших аргументированность наших выводов. Данная работа частично финансировалась программой «Ведущие научные школы России» (№ 00-15-97890).

Литература

- Баринов К.Б., Гладенков Ю.Б. 1998. Расчленение олигоценых и нижнемиоценовых отложений северного Сахалина (по моллюскам) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 6, № 3. С. 74-86.
- Биостратиграфическое расчленение верхнепалеогеновых и неогеновых отложений Шмидтовского разреза (о-в Сахалин) // Кайнозой Дальнего Востока СССР / Жидкова Л.С., Архипова А.Д., Брутман Н.Я., Кузнецова В.Н., Куклина Т.А., Леоненко Л.С., Моисеева А.И., Попова Л.А., Рунева Н.П.; Ред. Л.С. Жидкова. Л.: Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт (ВНИГРИ), 1981. С. 22-34.
- Гладенков Ю.Б. 1988. Стратиграфия морского неогена северной части Тихоокеанского пояса (анализ стратиграфических схем дальневосточных районов СССР, Северной Америки и Японии) // Труды Геологического института АН СССР. Т. 428. С. 1-213.
- Гладенков Ю.Б. 2001. Кайнозой Сахалина – современные стратиграфические схемы и корреляция геологических событий // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 9, № 2. С. 77-91.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н. 1990. Моллюски и климатические оптимумы миоцена Камчатки // Труды Геологического института АН СССР. Т. 453. С. 1-174.
- Евсеев К.П. 1956. Материалы по геологии и стратиграфии Сахалина (Поронайский и Макаровский районы) // Материалы ВСЕГЕИ, новая серия. Вып. 5. Палеонтология и стратиграфия. С. 1-164.
- Жидкова Л.С. 1961а. К вопросу о палеогене восточных районов Сахалина // Материалы Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе 25 мая - 2 июня 1959 г. М.: Гостоптехиздат. С. 120-124.
- Жидкова Л.С. 1961б. Стратиграфия палеогеновых отложений Сахалина // Материалы Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе 25 мая - 2 июня 1959 г. М.: Гостоптехиздат. С. 108-119.
- Жидкова Л.С. 1962. Биостратиграфия верхнетретичных отложений южной части Сахалина // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. Т. 37, № 4. С. 3-27.
- Жидкова Л.С. 1985. Зональные подразделения палеогена западного Сахалина (Чеховский типовый разрез) // Стратиграфия кайнозоя Дальнего Востока. Л.: ВНИГРИ. С. 77-101.
- Жидкова Л.С., Кузина И.Н. 1961. К стратиграфии нижнемиоценовых отложений восточного побережья Сахалина (гастелловская свита) // Труды ВНИГРИ. Вып. 181. С. 5-24.
- Жидкова Л.С., Пронина И.Г. 1978. Корреляция палеогеновых и неогеновых отложений северной части Тихого океана по моллюскам // Кайнозой дальневосточных районов СССР / Ред. Л.С. Жидкова. Л.: ВНИГРИ. С. 42-80.
- Жидкова Л.С., Кузина И.Н., Лаутензилер Ф.Г., Попова Л.А. 1969. Атлас моллюсков верхнего миоцена и плиоцена Сахалина. М.: Наука. 180 с.
- Калинцевич Т.Г., Заклинская Е.Д., Серова М.Я. 1981. Развитие органического мира Тихоокеанского пояса на рубеже мезозоя и кайнозоя. Фораминиферы, моллюски и палинофлора Северо-Западного сектора. М.: Наука. 164 с.

Кафанов А.И. 1991. Двустворчатые моллюски и фаунистическая биогеография северной Пацифики. Владивосток: ДВО АН СССР. 196 с.

Кафанов А.И., Савицкий В.О. 1998. Распределение Nuculanidae (Bivalvia) в палеогеновом разрезе южного Сахалина // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 2. С. 29-53.

Криштофович Л.В. 1960. Обоснование выделения ярусов в третичных отложениях Сахалина // Труды ВНИГРИ. Вып. 154. Палеонтологический сборник 2. С. 84-141.

Криштофович Л.В. 1961. Разделение третичных отложений Дальневосточной провинции на ярусы (на примере Сахалина) // Материалы Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе 25 мая - 2 июня 1959 г. М.: Гостоптехиздат. С. 91-107.

Криштофович Л.В. 1964. Моллюски третичных отложений Сахалина // Труды ВНИГРИ. Вып. 232. С. 1-344.

Криштофович Л.В., Ильина А.П. 1954. Моллюски третичных отложений южного Сахалина // Труды ВНИГРИ, специальная серия, вып. 10. С. 1-328.

Кузина И.Н. 1961. Стратиграфия неогеновых отложений Сахалина // Материалы Совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, состоявшегося в г. Охе 25 мая - 2 июня 1959 г. М.: Гостоптехиздат. С. 209-215.

Мишаков Г.С. 1981. О скорости накопления осадков в Северо-Сахалинском седиментационном бассейне // Новые данные по нефтегазовой геологии Сахалина. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 16-21.

Опорный разрез палеоген-неогеновых отложений юго-восточного Сахалина (Макаровский разрез) / Архипова А.Д., Брутман Н.Я., Жидкова Л.С., Иваньшина Л.П., Кафанов А.И., Коробков А.И., Кузнецова В.Н., Моисеева А.И., Попова Л.А., Пронина И.Г., Ремизовский В.И., Русева Н.П., Савицкий В.О., Сальников Б.А., Уткина А.И., Шанин С.Х., Шмидт О.И. СПб.: Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт, 1992. 358 с.

Постановление по стратиграфическим схемам мела, палеогена и неогена Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов и Корякского нагорья (II Межведомственное стратиграфическое совещание, Петропавловск-Камчатский, 1974) // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 17. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. С. 10-11.

Региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина // Кайнозой дальневосточных районов СССР/ Волошинова Н.А., Брутман Н.Я., Жидкова Л.С., Коблова Л.Н., Кузнецова В.Н., Леоненко Л.С., Мишаков Г.С., Попова Л.А., Сальников Б.А., Шереметьева Г.Н.; Ред. Жидкова Л.С., Л.: Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт, 1978. С. 119-139.

Решения 2-го межведомственного стратиграфического совещания по мелу, палеогену и неогену Корякского нагорья, Камчатки, Командорских островов и Сахалина. Петропавловск-Камчатский: ПГО «Камчатгеология», 1982. 135 с.

Решения Рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России - Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов. Объяснительная записка к стратиграфическим схемам. Рассмотрено и утверждено МСК 28 января 1994 г. М.: ГЕОС, 1998. 147 с.

Савицкий В.О., Сычева О.А., Грохотова Н.М. 1974. Палеонтологическое обоснование стратиграфии палеогеновых отложений южного Сахалина // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сахалина и Курильских островов. Южно-Сахалинск: ДВНЦ АН СССР. С. 20-30.

Савицкий В.О., Маргулис Л.С., Сычева О.А., Грохотова Н.М. 1976. Пограничные слои между мелом и палеогеном на острове Сахалин // Советская геология. № 9. С. 39-51.

Серова М.Я. 1978. Стратиграфия и фораминиферы неогена Камчатки // Труды Геологического института АН СССР. Т. 323. С. 1-176.

Серова М.Я. 1985. Морской олигоцен в опорном разрезе палеогена западного Сахалина // Известия АН СССР. Сер. геол. № 11. С. 86-89.

Стратиграфический словарь СССР. Палеоген. Неоген. Четвертичная система / ред. В.Н. Верещагин. Л.: Недра, 1982. 616 с.

Фотьянова Л.И., Серова М.Я., Гальперсен В.Г., Жаров А.Э., Грохотова Н.М., Тузов В.П. 2001. Опорный разрез палеогеновых отложений полуострова Крыльон (южный Сахалин, р. Китосия) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 9, № 2. С. 58-76.

Худик В.Д., Аmano К. 1999. Новые данные о возрасте хойнджинской и верхнедуйской свит (западный Сахалин) // Тихоокеанская геология. Т. 18, № 3. С. 76-81.

Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (n-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события / Гладенков Ю.Б., Сальников Б.А., Баринков К.Б., Брутман Н.Я., Витухин Д.И., Гречин В.И., Иваньшина Л.П., Маргулис Л.С., Орешкина Т.В., Радченко В.Г., Ступин С.И. М.: ГЕОС, 1999. 132 с.

Akiba F., Hiramatsu C., Tsuy I.B., Ogasawara K., Amano K. 2000. Diatom biostratigraphy and geologic age of the Maruyama and Kurasi Formations, southern Sakhalin, and their correlation to the Neogene of the Tenpoku area, Hokkaido // Journal of Geology. Vol. 109, N 2/969. P. 203-217. (In Japanese).

Amano K., Khudik V.D., Narita K. 1996. An early Middle Miocene warm-water molluscan fauna in southwestern Sakhalin - Molluscs from the Ausinskaya Formation around Novoselovo // Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan. New Series. N 184. P. 651-661.

Armentrout J.M., Chinzei K., Gladenkov Yu.B. 1984. Correlation of North Pacific Neogene molluscan biostratigraphic frameworks // Pacific Neogene datum planes / N. Ikebe and R. Tsuchi (eds.). Tokyo: Tokyo Univ. Press. P. 245-254.

Berggren W.A., Kent D.V., Swisher C.C. III, Aubry M.-P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy // Special Publication of the Society for Sedimentary Geology. N 54. P. 129-212.

Chamberlin T.C. 1897. The method of multiple working hypotheses // Journal of Geology. Vol. 5. P. 155-165 [также: Journal of Geology. 1931. Vol. 39, N 2. P. 164-178].

Gladenkov A.Yu., White L.D., Gladenkov Yu.B., Blueford J.R. 2000. Cenozoic biostratigraphy of the Pogranichnyi Region, Eastern Sakhalin, Russia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Vol. 158, N 1-2. P. 45-64.

Gladenkov Yu.B. 1990. System of the Neogene regional divisions of Kamchatka and Sakhalin: horizons, zones and beds // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Vol. 77, N 3-4. P. 199-201.

Inoue, E. 1972. Lithofacies, fossil assemblages and sedimentary environment of Oligocene Kishima Formation in Karatsu coal-field, northwest Kyushu, Southwest Japan // Report of the Geological Survey of Japan. N 245. P. 1-72. (In Japanese).

International stratigraphic guide: a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. 2nd ed. Trondheim, Norway: International Union of Geological Sciences; Boulder, Colo.: Geological Society of America, 1994. 214 p.

Kafanov A.I., Amano K. 1996a. Japanese contribution to the Cenozoic marine Bivalvia paleontology of Sakhalin and Kurile Islands // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Вып. 1. С. 13-20.

Kafanov A.I., Amano K. 1996b. Status of *Cardium* (*Laevicardium*) *tristriculatum* Yokoyama (Bivalvia, Cardiidae) // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 23. P. 29-33.

Kafanov, A.I., Amano, K. 1997. Check list of Cenozoic marine Bivalvia (Mollusca) of Sakhalin and Kurile Islands described by Japanese paleontologists during 1925-1990 // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 24. P. 11-25.

- Kafanov A.I., Savizky V.O. 1995. Paleogene Nuculanidae (Bivalvia) of South Sakhalin: Composition and distribution // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 22. P. 73-102.
- Kafanov, A.I., Ogasawara, K., Amano, K. 1999a. Check list and bibliography of the Cenozoic marine Bivalvia (Mollusca) of Northeastern Asia (Russian Far East), 1893-1938 // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 26. P. 1-76.
- Kafanov A.I., Barinov K.B., Marincovich L. jr. 1999b. *Papyridea harrimani* Dall, 1904 (Bivalvia, Cardiidae) as a marker for upper Eocene and lower Oligocene strata of the North Pacific // Paleontological Research. Vol. 3, N 3. P. 141-150.
- Kafanov A.I., Ogasawara K., Marincovich L. jr. 2000. Check list and bibliography of the Cenozoic marine Bivalvia (Mollusca) of Northeastern Asia (Russian Far East), 1939-1967 // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 27. P. 13-107.
- Kafanov A.I., Ogasawara K., Marincovich L. jr. 2001. Check list and bibliography of the Cenozoic marine Bivalvia (Mollusca) of Northeastern Asia (Russian Far East), 1968-1999 // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 28. P. 1-138.
- Khudik V.D., Ablayev A. 1991. Oligocene deposits in West Sakhalin and Sikhote-Alin and the problem of Paleogene and Neogene boundary in the region // Bulletin of the Mizunami Fossil Museum. N 18. P. 47-52.
- Koizumi I. 1985. Diatom biochronology for Late Cenozoic Northwest Pacific // The Journal of the Geological Society of Japan. Vol. 91, N 3. P. 195-211.
- Kurita H., Obuse A., Ogasawara K., Hasegawa S., Amano K., Hisada K. 2000. Oligocene and middle Miocene palynostratigraphy (dinoflagellate cysts and pollen) in Sakhalin Island, Far East Russia, and its implications for geochronology and paleoenvironments // Journal of Geography. Vol. 109, N 2/969. P. 187-202. (In Japanese).
- Marincovich L. jr. 1984. Eastern Pacific molluscan bio-events and their relation to Neogene planktonic datum-planes // Pacific Neogene datum planes / N. Ikebe N. and R.Tsuchi (eds.). Tokyo: Tokyo Univ. Press. P. 69-71.
- Okamura S. 1994. Cenozoic volcanism of Sakhalin // Chishitsu News. N 478. P. 49-56. (In Japanese).
- Tsuchi R. 1997. Marine climatic responses to Neogene tectonics of the Pacific Ocean seaways // Tectonophysics. Vol. 281, N 1-2. P. 113-124.
- Tsuchi R., Shuto T. 1984. Western Pacific molluscan bio-events and their relation to Neogene planktonic datum-planes // Pacific Neogene datum planes / Ikebe N., Tsuchi R. (eds.). Tokyo: Tokyo Univ. Press. P. 75-82.
- Ward J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function // Journal of the American Statistical Association. Vol. 58, N 301. P. 236-244.
- Zipf G.K. 1949. Human behavior and the principle of least effort: An introduction to human ecology. Cambridge, Mass.: Addison-Wesley Press, Inc. 573 pp.

Перечень кайнозойских свит Сахалина и Курильских островов, видовые списки которых использованы при кластеризации
List of the Sakhalin and Kurile Islands Cenozoic suites whose species assemblages were used for clustering

1	агневская	42	маруямская, верхняя часть
2	алехинская	43	матитукская
3	александровская	44	матитукская, нижняя часть
4	аракайская	45	маямрафская
5	аракайская, нижняя часть	46	мутновская
6	аракайская, верхняя часть	47	невельская
7	аусинская	48	невельская, верхняя часть
8	борская	49	невельская, нижняя часть
9	чеховская	50	нижнедуйская
10	даехуринская	51	нижнедуйская, верхняя часть
11	дагинская	52	нутовская
12	дагинская, верхняя часть	53	нутовская, нижняя часть
13	эхабинская	54	нутовская, средняя часть
14	гастелловская	55	нутовская, верх. часть
15	гастелловская, нижняя часть	56	оканская
16	гастелловская, верхняя часть	57	окобыкайская
17	геннойшинская	58	окобыкайская, нижняя часть
18	головнинская	59	окобыкайская, средняя часть
19	камуйская	60	окобыкайская, верхняя часть
20	каскадная	61	округловская
21	каскадная, нижняя часть	62	оленья
22	холмская	63	парусная
23	холмская, нижняя часть	64	пильская
24	холмская, верхняя часть	65	пильская, верхняя часть
25	краснопольевская	66	пиленгская
26	краснопольевская, нижняя часть	67	помырская
27	курасийская	68	рыбаковская
28	курасийская, нижняя часть	69	сертунайская
29	куйбышевская	70	шумновская
30	лопуховская	71	синегорский горизонт
31	ловцовская	72	такарадайская
32	луговская	73	такарадайская, нижняя часть
33	мачигарская	74	такарадайская, верхняя часть
34	мачигарская, нижняя часть	75	тумская
35	мачигарская, верхняя часть	76	уанди
36	маруямская	77	уранайская
37	маруямская, пачка I	78	венгерийская
38	маруямская, пачка II	79	венгерийская, нижняя часть
39	маруямская, пачка III	80	венгерийская, верхняя часть
40	маруямская, нижняя часть	81	верхнедуйская
41	маруямская, средняя часть		