

<http://dx.doi.org/10.5800/GT-2014-5-4-0165>

## SEDIMENTS IN THE TERTIARY TANKHOI FIELD, SOUTH BAIKAL BASIN: STRATIGRAPHY, CORRELATION AND STRUCTURAL TRANSFORMATIONS IN THE BAIKAL REGION

S. V. Rasskazov<sup>1,2</sup>, N. A. Lyamina<sup>3</sup>, I. V. Luzina<sup>3</sup>, G. P. Chernyaeva<sup>1</sup>,  
I. S. Chuvashova<sup>1,2</sup>, M. V. Usoltseva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Institute of the Earth's Crust of SB RAS, Irkutsk, Russia*

<sup>2</sup> *Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

<sup>3</sup> *Irkutskgeofizika, Irkutsk, Russia*

<sup>4</sup> *Limnological Institute of SB RAS, Irkutsk, Russia*

**Abstract:** Biostratigraphic and lithofacial studies of sediments in the Tankhoi Tertiary field, which evolution reflects transformations of the terrain in the Baikal region at the Oligocene-Miocene, Early-Middle Miocene, Miocene-Pliocene and Early-Late Pliocene transitions. The main part of the field is composed of clastic molassoids formed during 'early orogen' stage in the coastal part of an extensive paleobasin with a slow water current and in shallow lakes of the Mishikha-Klyuevka and Osinovka river paleobasins that formed, respectively, at the Oligocene-Miocene and Early-Middle Miocene boundaries. In the Miocene, as suggested by analyses of malacofauna and diatoms, South Baikal was a major, quite deep paleolake. These water bodies were related in the Miocene as evidenced by the partial similarity of diatom species found in South Baikal and the Tunka valley, as well as the presence of similar endemic fauna species in the sediments. Accumulated coarse, mainly proluvial-alluvial deposits are indicators of the tectonic activity that resulted in a dramatic 'late orogen' increase of contrasting features of the regional terrain.

**Key words:** Baikal, Miocene, Pliocene, sediments, small mammals, fish fauna, malacofauna, freshwater sponge species, diatoms, leaf flora, palynocomplexes.

**Recommended by** K.Zh. Seminsky

**Citation:** Rasskazov S.V., Lyamina N.A., Luzina I.V., Chernyaeva G.P., Chuvashova I.S., Usoltseva M.V. 2014. Sediments in the Tertiary Tankhoi field, South Baikal basin: stratigraphy, correlation and structural transformations in the Baikal region. *Geodynamics & Tectonophysics* 5 (4), 993–1032. doi:10.5800/GT-2014-5-4-0165.

## ОТЛОЖЕНИЯ ТАНХОЙСКОГО ТРЕТИЧНОГО ПОЛЯ, ЮЖНОБАЙКАЛЬСКАЯ ВПАДИНА: СТРАТИГРАФИЯ, КОРРЕЛЯЦИИ И СТРУКТУРНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

С. В. Рассказов<sup>1,2</sup>, Н. А. Лямина<sup>3</sup>, И. В. Лузина<sup>3</sup>, Г. П. Черняева<sup>1</sup>,  
И. С. Чувашова<sup>1,2</sup>, М. В. Усольцева<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия*

<sup>2</sup> *Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия*

<sup>3</sup> *Иркутскгеофизика, Иркутск, Россия*

<sup>4</sup> *Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия*

**Аннотация:** Выполнены биостратиграфические и литолого-фациальные исследования осадочных отложений Танхойского третичного поля, в формировании которого отражены перестройки рельефа Прибайкалья, происходившие на рубежах олигоцена–миоцена, раннего–среднего миоцена, миоцена–плиоцена и раннего–позднего плиоцена. Основная часть поля сложена тонкообломочными молассоидами, сформировавшимися на «раннеорогенном» этапе в слабопроточной береговой части обширного палеобассейна и в мелких озерах–старицах Мишихинско-Клюевской и Осиновской речных палеодолин, заложившихся, соответственно, на рубежах олигоцена–миоцена и раннего–среднего миоцена. Из результатов анализа малакофауны и диатомовых водорослей следует, что Южный Байкал представлял собой в миоцене крупное и достаточно глубокое палеозеро. Частичная общность диатомовых видов Южного Байкала и Тункинской долины, а также присутствие сходной эндемичной фауны в отложениях свидетельствуют о связи миоценовых водоемов этих территорий. Тектоническая активизация, повлекшая за собой резкое «позднеорогенное» увеличение контрастности рельефа, обозначилась накоплением грубообломочных преимущественно пролювиально-аллювиальных отложений.

**Ключевые слова:** Байкал, миоцен, плиоцен, осадочные отложения, мелкие млекопитающие, ихтиофауна, малакофауна, пресноводные губки, диатомеи, листовая флора, палинокомплексы.

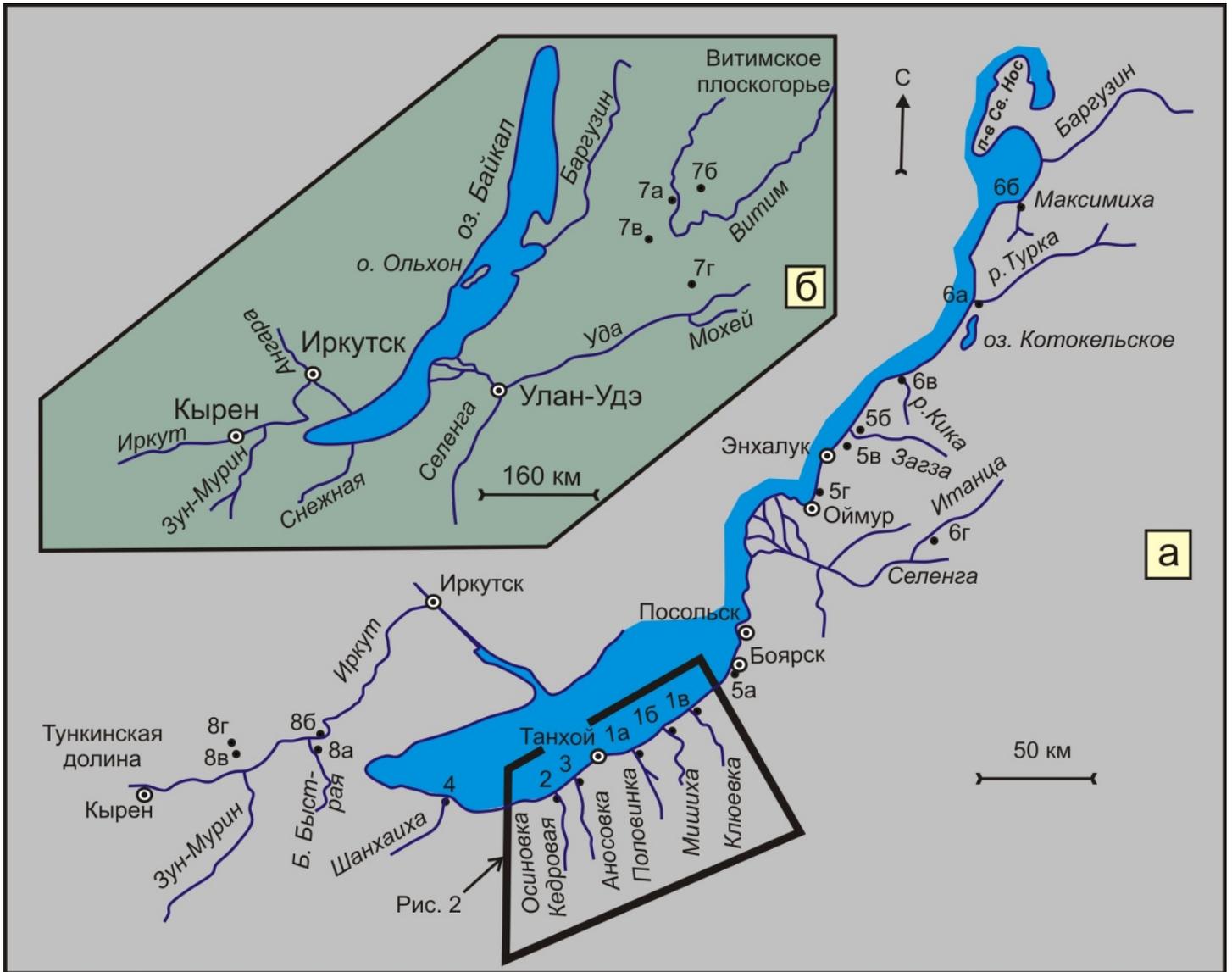
*7 октября 2014 г. исполнилось 85 лет со дня рождения одного из выдающихся сибирских геологов второй половины XX века – академика Российской академии наук Николая Алексеевича Логачева. Его научные труды были связаны с изучением различных аспектов кайнозойского континентального рифтогенеза, но всегда преобладало личное устремление к исследованиям осадочных и вулканогенно-осадочных формаций. Мы посвящаем нашу статью об отложениях Танхойского третичного поля светлой памяти Николая Алексеевича.*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Байкальская система впадин имела подчиненное значение по отношению к горным сооружениям, образовавшимся на юге Сибири в позднем кайнозое [Florensov, 1960]. Тем не менее именно в накоплении осадочных и вулканогенно-осадочных толщ во впадинах запечатлена история развития рельефа, что, в конечном итоге, определяет важность литолого-стратиграфических исследований. Работы по истории развития рельефа 1970–1980-х годов [Logatchev, 1972, 1974; Bazarov, 1986; Imetkhenov, 1987; Rezanov, 1988; Skoblo et al., 1994; и др.] были дополнены в последние годы новыми биостратиграфическими, литолого-фациальными и изотопно-геохронологическими данными, свидетельствующими о неравномерном развитии горных хребтов и впадин во времени и пространстве. Проблемы стратиграфии Байкальского региона решались на Витимском плоскогорье с использованием материалов, полученных бурением осадочных и вулканогенно-осадочных толщ. Здесь проводилось калий-аргоновое и аргон-аргоновое датирование лав стратиграфических подразделений и изучен полный разрез кайнозоя юга Сибири – от пограничных слоев мела–палеогена до четвертичных отложений речных долин. Обозначен ряд из 12 палинокомплексов с выделением разновозрастных характерных доминирующих палинофлор [Rasskazov et al., 2000, 2001, 2007; Chernyaeva et al., 2007; Lyamina et al., 2000, 2005, 2010]. На оз. Байкал выполнен большой объем литологических и биостратиграфических работ по программе «Байкал-бурение»

[Khursevich et al., 2001, 2005; Kashik, Lomonosova, 2006; Kuz'min et al., 2009; и др.].

Важнейшее значение для реконструкций развития новейшей структуры Байкальского региона имеют осадочные отложения Танхойского третичного поля, прослеживающиеся на южном берегу Байкала вдоль подножия хр. Хамар-Дабан, в междуречье Шанхаиха–Мысовка, непрерывной полосой шириной до 8 км (рис. 1, 2). Они перекрывают кору выветривания древних метаморфических образований архея (?) и протерозоя и гранитоидов протерозоя–палеозоя либо контактируют с последними по прибортовому разлому впадины при общем моноклинальном залегании пластов с падением в сторону озера. В кайнозое предполагалась связь пространственно-временного распределения вулканизма Витимского плоскогорья с последовательной активизацией сначала Южнобайкальского, Ципа-Муяканского, а затем – Баргузин-Северобайкальского, Рель-Верхнеангарского и Муя-Удоканского сегментов Байкальской рифтовой зоны [Rasskazov, 1996]. Подчеркивалось значение Южнобайкальской впадины как исторического (палеогенового) ядра Байкальской рифтовой зоны, исходя из структурной роли Селенгинской седловины [Logatchev, 2001]. Считалось, что образование впадины Южного Байкала отражено в накоплении миоцен-нижнеплиоценовых толщ, а впадины Северного Байкала – в накоплении среднемиоценовых-нижнеплиоценовых толщ о. Ольхон [Mats et al., 2001, 2011]. По смене минерального состава осадочных отложений в 600-метровой скважине, пройденной на Академическом хребте Среднего Байкала, обращалось внимание

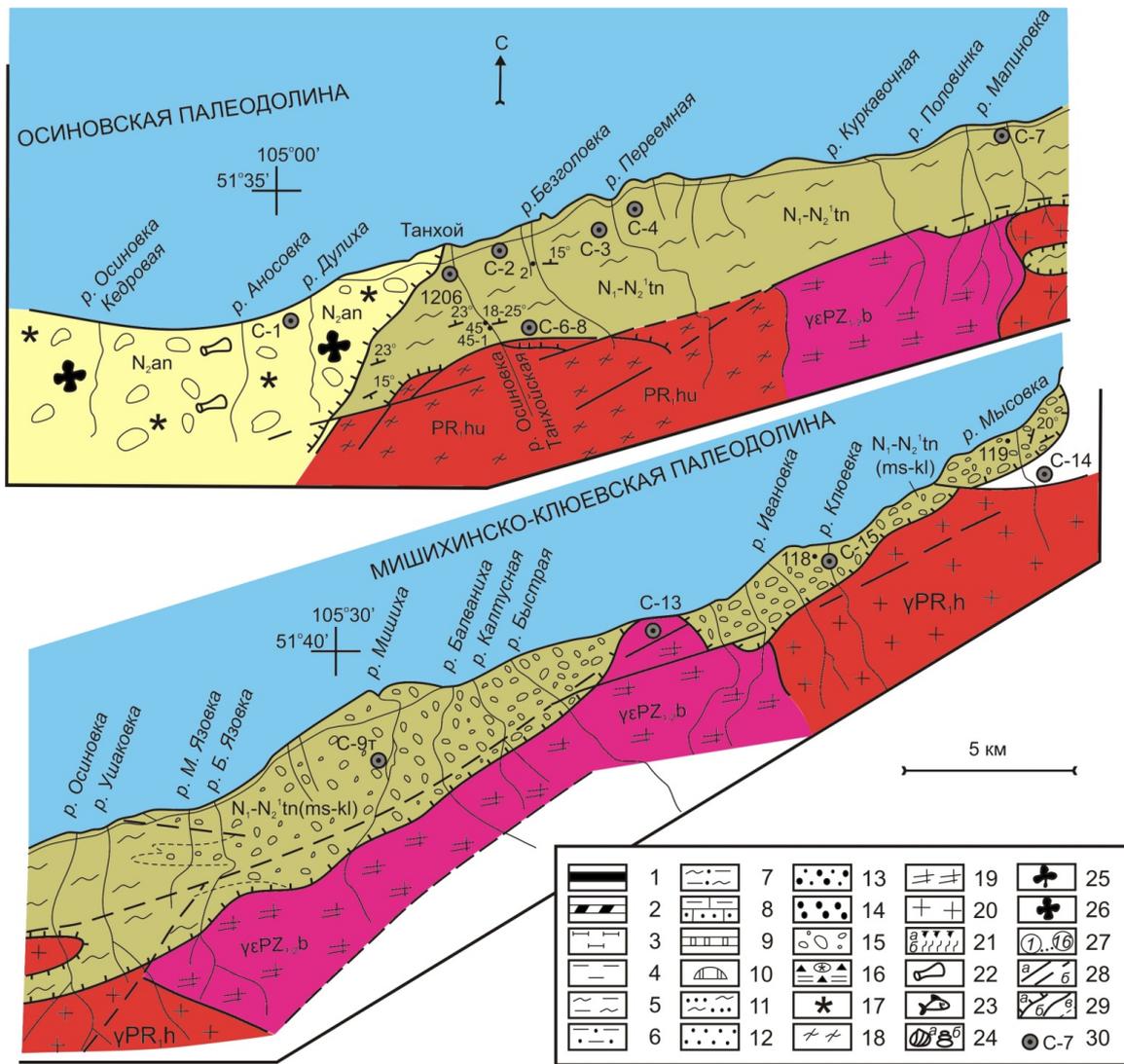


**Рис. 1.** Схема местоположения стратотипических и опорных разрезов в береговых обнажениях южного побережья Байкала, суходольной Тункинской долины (а) и Витимского плоскогорья (б).

1 – танхойская свита ( $N_1-N_2^{1tn}$ ): 1а – р. Половинка, гипостратотип, 1б – в – реки Мишиха (б) и Ключевка (в), опорные разрезы; 2 – осиновская свита ( $N_1^{1-2t}-N_2^{1os}$ ), стратотип; 3 – аносовская свита ( $N_2-Q_{E1an}$ ), р. Аносовка, стратотип; 4 – шанхайхинская свита ( $N_2^2-Q_{E1sh}$ ), р. Шанхайха, стратотип; 5–8 – опорные разрезы Прибайкалья, используемые для корреляций: 5 – совмещенные отложения танхойской и аносовской свит (5а – ст. Боярск, 5б – в – реки Загза и Сухая, 5г – р. Мал. Дулан), 6 – впадины восточного побережья Байкала (6а – Нижнетуркинская, 6б – Максимихинская, 6в – Кика-Завандинская, 6г – Итанцинская), 7 – Витимское плоскогорье (на врезке б): 7а – джилдинская свита, р. Джиллинда Витимская, стратотип, 7б – хойготская толща, р. Хойгот, 7в – кыджимитская толща, р. Кыджимит, 7г – сосновоозерские слои, оз. Сосновое, 8 – опорные разрезы Тункинской рифтовой долины: 8а – р. Быстрая, 8б – Анчук, 8в – Замараиха, 8г – Хобок. Район Танхойского третичного поля выделен жирным четырехугольником и показан более детально на рис. 2.

**Fig. 1.** Locations of the stratotypical and reference profiles of the coastal outcrops at the southern shore of Lake Baikal, Tunka basin (a) and Vitim plateau (b).

1 – Tankhoi suite ( $N_1-N_2^{1tn}$ ): 1a – Polovinka river, hyperstratotype, 1b – в – Mishikha (б) and Klyuevka rivers (в), reference sections; 2 – Osinovka suite ( $N_1^{1-2t}-N_2^{1os}$ ), stratotype; 3 – Anosovka suite ( $N_2-Q_{E1an}$ ), Anosovka river, stratotype; 4 – Shankhaikha suite ( $N_2^2-Q_{E1sh}$ ), Shankhaikha river, stratotype; 5–8 – reference profiles of Pribaikalie, which are used for correlation: 5 – superposed sediments of Tankhoi and Anosovka suites (5a – Boyarsk, 5b – в – Zagza and Sukhaya rivers, 5г – Maly Dulan river); 6 – basins at the eastern shore of Lake Baikal (6a – Nizhnyay Turka, 6b – Maksimikha, 6в – Kika-Zavanda, 6г – Itantsy), 7 – Vitim plateau (in insert б): 7a – Dzhilinda suite, Dzhilinda Vitimskaya river, stratotype, 7б – Khoigot stratum, Khoigot river, 7в – Kyzdzhimit bed, Kyzdzhimit river, 7г – Sosnovoe Lake beds, 8 – reference profiles of the Tunka rift basin: 8а – Bystraya river, 8б – Anchuk, 8в – Zamaraiikha, 8г – Khobok. The area of the Tertiary Tankhoi field, which is marked by the bold quadrangle, is shown in more detail in Figure 2.



**Рис. 2.** Схема пространственного распределения свит осадочных отложений Танхойского третичного поля (верхний рисунок представляет собой западную часть территории, нижний – восточную, местоположение см. на рис. 1).

Усл. обозн. к рис. 2–9: 1–17 – осадочные породы: 1 – угли бурые, лигниты, 2 – углистые аргиллиты, 3 – углистые алевролиты и алевроиты, 4 – аргиллиты, глины алевроитовые, 5 – глинисто-слюдистые алевролиты и алевроиты, 6 – песчанистые алевроиты и алевролиты, алевроитовые пески, 7 – они же, сильнослюдистые, 8 – известковистые алевролиты и песчаники, 9 – мергели, 10 – конкреции мергелей, известковистых песчаников, 11 – песчаники и пески мелкозернистые сильнослюдистые. 12 – то же, средне- и крупнозернистые отсортированные, 13 – то же, разнозернистые, гравелистые, 14 – гравелиты, 15 – конгломераты, галечники, 16 – глины синие песчанистые, мусорные, неоднородные (по Г.Б. Пальшину), 17 – охристые, разного гранулометрического состава; 18–20 – породы фундамента: 18 – гнейсы и сланцы хангарульской серии PR<sub>1</sub>hu, 19 – граниты, гранитогнейсы хамардабанского комплекса γPR<sub>1</sub>h, 20 – граниты, граносиениты, гранодиориты баргузинского комплекса γεPZ<sub>1-2</sub>b; 21 – кора выветривания: а – остаточная, б – перетотложенная; 22–26 – ископаемые органические остатки: 22 – кости позвоночных, 23 – рыбы, 24 – моллюски: а – двустворки, б – гастроподы, 25 – листовая флора, 26 – диатомовые водоросли; 27 – цифрами в кружках на разрезах показаны литологически разные пласты и пачки терригенных пород; 28 – разломы: а – достоверные, б – предполагаемые; 29 – границы: а – несогласного залегания отложений, б – с нормальным стратиграфическим контактом, в – внутри стратона; 30 – скважина и ее номер.

**Fig. 2.** Spatial distribution of sediment formations on the Tertiary Tankhoi field (top – the western part of the territory; bottom – the eastern part; see locations in Figure 1).

Legend to Figures 2 to 9: 1–17 – sedimentary rocks: 1 – brown coal, lignite, 2 – carbonaceous argillite, 3 – carbonaceous aleurolite and aleurite, 4 – argillite, aleuritic clay, 5 – clayey-micaceous aleurolite and aleurite, 6 – sandy aleurite and aleurolite, aleuritic sand, 7 – same rocks with high content of mica, 8 – calcareous aleurolite and sandstone, 9 – mergel, 10 – concretions of mergel and calcareous sandstone, 11 – sandstone and fine sand with high content of mica, 12 – same rocks, medium- and coarse-grained, sorted, 13 – same rocks, varying in grain size, gravelly, 14 – gravelite, 15 – conglomerate, gravel, 16 – blue sandy clay, dirty, with irregular composition (after G.B. Pal'shin), 17 – ochorous, with different particle sizes; 18–20 – basement rocks: 18 – gneiss and schist of Khangarul series PR<sub>1</sub>hu, 19 – granite, granite gneiss of Khamardaban complex γPR<sub>1</sub>h, 20 – granite, granosyenites, granodiorites of Barguzin complex γεPZ<sub>1-2</sub>b; 21 – weathering crust: a – residual, б – redeposited; 22–26 – organic fossils: 22 – bones of vertebrates, 23 – fish, 24 – molluscs: а – anysomiaria, б – gastropods, 25 – leaf flora, 26 – diatoms, spores and pollen; 27 – in profiles, numbers in circles refer to lithologically different beds and units of terrigenous rocks; 28 – faults: а – confirmed, б – assumed; 29 – boundaries: а – unconformity, б – normal stratigraphic contact, в – inside the straton; 30 – well and its number.

на структурную перестройку во второй половине позднего миоцена около 7–8 млн лет назад [Kashik, Lomonosova, 2006].

Для выявления характера развития Южнобайкальской впадины в настоящей работе выполнены комплексные биостратиграфические и литолого-фациальные исследования осадочных отложений Танхойского третичного поля и проведены региональные корреляции изученных стратонов. Сведения об отложениях Танхойского третичного поля рассеяны по многочисленным публикациям и производственным отчетам, большинство из которых в настоящее время недоступно, поэтому необходимо прежде всего привести систематическое изложение имеющихся данных и обозначить на этой основе главные рубежи структурных перестроек в центральной части Байкальского рифта. Задача детализации и уточнения возраста кайнозойских стратотипов Танхойского третичного поля решалась при корреляции стратонов кайнозоя Южнобайкальской впадины, впадин Тункинской рифтовой долины и дельты р. Селенга. По материалам авторов и заключениям специалистов разного профиля принята следующая стратиграфическая схема территории:

#### П а л е о г е н

Эоцен-верхнеолигоценные отложения (палеогеновые образования не рассматриваются ввиду фрагментарности и эпизодичности выходов среди отложений Танхойского поля. Непрерывный разрез эоцена (?) – олигоцена вскрыт глубокими скважинами в дельте р. Селенга) – горизонт синих неоднородных песчаных глин (локально).

(Перерыв, кора выветривания каолинитовая, каолинит-монтмориллонитовая).

#### Н е о г е н

Танхойская свита – (миоцен – нижний плиоцен), два типа разреза: танхойский ( $N_1-N_2^1tn$ ) и мишихинско-клюевский ( $N_1-N_2^1tn(ms-kl)$ ).

Осиновская свита –  $N_1^{1-2?}-N_2^1os$  (ранний-средний? миоцен – нижний плиоцен).

(Перерыв, кора выветривания монтмориллонит-каолинитовая под обоими стратонами).

Аносовская (охристая) свита –  $N_2-Q_{E1}ap$  (плиоцен – эоплейстоцен?).

Шанхаихинская свита –  $N_2^{2-3}-Q_{E1}sh$  (средний-верхний плиоцен – эоплейстоцен?).

(Перерыв, кора выветривания).

Близкие по возрасту разнофациальные терригенные образования миоцена – нижнего плиоцена рассмотрены в составе танхойской и осиновской свит, объединяющихся в танхойский региональный стратиграфический горизонт. В.Д. Мац и др. [Mats et al., 2011, табл.] рассматривали в составе танхойского регионального корреляционного горизонта синхронные стратоны Южного и Среднего, а также Северного (Приольхон-

ского и др.) Байкала. Соответственно, плиоцен-эоплейстоценовые (?) отложения аносовской и шанхаихинской свит отнесены к аносовскому горизонту. Оба горизонта, выделенные нами прежде в коротком сообщении [Rasskazov et al., 2010a], охарактеризованы ископаемыми органическими остатками: ихтиофауной, малакофауной, пресноводными губками, наземной флорой, комплексами палинофлоры и диатомовых водорослей. В осадках аносовского горизонта во многих разрезах определены мелкие млекопитающие.

## 2. ТАНХОЙСКИЙ ГОРИЗОНТ: ТАНХОЙСКАЯ И ОСИНОВСКАЯ СВИТЫ

### 2.1. ТАНХОЙСКАЯ СВИТА В СТРАТОТИПИЧЕСКОЙ МЕСТНОСТИ

Танхойская свита получила название по железнодорожной станции Танхой, но фактически в ее окрестностях имеются лишь фрагментарные выходы угленосных неогеновых отложений и к тому же слабо палеонтологически охарактеризованные.

В опубликованных работах и производственных отчетах до сих пор нет однозначного толкования первичного разреза стратотипа танхойской свиты. В легенде Селенгинской серии геологических карт [Balkhanov et al., 2000; Fishev, 2006] называли стратотипом танхойской свиты отложения, вскрытые скв. № 1207 близ ст. Танхой Г.Е. Рябухиным [Ryabukhin, 1935]. Скважина прошла угленосные отложения этой свиты до 420.6 м, углубившись в толщу биотитовых гнейсов (AR(?)-PR) [Naletov, 1961a, 1961b]. Многие ученые считали стратотипом свиты фрагментарный разрез по р. Осиновка-Танхойская [Mats et al., 2001; Mashchuk, Akulov, 2012].

Очевидно, что первичный разрез отложений угленосной свиты (ранее «танхойской фации», по Г.Б. Пальшину) по скв. 1207 (1935 г.) и доступный для широкого изучения разрез по р. Осиновка-Танхойская позволяют в совокупности считать составной разрез свиты у ст. Танхой лектостратотипом.

Танхойский горизонт (нижний миоцен – нижний плиоцен) объединяет многочисленные разрезы танхойской свиты, детально изученные в стратотипической местности Танхойского поля по долинам рек вдоль южного побережья Байкала авторами настоящей статьи и другими геологами. В составе горизонта рассматривается также осиновская свита, выделенная в западной части Танхойского поля [Mats, 1985; Mats et al., 2001]. За пределами Танхойского поля разрезы (и их фрагменты) литологически подобных алеврито-глинисто-углистых синхронных отложений широко распространены в юго-восточной и восточной частях байкальского побережья. К танхойскому горизонту отнесены также биостратиграфически датированные разрезы по скважинам в верхней подтолще дельты р. Селенга и во впадинах Тункинской рифтовой долины.

### 2.1.1. Гипостратотип танхойской свиты р. Половинка

Наиболее представительный разрез танхойской свиты изучен в береговых обнажениях р. Половинка (в 14 км восточнее ст. Танхой). Здесь находится единственное крупное местонахождение ископаемой фауны регионального и межрегионального значения. Этот разрез принят нами в качестве гипостратотипа танхойской свиты [Stratigraphic Code, 1997; Additions..., 2000]. Обнажения изучены по обоим берегам реки. Падение слоев в разрезе северо-северо-западное, редко северо-восточное (простираение 10–20°) под углами 15–20°, на отдельных участках – до 40° (рис. 3).

Далее мы приводим полную характеристику гипостратотипа.

По правобережью р. Половинка стратиграфически низкие слои свиты в обн. 185 представляют (снизу):

1. Песчаники светло- и темно-серые мелкозернистые и среднезернистые, отсортированные среднесцементированные кварц-полевошпатовые слюдистые. Слоистость пологоволнисто-горизонтальная за счет тонкозернистых глинистых алевропсаммитов и растительного детрита. Роль последнего возрастает снизу вверх с возрастанием доли песчаников и песков с пропластками углистых алевролитов. Мощность 4.0 м.

2. Песчаники серые среднезернистые хорошо отсортированные очень плотные массивные с сидеритовым цементом, образованные плотно прилегающими конкрециями с обломками обугленной древесины. Мощность 0.6 м.

3. Алевролиты серые сильноглинистые с нарастающим содержанием растительных остатков, что как бы подготавливает появление пропласта угля (0.15 м). В подошве слоя залегают коричневатобурые лигнитоподобные породы. Угли матовые, характеризуются штриховато-полосчатой текстурой, выраженной слойками блестящего угля и углистых аргиллитов. Мощность 1.0 м.

4. Алевролиты углисто-слюдисто-глинистые в перемежаемости с алевритовыми и тонкозернистыми песками. Слойчатость обычно слабо-волнисто-горизонтальная, реже – косая. Мощность 2.5 м.

Описанные отложения прослеживаются в обрыве коренного берега на протяжении 30 м и далее вплоть до обн. 186. Здесь, вблизи уреза воды, расчисткой вскрыты алеврито-слюдистые глины, у кровли – угли мощностью ~0.5–1.0 м. Ниже по течению (80–90 м) многократно встречаются свалы алевритовых и песчаных сидеритов и мергелей. Те и другие содержат многочисленные раковины гастропод и более редкие остатки двустворчатых моллюсков – унионид. Ракушняковые конкреции, несомненно, были вмещены в ту же алеврито-мелкопсаммитовую толщу.

В обн. 102–103, в обрыве коренного берега высотой 15 м, вскрыты (снизу):

1. Алевритовые песчаники голубовато-серые. Горизонтальная слоистость подчеркнута идеально отсорти-

рованными слюдистыми песками. Верхняя граница резкая. Мощность 3.0 м.

2. Угольный пласт с коричневатобурыми лигнитоподобными породами в основании. Мощность 1.8 м.

3. Алевролиты голубовато-серые песчаные и песчаники алевритовые отсортированные. Количество тонкодисперсного углистого вещества вверх постепенно убывает. Мощность 3.5 м.

4. Угли и углистые аргиллиты. Верхняя граница нечеткая. Мощность 1.5 м.

5. Алевролиты темно-серые сильноуглистые, а также серые слюдисто-глинистые тонкоплитчатые до листоватых, местами напоминающие песчано-глинистые «сланцы». Тончайшая, почти микроскопическая слойчатость обусловлена ориентированным расположением чешуек слюды. Мощность 4.0 м.

Далее вниз по течению (через 50 м) разрез по-прежнему наращивается тонкозернистыми глинистыми сортированными породами, подобными описанным. В обн. 104 установлены (снизу):

1. Алевролиты и алевритовые песчаники правильно-плитчатые тесно перемежающиеся. Слойчатость выражена присутствием углисто-слюдистого материала мощностью 0.5–1.5 см. Ей подчинены маломощные (2.0–3.0 см) косые серии. В верхней половине пачки в этих сериях участвуют тонкие пропластки желтоватосерых слабосцементированных мелкозернистых песчаников и песков, значение которых вверх увеличивается. Мощность около 6.0 м.

2. Угли. Мощность 0.5 м.

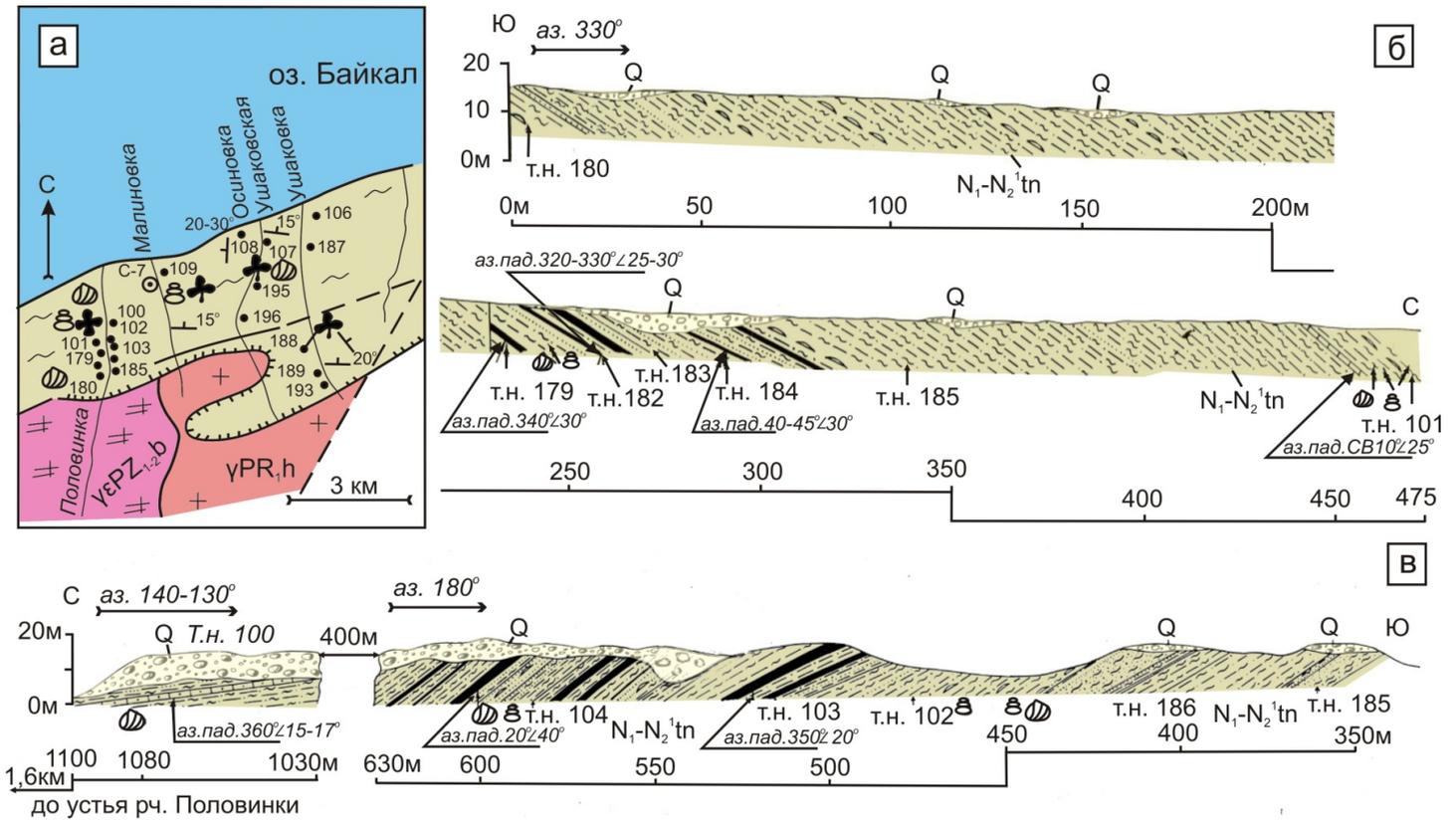
3. Песчаники голубовато-серые от тонко- до среднезернистых, очень хорошо сортированные плотные, известковистые, с раковинами гастропод и двустворок-унионид. По слою чередуются участки с массивной и пологоволнисто-горизонтальной, местами косо-слойчатой текстурой. У кровли более известковистые алевропесчаники насыщены раковинами унионид. Мощность 3.5 м.

4. Алевролиты темно-серые и серые глинисто-слюдистые в тонком переслаивании с равномерно-тонкозернистыми песками. Рисунок слоистости сложен: сочетает элементы прерывистой волнисто-горизонтальной, линзовидной, а также волнисто-косой слоистости. У кровли возрастает количество тонкодисперсного углистого вещества. Мощность 1.3 м.

5. Угли монотонные, плитчатые, связаны плавными переходами с сильноуглистыми аргиллитами. Текстура штриховато-ребристая. Мощность 2.0 м.

6. Алевролиты и алевритовые песчаники, тесно перемежающиеся, волнисто-горизонтально-слоистые. В верхней части пачки среди них появляются слюдистые пески с караваеобразными конкрециями песчаных известняков, а также пропластками углей. Мощность – не менее 6.0 м.

Стратиграфически и гипсометрически выше пачки 6 сквозь осыпи и оплывины наблюдается угольный пласт (0.6–0.8 м), пачка алевролитов – мелкозернистых



**Рис. 3.** Разрез и схема опробования гипостратотипа танхойской свиты на р. Половинка и в соседних речных долинах.

Точки наблюдений: *a* – в плане; *б* – в разрезе по левобережью р. Половинка, *в* – в разрезе по ее правобережью (см. описание точек наблюдений в тексте). Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 3.** The profile and sampling scheme of hypostatotype of the Tankhoi suite at the Polovinka river and neighbouring river valleys.

Observation points: *a* – in plan, *б* – in the profile at the left bank of the Polovinka river, *в* – at the right bank of the Polovinka river (the observation is described in the text). See the legend in Figure 2.

песчаников (2.0 м) и последующий угольный пласт (1.2–1.5 м), подстилающий слою алевритов – алевропесчаников.

После перерыва в наблюдениях (0.4 км) в обн. 100 изучена последовательность (снизу):

1. Песчаники слюдисто-глинистые, отсортированные, мелкозернистые и алевритовые. Тончайшие (доли мм) слюдистые пропластки подчеркивают слойчатость, обычно правильную, горизонтальную, иногда осложненную мелкими пологими изгибами слойков, но местами и косую, однонаправленную, в том числе веерную. И в тех, и в других сериях наблюдаются систематические «сгущения» слойков. Степень цементации осадков средняя до слабой, но повсеместно выше стадии уплотненного песка. Мощность (видимая) 1.6 м.

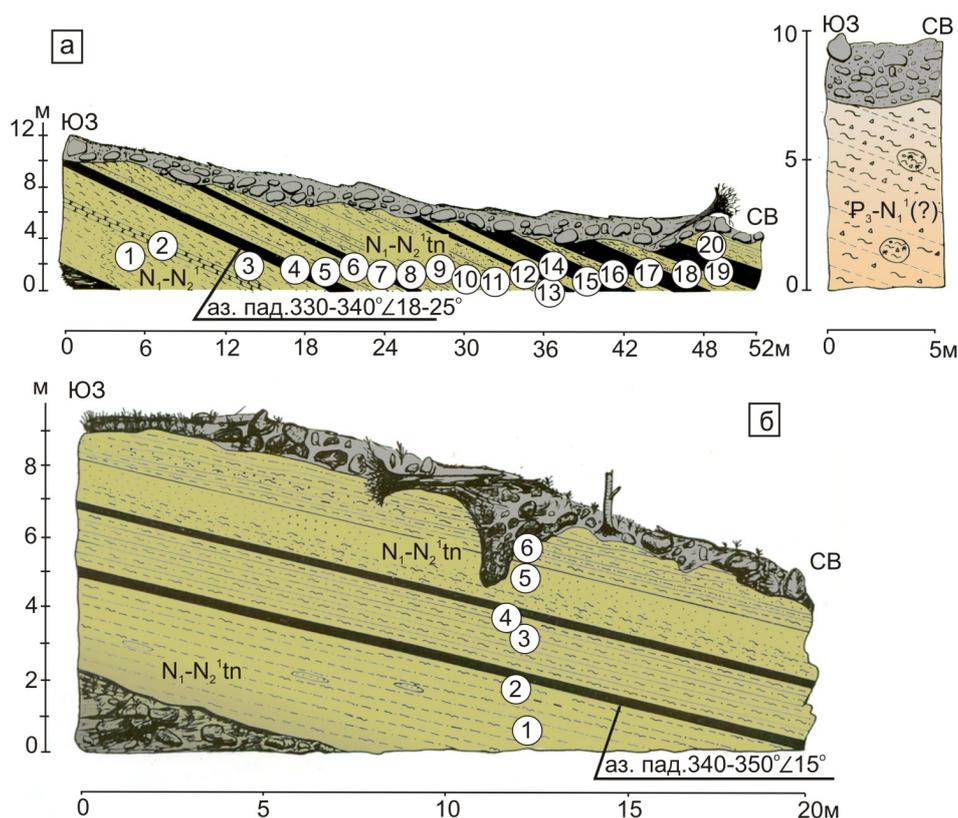
2. Песчаники серые, среднезернистые, сортированные, очень плотные известковистые с раковинами разнообразных унионид (в том числе гигантских анодонт). Породы имеют массивное сложение. Иногда в них выражена тонкая горизонтальная слойчатость в

виде микропропластков обугленного растительного детрита. Мощность 1.5–2.0 м.

3. Алевриты и алевритовые песчаники, серые и темно-серые, среднесцементированные, слюдисто-глинистые, преимущественно правильно горизонтально-, реже – перекрестно-полосчатые. В литифицированной алевритовой пачке имеются пропластки сильноглинистых песков. Мощность (видимая) 3.0 м.

Неогеновая толща несогласно перекрыта валунно-глыбовыми отложениями оз. Байкал. Валуны, глыбы и гальки гранитов, диоритов, гнейсов 2-го, чаще 3-го и даже 4-го класса окатанности. Заполняющая масса представлена «слабыми» мелкими конгломератами и галечниками с примесью материала песчаных и гравийных фракций. Остаточная мощность 4–5 м. У обн. 100 и несколько выше по течению в современном аллювии р. Половинка особенно много переотложенных обломков сидеритов, известняков и мергелей с массой разнообразных гастропод.

По левобережью р. Половинка фрагментарно вскрыты отложения на тех же уровнях, что и в обры-



**Рис. 4.** Разрезы нижней части танхойской свиты и дотанхойских «синих глин» с рухляковыми обохренными обломками пород фундамента: а – левобережье р. Осиновка Танхойская, обн. 45(1) слева и 45(2) справа; б – то же средней части свиты, левобережье р. Безголовка, обн. 2. Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 4.** Sections of the lower part of the Tankhoi suite and pre-Tankhoi 'blue clays' with marlaceous ocherized fragments of basement rocks: а – the left bank of the Osinovka Tankhoiskaya river, outcrops 45(1) (left) and 45(2) (right); б – same at the middle part of the suite, the left bank of the Bezgolovka river, outcrop 2. See the legend in Figure 2.

вах правобережья, а частично разрез наращивается вниз подобными осадочными отложениями. Слои в обн. 101 непосредственно подстилают нижнюю пачку обн. 102. Здесь установлены (снизу):

1. Алевритовые песчаники, голубовато-серые, плитчатые, с тонкими углистыми пропластками. Последние периодически сближаются. В целом же их количество нарастает снизу вверх. У кровли породы сильноуглистые, с тонкими глинистыми слоями. Мощность 1.2 м.

2. Песчаники серые, тонкозернистые, слюдиесто-глинистые, полимиктовые. Цементация осадков средняя либо слабая. В них содержатся крупные караваеобразные конкреции плотных известковистых алевролитов и мергелей. Подобно вмещающим отложениям, тела конкреций пронизаны волнисто-горизонтально-слоистыми сериями. Многие конкреции включают массу ископаемых гастропод и единичные униониды. Мощность 2.0 м.

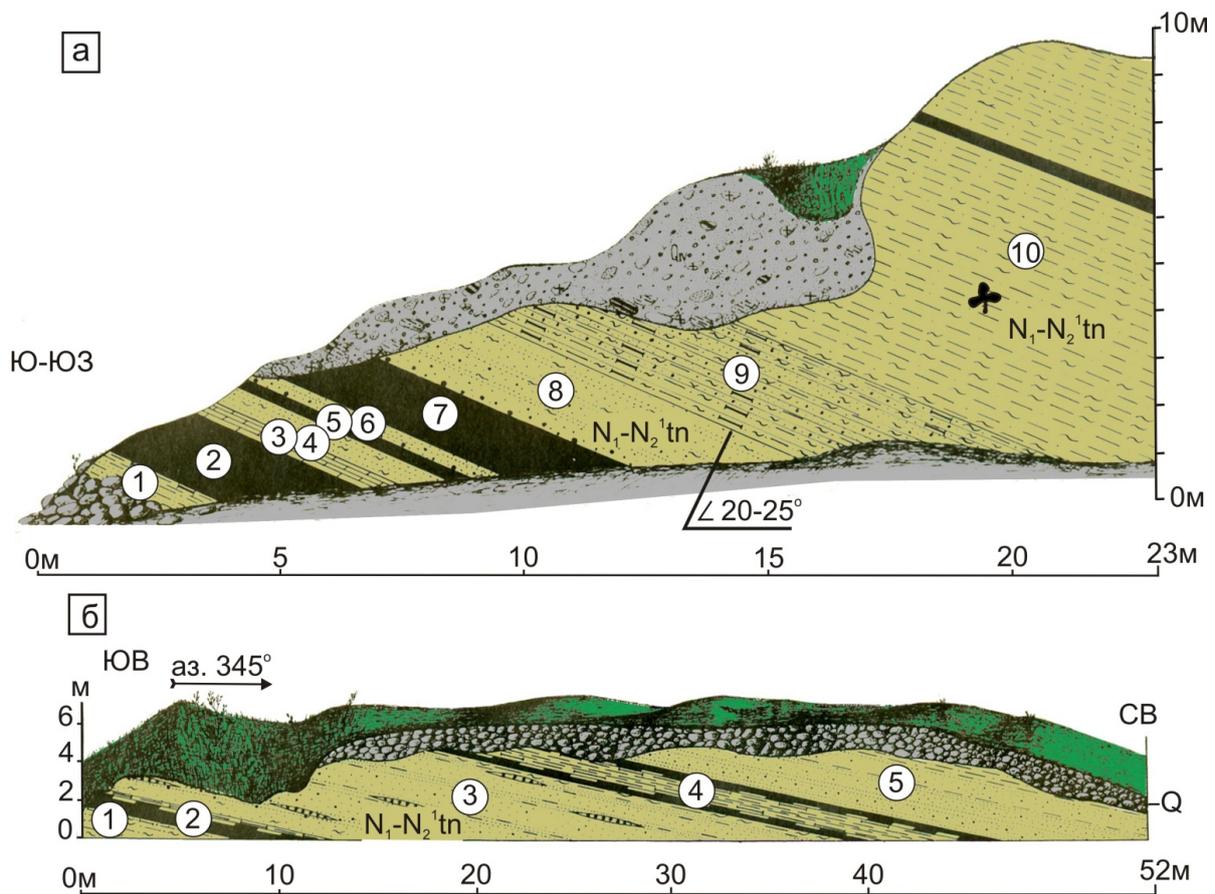
Указанные разновидности отложений (нередко с остатками фауны) прослеживаются и стратиграфически ниже (выше по течению реки). Обращает на себя внимание хаотичное расположение окаменелостей

внутри песчаных прослоев – макушками и вверх, и вниз, а также под углом к напластованию. Это свидетельствует об автохтонном типе захоронений. Подобное расположение фауны наблюдалось также в обн. 179 и др.

Общая мощность свиты по обоим берегам реки составляет до 500 м.

#### 2.1.2. Танхойский и мишихинско-клевовский типы разрезов

В составе танхойской свиты установлено два типа разрезов, соответствующих фаціальным комплексам Г.Б. Пальшина [Pal'shin, 1955] – танхойскому и объединенным между собой мишихинскому и клево́вскому – мишихинско-клевовскому [Logatchev, 1972; Skoblo et al., 1981]. Танхойский тип разреза («фация») обнажен в береговых обрывах р. Половинка, на междуречье Осиновка Танхойская – Мал. Язовка. Другие опорные разрезы в стратотипической местности мощностью до 100 м более фрагментарны (реки Осиновка-Танхойская, Ушаковка, Осиновка-Ушаковская, Малиновка и др.) (рис. 4–6). Эти разрезы и разрез скв. 1р, пробуренной в 90-е годы ПГО «Сосновгеология» на левом во-



**Рис. 5.** Разрезы нижней (а) и средней (б) частей танхойской свиты (танхойский тип разреза): а – верховья левого развилка р. Ушаковка, б – правобережье р. Осиновка-Ушаковская. Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 5.** Sections of the bottom (а) and middle (б) parts of the Tankhoi series (Tankhoi type section): а – the upper course of the left Y-part of the Ushakovka river, б – the right bank of the Osinovka Ushakovskaya river. See the legend in Figure 2.

доразделе р. Половинка, дополняют в основном среднюю угленосную часть разреза танхойской свиты. Мощность пластов бурых углей в разрезе по р. Половинка составляет до 2 м и более. В других опорных разрезах страторегии танхойской свиты мощности угольных пластов колеблются от 0.6 до 7.0 м [Strugov, Mazilov, 1975]. Наибольшая угленасыщенность свойственна танхойскому типу разреза свиты, примыкающему к западной части хр. Хамар-Дабан [Naletov, 1961a, 1961b].

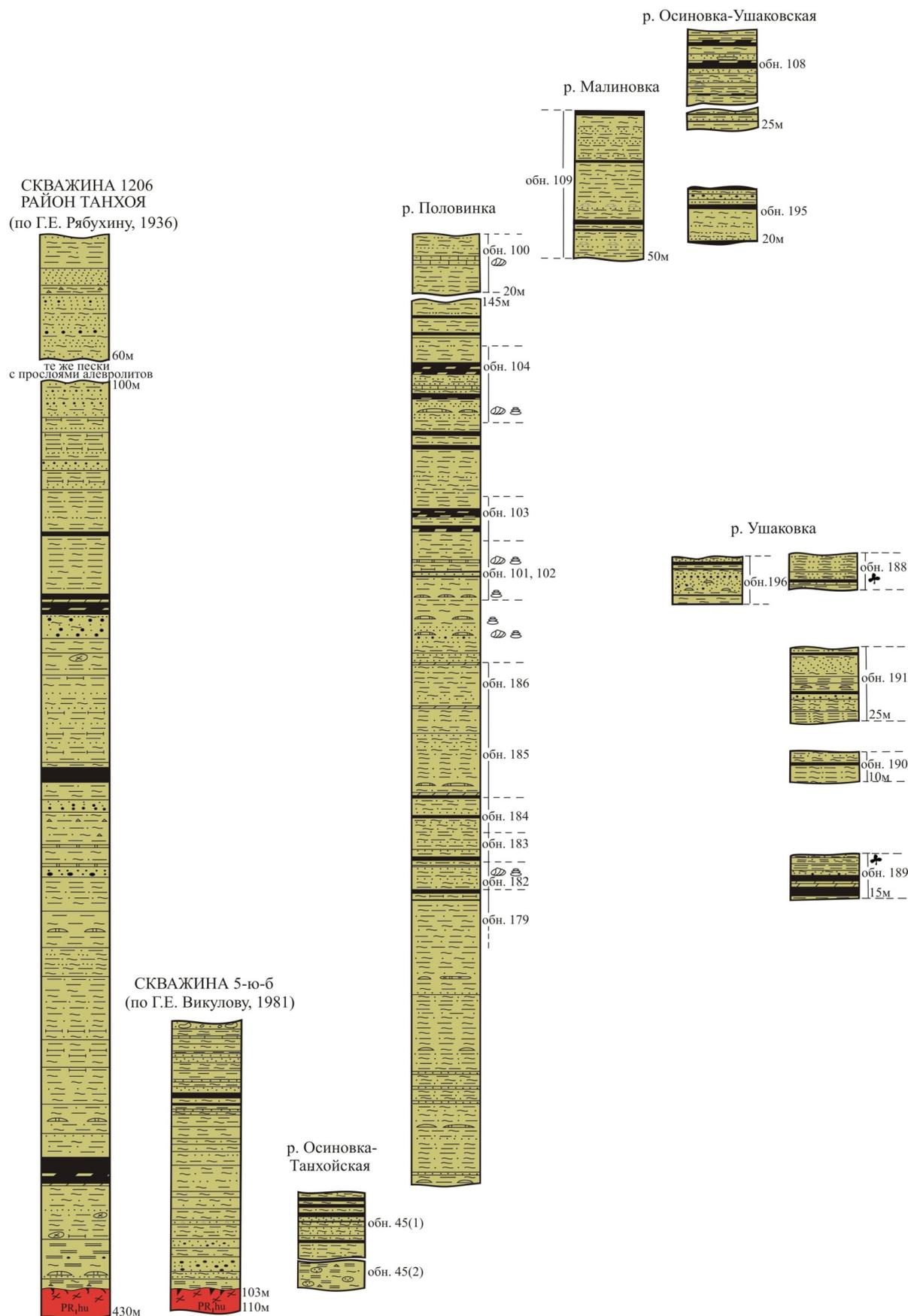
Сравнительно крупный фрагмент разреза свиты танхойского типа изучен по р. Ушаковка, в береговых обнажениях которой находятся угленасыщенные флористически охарактеризованные слои и пачки алевролитов и алевропесчаников (см. рис. 5). В.П. Крылов отнес к танхойской толще песчаниково-алевролитовую часть разреза по скв. 7 (устье р. Малиновка) в интервале глубин 111.0–73.0 м [Krylov et al., 1974].

Отложения танхойского типа разреза свиты имеют озерный генезис, о чем свидетельствует лимнофильный характер ископаемых моллюсков. Монотонность осадков этого типа разреза на большой площади, а

также захоронение массы цельных листьев наземных береговых растений указывают на стабильное существование озерного бассейна и мелководность в его прибрежной части. В разрезах перемежаются болотные, застойно-озерные (углисто-алеврито-глинистые) и проточно-озерные (алеврито-мелкопесчаные) осадки. В разрезах по рекам Бол. и Мал. Язовка отмечено понижение степени сортировки осадков танхойской свиты с появлением в алевритовых породах крупнопесчано-гравийной примеси. Танхойский тип разреза постепенно сменяется мишихинско-клюевским (рис. 6).

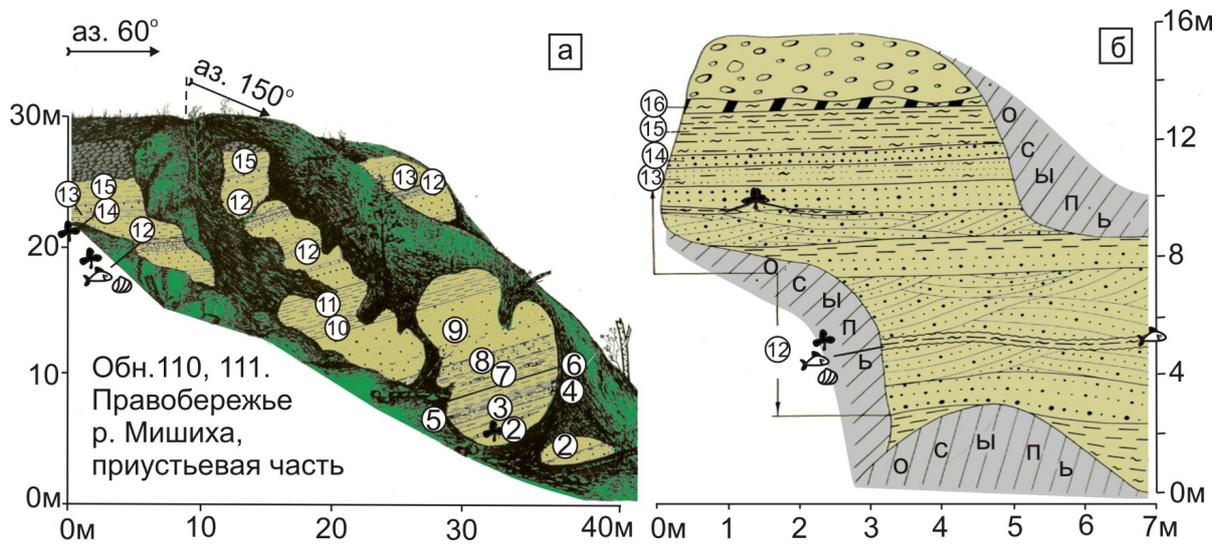
Мишихинско-клюевский тип разреза танхойской свиты составной. Опорным (хотя довольно фрагментарным) является разрез по правобережью р. Мишиха, вскрытый в боковых оврагах. Изучен алеврито-глинисто-мелкопесчаный разрез с отдельными пластами гравийных песков и разнозернистых песчаников, мощностью 56 м. Для пачек 9 (мощность 4.5 м) и 12 (мощность 8.5 м) установлен русловой генезис осадков (рис. 7)

Вблизи кровли нижнего пласта пачки 12 разнозернистые косослоистые песчаники включают прослой



**Рис. 6.** Схема сопоставления отложений танхойской свиты (танхойский тип разреза) на междуречье Осиновка-Танхойская – Ушаковка. Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 6.** The correlation scheme of sediments of the Tankhoi suite (Tankhoi type section) in the area between the Osinovka Tankhoyskaya and Ushakovka rivers. See the legend in Figure 2.



**Рис. 7.** Зарисовки разрезов танхойской свиты мишихинско-клюевского типа, местонахождения ихтиофауны: *а* – правобережье р. Мишиха, приустьевая часть (междуречье Мишиха–Балваниха); *б* – верхний фрагмент обнажения с местонахождением флоры и фауны (обн. 110, 111). Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 7.** Drawn profiles of the Tankhoi suite of the Mishikha-Klyuevka type, and locations of fish fauna: *a* – the right bank of the Mishikha river, mouth part (the area between Mishikha and Balvanikha rivers); *б* – the upper fragment of the outcrop and locations of flora and fauna (outcrops 110 and 111). See the legend in Figure 2.

глинистых алевролитов (0.2 м), насыщенных цельными остатками мелких форм рыб и костями крупных рыб (жаберные крышки, ребра и др.). Здесь же присутствуют остатки листьев широколиственных древесных пород хорошей сохранности. У кровли прослоя в тонкослоистых алевропесчаниках содержатся раковины двустворчатых моллюсков (определения В.М. Скобло [Skoblo et al., 1981]): *Limnocyrena baicalensis* (Ramm.), *L. fogeli* (Ramm.), *Sphaerium* cf. *Corneum* (Lingh.).

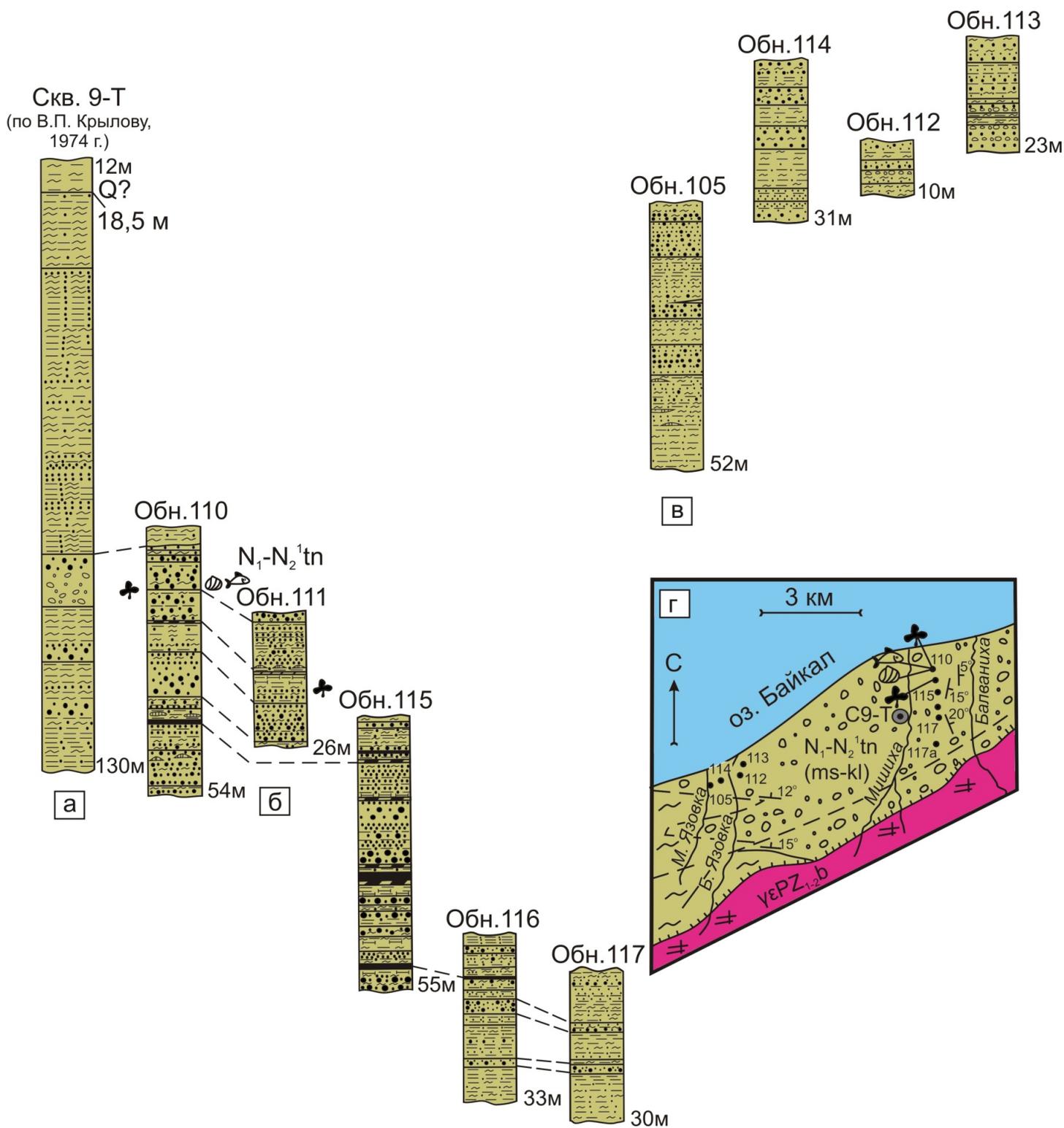
Ниже, по правому борту долины р. Мишиха, имеются выходы других фрагментов разреза танхойской свиты, дополняющих разрез с фауной (рис. 8). Наряду с песчано-гравийными пачками, в них присутствуют пласты углей и углистых аргиллитов мощностью от 0.25 до 0.7 м. В скв. 9–Т на левобережье устья р. Мишиха [Krylov et al., 1974] вскрыт безугольный разрез свиты: в глубинном интервале 133.0–90.5 м – разнозернистые песчаники; в интервале 90.5–18.5 м – аргиллиты и слюдястые глины.

В карьере между реками Бол. и Мал. Язовка разрез представлен тремя ритмично сложенными трансгрессивными пачками алевро-псаммито-псефитового состава. Мощности пачек снизу: 14.6; 6.5 и 13.0 м. Подобные пачки фрагментарно обнажены и по долинам обеих рек. В правом борту р. Мал. Язовка обнажена мощная пачка (до 52.0 м) переслаивающихся отсортированных глинистых алевропесков, разнозернистых олигомиктовых песков, косослоистых гравелитов и гравийных песков. Азимут падения слоев  $300^\circ$  на северо-запад, угол  $20\text{--}25^\circ$ . В обнажениях наблюдается

постепенный переход от танхойского типа разреза к мишихинско-клюевскому.

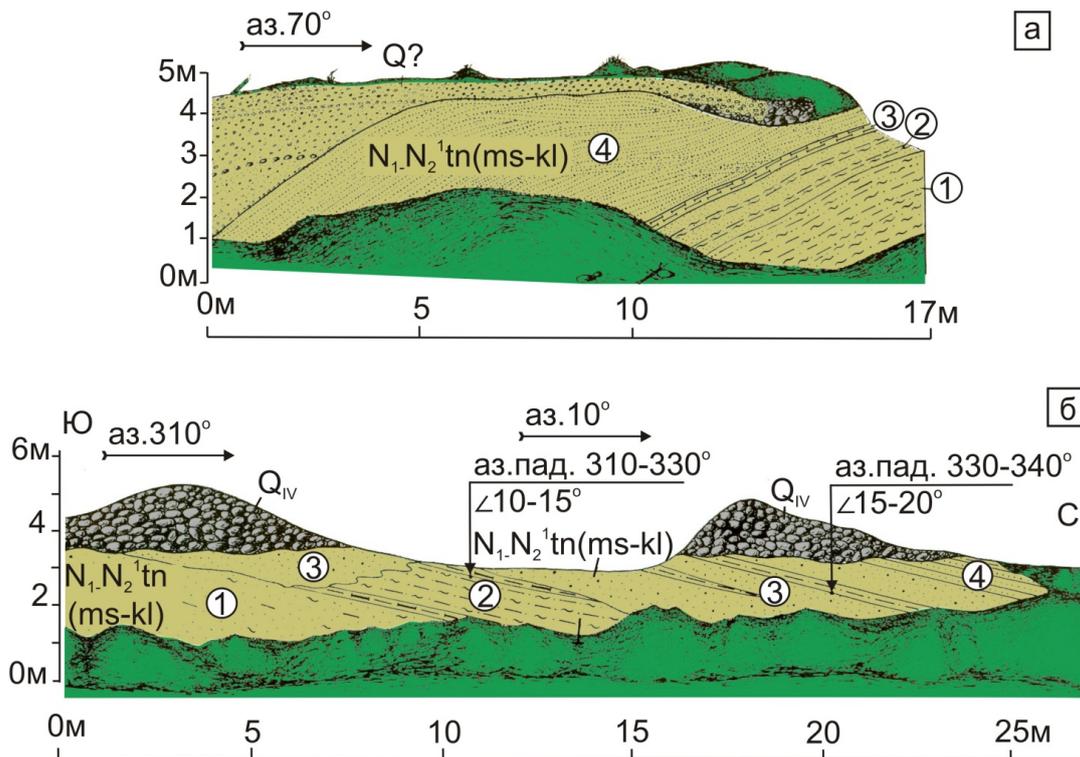
Разрезы клюевской «фации» изучены по побережью Байкала (низовья рек Ивановка, Клюевка, Бол. и Мал. Осиновка, Мысовка) (рис. 2, 9, *а*, *б*). Все разрезы охарактеризованы палиноспектрами позднего миоцена – раннего плиоцена. Разрез в левом борту долины р. Клюевка, в карьере в 100 м к юго-западу от железнодорожного моста (рис. 9, *а*), обнажает пачку (5.5 м) переслаивания зеленовато-серой песчанистой глины и алевропесков с песками мелкозернистыми, светло-серыми, почти однородно кварцевыми. Отмечаются маломощные (до 0.35 м) пропластки лигнитов. В 550 м вверх по левобережью р. Клюевка (в междуречье Клюевка–Мысовка) (рис. 9, *б*) обнажена алевритопесчаная пачка с пропластками углистых аргиллитов и углей. Присутствуют крупные фрагменты углефицированной древесины. Падение слоев в сторону озера (азимут  $330^\circ$ , угол  $15\text{--}17^\circ$ ).

У западной окраины города Бабушкин в карьере наблюдаются алевритовые пески зеленовато-серые с линзами лигнитов (мощность слоя 1.3 м). Выше залегают пески светло-серые олигомиктовые мелкозернистые, косоволнистые за счет пропластков крупного песка и гравия. Отмечаются мелкие гальки кварцитов и метаморфических сланцев (мощность 1.4 м). Песчаный слой перекрыт глинистыми плитчатыми алевролитами и алевропесчаниками, сходными с таковыми в разрезах по р. Мишиха. В окрестностях г. Бабушкин в скв. 17 [Krylov et al., 1974] вскрыты темно-серые глинистые песчаники (интервал глубин 70.0–63.5 м) и



**Рис. 8.** Сопоставление отложений разрезов танхойской свиты (мишихинско-клюевский тип): а – левобережье р. Мишиха; б – междуречье рек Мишиха–Балваниха; в – междуречье Бол. и Мал. Язовки и правобережье Бол. Язовки; г – местоположение обнажений. Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 8.** Correlations of sediments in sections of the Tankhoi suite (Mishikha-Klyuevka type): а – left bank of the Mishikha river; б – area between Mishikha and Bolvanikha rivers; в – area between Bolshaya and Malaya Yazovka rivers and the right bank of Bolshaya Yazovka river; г – locations of outcrops. See the legend in Figure 2.



**Рис. 9.** Зарисовки разрезов мишихинско-клюевского типа танхойской свиты: *a* – левобережье р. Клюевка в приустьевой части (карьер, обн. 118); *б* – междуречье Клюевка–Мысовка (обн. 119). Усл. обозн. см. на рис. 2.

**Fig. 9.** Drawn sections of the Mishikha-Klyuevka type of the Tankhoi suite. *a* – left bank of the Klyuevka river at the near-river-mouth part (open pit, outcrop 118); *б* – area between Klyuevka and Mysovka rivers (outcrop 119). See the legend in Figure 2.

выше – зеленовато-серые алевролиты с пропластками аргиллитов (интервал глубин 63.5–18.0 м). В скв. 15 левого водораздела р. Клюевка на гранитном фундаменте вскрыта пачка алевролитов и аргиллитов в частом переслаивании с пластами бурого угля (интервал глубин 70.0–35.3 м). Выше следуют песчаники и пески мелконеравнозернистые светло-серые (интервал глубин 35.3–15.8 м) и затем – алевролиты (интервал глубин 15.8–10.0 м).

Общая мощность отложений мишихинско-клюевского типа разреза танхойской свиты составляет до 425 м. Характерные черты этого стратона определяются генезисом его осадков: пески и песчаники образуют мощные пласты и пачки, они более крупнозернистые и хуже отсортированные, в алевритопесчаных породах почти повсеместно присутствует гравийная примесь, а также галечно-гравийные прослои и линзы.

В русловых осадках отмечены серии ритмичной ко-сой слоистости, размывы в основании пластов, присутствие окатышей почти синхронных им алевролитов и глин. При достаточной полноте разрезов представлены развитые трехчленные ритмы. Проточно-реже застойноозерные слои и пачки, парагенетически связанные с русловым аллювием, рассматриваются в качестве пойменных образований аллювиального типа.

Варьирующееся и подчиненное значение имеют пролювиальные осадки.

Мишихинско-клюевские отложения танхойской свиты накапливались в долине широкой реки с многочисленными старицами и пойменными озерами при влиянии боковых притоков, как относительно стабильных, так и врѐменных.

Во многих работах [Pal'shin, 1955; Logatchev, 1972, 1974; Skoblo et al., 1981; и др.] отмечались литофациальные вариации в разрезе танхойской свиты – доминирование алеврито-углисто-глинистых отложений в танхойском типе и песчаных, гравийно-песчаных пород – в мишихинско-клюевском. Эти различия подтверждены в настоящей работе результатами статистического анализа по методике, приведенной Л.А. Верховской [Verkhovskaya et al., 1972] (табл. 1).

Из анализа таблицы 1 следует, что наибольший вклад в различие между стратонами вносит средний размер терригенных зерен псаммитов. Естественно и большее содержание в танхойских угленасыщенных разрезах органического вещества (за счет растительного детрита). Коэффициент вариации (*V*) и параметр сортировки материала (*Hr*) указывают на бѐльшую упорядоченность пластов алевритопесчаных пород, слагающих танхойский тип разреза свиты. В

Таблица 1. Сопоставление характерных признаков пород танхойской и мишихинско-клюевской «фаций» танхойской свиты

Table 1. Comparison of typical indicators of rocks in the Tankhoi and Mishikhino-Klyuevskaya 'facies' of the Tankhoi suite

Признаки (ранжированный ряд)	«Фации»	
	Танхойская	Мишихинско-клюевская
<i>Md</i> , мм	0.36	1.05
<i>C<sub>одг.</sub></i> , %	5.90	3.67
<i>V</i>	0.89	0.99
<i>Hr</i>	0.68	0.74

Примечание. *Md* – медианный размер терригенных зерен псаммитов; *V* – коэффициент вариации; *Hr* – мера сортировки.

Note. *Md* – median size of terrigenous grains of psammites; *V* – variation coefficient; *Hr* – classification measure.

глинистой составляющей этого типа разреза отмечены высокие содержания каолинита и диккита (от 20 до 80 %, в 14 из 27 проб).

Данные по составу отложений танхойской свиты приведены В.Н. Мазилковым и др. [Logatchev, 1972]. В «танхойской фации» ими определены минеральные ассоциации глин: монтмориллонит–гидрослюда и каолинит–монтмориллонит, в «мишихинско-клюевской фации» (в песчано-гравийных глинах и алевролитах) – монтмориллонит и каолинит. Пески и песчаники преимущественно аркозовые и менее – аркозово-кварцевые. В «мишихинско-клюевской фации» выявлена шпинель-ильменит-роговообманково-эпидотовая терригенно-минеральная ассоциация, а в отложениях «танхойской фации» (разрезы рек Куркавочная и Половинка) – сфен-альмандин-эпидотовая. Различие терригенно-минеральных ассоциаций в разрезах отражало вариации состава пород в питающих провинциях хр. Хамар-Дабан, сложенных древними (архей (?) – протерозой) метаморфическими толщами на западе Танхойского поля и преимущественно палеозойскими и протерозойскими гранитоидами на востоке [Kuznetsov, Khrenov, 1982; и др.].

Специфика двух типов разрезов танхойской свиты четко выражена литолого-фаціальными признаками и подчеркнута вещественным составом пород.

В палеогеографическом отношении миоценовая эпоха осадконакопления представляется как обширное малоподвижное, участками застойное, периодически заболачивавшееся «Танхойское» озеро, в которое впадала река Мишихинско-Клюевской палеодолины. В широкой долине последней располагались старицы, пойменные озера, редко – болота. Река протекала с северо-востока на юго-запад.

По биостратиграфическим данным, имеющимся для разных групп фауны и флоры, считается доказанным в целом неогеновый возраст танхойской свиты. Остатки рыб, флористические остатки, палинокомплексы, диатомовые водоросли большинством специалистов датируются только миоценом. В верхней части непрерывного разреза клюевских отложений свиты присутствует палинокомплекс раннего плиоцена, что позволило

поднять верхнюю возрастную границу танхойской свиты до нижнего плиоцена.

### 2.1.3. Осиновская свита

Эта свита выделена на территории распространения аносковской свиты в западной части Танхойского поля со стратотипом, охарактеризованным по р. Осиновка-Кедровая [Mats, 1985; Mats et al., 2001, 2011]. Крупные фрагменты разреза, длиной до 400 м, прослежены от устья реки до контакта с древними метаморфическими толщами и гранитоидами, на протяжении 8 км. Отложения свиты залегают на каолининовой коре выветривания. Нижняя часть разреза представлена аллювиальными образованиями – валунно-галечными конгломератами с редкими прослоями алевролитов, песчаников и тонкими линзами угля. В песчано-алевритовых прослоях средней части разреза В.М. Климановой и В.А. Мишариной установлены спорово-пыльцевые спектры раннего-среднего миоцена. Выше по разрезу свита сложена песчано-галечными и галечно-песчаными осадками, характеризующими отложения крупной дельты, а также прибрежно-озерные литофации с участием галечников волноприбойных валов. В кровле разреза залегают пласт глинистых алевролитов с включениями мелких галек, так называемые «синие аносковские глины» [Pal'shin, 1955]. Глины обогащены растительным детритом, содержат включения вивианита. Из алевролитов этого пласта В.М. Климановой выделен богатый спорово-пыльцевой спектр позднего миоцена – раннего плиоцена. Присутствуют также древние представители диатомовых водорослей рода *Stephanodiscus*, байкальские эндемики не установлены. Олигоценные слои в основании осиновской свиты не отмечались. Мощность свиты составляет около 1000 м [Mats et al., 2001, 2011].

### 2.1.4. Опорные разрезы танхойского горизонта за пределами Танхойского поля

Возрастные аналоги танхойского горизонта Танхойского поля детально изучались на юго-восточном

побережье Байкала за его пределами при специальных тематических исследованиях Д.Б. Базаровым, А.Б. Иметхеновым, В.В. Савиновой, В.А. Беловой, а также и при геолого-поисковых и геолого-съёмочных работах И.М. Борисенко, Г.А. Ермаковым, В.С. Платовым.

В работах Д.Б. Базарова и А.Б. Иметхенова охарактеризованы разрезы миоцена, вскрытые расчистками под плиоцен-четвертичными отложениями в районе селений Боярск, Мантуриха, в устьевых частях рек Толбазиха, Тельная, Мысовая. Эта серия разрезов неоген-четвертичных отложений объединена ими в Боярский опорный разрез (кроме разреза Мысовая) [Bazarov et al., 1974, 1984a, 1984b; Bazarov, 1986; Imetkhenov et al., 1979; Imetkhenov, 1987] (опорный разрез совмещенных отложений танхойской и аносковской свит 5а на рис. 1). Отложения Боярского разреза прослежены на протяжении 14–15 км от устья р. Тельная к северо-востоку до пункта Поворот.

Наиболее представительный разрез изучен в обнажении Боярск (между разрезом Сухой ручей и ст. Боярск) [Imetkhenov, 1987]. Здесь, в уступе 14-метровой террасы Байкала, в основании разреза, представлено восемь разновозрастными пачками терригенных кайнозойских палинологически датированных отложений, детально описан состав отложений и палинология нижней миоценовой пачки 8. В ней преобладают песчанистые глины темно- и зеленовато-синие (сизые), плотные, комковатые, с прослойками песков. Основной минерал глин – монтмориллонит. Присутствуют также другие минералы глин – гидрослюда, каолинит и вермикулит. При изучении более 100 проб песчанистых глин из пачки 8 обнажения Боярск В.А. Беловой и В.В. Савиновой был выявлен спорово-пыльцевой комплекс (ПК), подобный позднемиоценовому ПК, установленному [Sedova, 1956] в отложениях верхней части разреза танхойской свиты («клюевского фациального комплекса», по Г.Б. Пальшину) в устье р. Клюевка. Позднее В.А. Белова [Belova, 1975] датировала зеленовато-серые глины пачки 8 обнажения Боярск, а также изученные ею верхнеклюевские глины танхойской свиты верхним миоценом.

К танхойской свите в Боярском разрезе отнесена и вышележащая пачка 6, представленная песками серовато-желтыми, мелко-среднезернистыми косослоистыми (мощность до 4 м). В песках В.В. Савиновой определен палинокомплекс раннего плиоцена [Imetkhenov, 1987].

ПК среднего и позднего миоцена были выявлены в подобных боярским песчано-глинистых, местами углистых отложениях из разрезов других террас Байкала. В уступе 10-метровой байкальской террасы в 1.5 км к северо-востоку от устья ручья Тельный под плиоцен-четвертичными отложениями В.В. Савиновой и В.А. Беловой изучена и датирована нижним-средним миоценом нижняя пачка 4 (мощность 2.4 м). Разрез представлен глиной желтовато- и темно-бурой, вязкой

с прослоями песка с сизоватым оттенком и пластом (линзой?) разложившегося угля в основании. Миоценовые отложения известны также вблизи устья р. Мантуриха, в 10-метровой террасе Байкала (в 8 км к юго-западу от ст. Боярск). Нижняя в разрезе пачка 3 (мощностью 5.2 м) сложена глинами, алевролитами с линзами песка мелкозернистого, разномзернистого – до гравелистого. М.А. Седова, изучившая спорово-пыльцевые спектры из темно-синих глин разреза в устье р. Мантуриха, отнесла их к верхнему миоцену, сопоставив с позднемиоценовым палинокомплексом из отложений разрезов скважин участка Зага [Pal'shin, 1955].

При геолого-съёмочных работах в масштабе 1:200000 (лист М-48-V) в двух скважинах (глубиной до 250 м), пройденных у ст. Боярск и в долине р. Толбазиха, под плиоцен(?)-четвертичными песчано-галечниковыми отложениями вскрыты однотипные, существенно глинистые, глинисто-алевритовые породы с примесью песчаного материала. Глины серые, буровато- и зеленовато-серые, местами с голубоватым оттенком. Присутствуют маломощные прослойки песков, гравия и единичные – галечников (до 0.5 м). Подобные аллювиально-озерные отложения наиболее характерны для мишихинско-клюевских разрезов танхойской свиты. В алевроглинистых слоях И.В. Лузиной определен палинокомплекс, сопоставленный ею с ПК IV (поздний миоцен – ранний плиоцен) по В.М. Климановой [Logatchev, 1972].

В дельте р. Селенга фрагменты разреза верхней подтолщи, сложенные песчано-глинистыми угленосными отложениями танхойской свиты, изучены в юго-западной и северо-восточной частях впадины, соответственно, на участках сел Поворот – Мысовая и Оймур – Сухая. Все стратона охарактеризованы палинокомплексами миоцена – раннего плиоцена [Sedova, 1956; Pal'shin, 1955; Zamaraev, Samsonov, 1959; Bazarov et al., 1976; Belova, 1975, 1985; Imetkhenov et al., 1979; Imetkhenov, 1987].

В серии нефтепоисковых скважин в районе сел Энхалук, Зага, Сухая (С-4, 18-к и др.) в интервалах глубин 170–400 м в глинисто-алевритовых слоях выделены спорово-пыльцевые спектры, подобные раннемиоценовым ПК, установленным в основании танхойской свиты по р. Осиновка-Танхойская. В интервале глубин 110–140 м тех же скважин выделен ПК среднего миоцена [Pal'shin, 1955]. Г.Г. Мартинсон [Martinson, 1961] указывал на присутствие в разрезах этих скважин моллюсковой фауны родов *Tulotoma*, *Viviparus* и др., подобной таковой в отложениях танхойской свиты р. Половинка на Танхойском поле.

В центральной части впадины, в дельте р. Селенга, палинологически датированные отложения танхойской свиты вскрыты глубокими скважинами треста «Востсибнефтегеология» в 1950–1960-х годах под плиоцен-четвертичными отложениями в разных тектонических блоках в интервале глубин 200–800 м и более. Струк-

турные карты Селенгинской депрессии, составленные М.И. Мельник и др. в 1955 г. по двум каратажным реперам, отражают блоковое погружение фундамента в сторону оз. Байкал с выделением на фоне погружения поднятий в районе поселков Энхалук и Оймур.

Биостратиграфическим изучением кернового материала буровых скважин в 1951–1954 гг. занимались специалисты Палеонтологической партии треста «Востсибнефтегеология». В верхней части разреза дельты р. Селенга ими выделены плиоценовые и миоценовые отложения. Миоценовые песчаники, пески, глины и алевролиты датированы по спорово-пыльцевым спектрам, включающим пыльцу ели, сосны, тсуги, в меньшей степени – болотного кипариса и широколиственной флоры. Плиоценовый нижний горизонт глин, алевролитов, песков отличался значительно меньшим содержанием пыльцы широколиственных пород и почти полным отсутствием элементов субтропической флоры. В плотных вязких глинах авторами отмечались диатомовые водоросли рода *Melosira* [P'yasova et al., 1954].

Позднее по разрезу скв. 3-Р (с. Исток) в интервале глубин 731–786 м, а также по серии других скважин в дельте р. Селенга (1-Р, 2, 3, 5-Р) в интервале глубин 125–558 м Т.М. Орловой были изучены близкосинхронные спорово-пыльцевые спектры, датирующие песчано-алеврито-глинистые отложения ранним (?) – средним миоценом. Подобные ПК среднего миоцена выявлены М.А. Седовой в скважинах на реках Загза и Сухая в интервале глубин 110–140 м. По палинологическим данным [Zamaraev, Samsonov, 1959] нижние части разрезов скважин 1-Р и 2 отнесены к миоцену. Там же [Belova, 1975] по скв. 4 (коллекция В.В. Самсонова) по шламу с интервала глубин 870–960 м были изучены спорово-пыльцевые спектры позднего олигоцена – раннего миоцена. По данным И.В. Лузиной, подобный ПК наиболее характерен для раннего – среднего олигоцена средней части булусинской свиты [Rasskazov et al., 2007].

Результаты изучения отложений танхойской угленосной свиты во впадинах Тункинской рифтовой долины и на Еловской междувпадинной перемычке приведены в серии работ [Logatchev, 1958, 1968, 1974; Florensov, 1960, 1968; Martinson, 1951, 1961; Naletov, 1961a, 1961b; Cheremisinova, 1973; Mazilov et al., 1993]. Ряд разрезов был изучен авторами настоящей статьи [Skoblo et al., 1981; Skoblo, Lyamina, 1983; Rasskazov, 1993; Rasskazov et al., 1990, 2000, 2007, 2010a; Chernyaeva et al., 2007].

По литолого-фациальному составу отложения танхойской свиты в наиболее крупной Тункинской впадине сопоставимы с мишихинско-клюевскими разрезами этой свиты в Танхойском поле. В большинстве угленосных разрезов свиты в скважинах на Ахаликской площади (восточная часть Тункинской впадины) преобладают глинистые алевролиты и алевропесчаники, перемежающиеся с песчаниками, от крупнозерни-

стых до отсортированных мелкозернистых. Присутствуют также маломощные (до 1 м) пропластки галечников. Как и в южнобайкальских разрезах, здесь широко распространены углистые алевролиты и алевропесчаники с высоким содержанием растительного детрита, часто со скоплениями вивианита.

Основные типы пород в разрезах скважин Ахаликской площади составляют (в %): пески и песчаники – 31.9 (скв. 32), 22.2 (скв. 53); алевролиты – 53.1 (скв. 32), 33.5 (скв. 53); глины – 15.0 (скв. 32), 44.3 (скв. 53). В разрезах выявлено широкое распространение глин, присутствующих в виде самостоятельных слоев мощностью до нескольких метров или в пачках тонкого переслаивания с алевропесчаными породами. В базальных горизонтах танхойской свиты глины преимущественно каолиновые. В других частях разрезов установлен ряд парагенетических ассоциаций – существенно каолиновых, монтмориллонитовых, каолинит-гидрослюдистых и др. [Logatchev, 1972].

На Ахаликском бурогольном месторождении, разведанном в 1962–1964 гг., в танхойской свите задокументировано девять угольных пластов рабочей мощности и до 20 пропластков и линз. Резко преобладают гелифицированные разновидности углей [Naumov et al., 1964]. В южном и западном направлениях мощность угольных пластов уменьшается и они выклиниваются [Logatchev, 1972].

По направлению к северному борту Тункинской впадины, в разрезе глубокой опорной скв. Р-2 (глубина 2100 м), пробуренной в районе дер. Талой, среди терригенных глинисто-песчаных отложений танхойской свиты на глубине более 1075 м появляются базальты (по А.Е. Пovyшшеву). В интервале глубин 270–540 м обнаружен горизонт туфов базальтового состава и туффитов [Logatchev, Kravchenko, 1955], ныне – ахаликская свита ( $N_2^3 - Q_{E1}$ ?) [Decisions ..., 1981]. Вулканические конусы и лавовые потоки находятся в днище впадины. По всему разрезу скважины выделено до 65 прослоев базальтов мощностью от первых метров до 80 м [Naletov, 1961a, 1961b; Belov, 1963]. Базальты глубинного интервала 1075–2010 м скв. Р-2 коррелируются со средне-верхнемиоценовыми базальтовыми лавами из обнажений Еловского отрога возрастом 16–8 млн лет, туфы и туффиты глубинного интервала 270–540 м – с лавами и вулканическими постройками отрога возрастом 4.0–2.4 млн лет. Для лав и вулканических конусов днища впадины получены К-Ардатовки квартера около 1.6 млн лет [Rasskazov et al., 2010b].

Другой глубокой скважиной (Р-1), пройденной в южной части Тункинской впадины в районе с. Жемчуг, от поверхности до фундамента на глубине 1026 м вскрыты только терригенные третичные отложения. Под плиоцен-четвертичными осадками (пачка 2) залегают слабоугленосная миоценовая танхойская свита (пачка 1), мощность оценивается в 420 м [Naletov, 1961a, 1961b] или 330 м [Logatchev, 1972]. Разрез пач-

ки 1, по данным специалистов треста «Востсибнефтегеология», представлен перемежаемостью пластов глин темно-серых, серых, песчанистых с песками кварцевого состава, в разной мере глинистыми. Ближе к основанию пачки 1 вскрыт маломощный пропласток бурого угля.

Разрез танхойской свиты по глубокой опорной скважине колонкового бурения, вновь пробуренной в районе с. Жемчуг в 1987 г. рядом со скв. Р-1, детально изучался [Mazilov et al., 1993]. Наряду с характерными для танхойской свиты Тункинской впадины палинокомплексами миоцена – раннего плиоцена [Logatchev, 1972; и др.], в разрезе в интервале глубин 1050–880 м обнаружены спорово-пыльцевые комплексы позднего олигоцена. Последние сопоставлялись авторами с позднеолигоценовыми ПК из верхних горизонтов каменной свиты Лено-Ангарского междуречья [Logatchev et al., 1964], ныне – по палинологическим данным, верхи булусинской свиты (верхний олигоцен) [Decisions..., 1981; Litvintsev, Tarakanova, 1967, 1973]. В вышележащей толще танхойской свиты (с глубины 880 м) спорово-пыльцевые комплексы сопоставлялись с ПК нижних и более высоких горизонтов баяндайской свиты ( $\rho_3^3$ - $N_3^1$ ) Лено-Ангарского междуречья (с некоторыми вариациями, в связи с присутствием пыльцы гнетовых и повышенного для олигоцена количества пыльцы тсуг).

С нашей точки зрения, в разрезе кайнозойских отложений по скв. 1987 г. к танхойской свите, датированной ПК миоцена – раннего плиоцена, может быть отнесен интервал 880–660 м. Нижележащие отложения (интервал 1050–880 м) с палинокомплексом позднего олигоцена соответствуют самостоятельному стратону. Как подчеркивали В.Н. Мазиллов и другие [Mazilov et al., 1993], «...коренным образом отличаются результаты кластирования минералогических анализов проб из отложений верхней части танхойской свиты от нижней – отложений верхнего олигоцена..., в верхней – в три раза уменьшилось среднее содержание ильменита и сфена; ... минералов группы амфиболов увеличилось более чем в пять раз». Только в олигоценовой части разреза отмечено «засилие терригенного каолинита». Обращено внимание и на другие отличительные особенности литологического состава этих двух подразделений: повышенную карбонатность и угленасыщенность, широкое развитие озерных и болотных обстановок отложений в нижней (верхнеолигоценовой) части разреза, возрастание роли русловых и озерных фаций в его верхней (миоцен-нижнеплиоценовой) части.

В разрезе скважины вскрыто до 20 (в основном маломощных) угленосных пластов. В верхнеолигоценовой части, ближе к кровле, залегают более мощные (2–3 м) пласты. По степени углефикации угли соответствуют первой стадии метаморфизма, по генетической принадлежности подразделены на три группы: гумолитовую, сапропелитовую и сапрогумолитовую. Са-

пропелиты обнаружены только в верхнеолигоценовой части разреза.

Миоценовые отложения танхойской свиты фрагментарно установлены также в Мондинской впадине (скв. в пос. Монды). В.М. Климановой выделены в этой скважине богатые спорово-пыльцевые комплексы, датирующие терригенный разрез мощностью 10 м средним-верхним миоценом [Medvedev, 1968].

В углепоисковых скважинах Торской впадины (Л.С. Наумов, 1962–1964 гг.) разрезы танхойской свиты по литолого-фациальному составу подобны разрезам в Тункинской впадине с доминирующей ролью глинистых алевритов и алевритовых песчаников. Среди последних наблюдаются маломощные прослои песков и глин и редкие пропластки галечников (до 20 м). В основании свиты прослежены аллювиальные галечники. В результате разведочных работ обнаружено два пласта бурых углей рабочей мощности [Naumov et al., 1964].

На Еловском отроге отложения танхойской свиты имеют существенно меньшую мощность, чем в Тункинской впадине: по С.Г. Саркисяну (1958) – до 320 м, по А.Е. Потапенкову (1944) – 500–600 м (вместе с отложениями плиоцена) [Naletov, 1961a, 1961b]. В сводном разрезе Заготуйского месторождения с промышленными запасами бурых углей (пласты сверху – 3.65; 0.25; 9.50 м) мощность танхойской свиты составляет около 70 м.

По результатам изучения разрезов скважин колонкового бурения в танхойской свите Тункинской впадины В.М. Климановой и др. обосновано три типа разновозрастных спорово-пыльцевых комплексов, сопоставимых с синхронными ПК миоценовых отложений дельты р. Селенга, побережья Южного Байкала и Лено-Ангарского междуречья [Logatchev, 1972], (табл. 1). Для нижней части танхойской свиты Тункинской впадины характерны палинокомплексы II типа (верхний олигоцен – нижний миоцен), сопоставимые с комплексами верхнего горизонта каменной свиты (ныне – верхней частью булусинской – нижней частью баяндайской свит [Decisions..., 1981]) Лено-Ангарского междуречья [Logatchev et al., 1964] и с подобным палинокомплексом [Belova, 1975, 1985] из нижнетанхойских отложений по р. Половинка Танхойского третичного поля, а для средней части разреза танхойской свиты Тункинской впадины – спорово-пыльцевые комплексы III типа (средний миоцен). Подобные ПК изучены в отложениях верхней части баяндайской свиты Лено-Ангарского междуречья и обнаружены М.А. Седовой [Sedova, 1956] и В.А. Беловой [Belova, 1985] на Танхойском поле в средней части разреза по р. Мишиха, а также Е.М. Ващенко – по рекам Половинка, Ушаковка и др. [Skoblo et al., 1981].

Палинокомплекс IV типа (верхний миоцен – нижний плиоцен) установлен В.М. Климановой в верхней части разрезов танхойской свиты Тункинской впадины. Этот ПК близок по составу к комплексам спор и

пыльцы самых верхних горизонтов баяндайской свиты, датированных нижним плиоценом, что подтверждается также данными по диатомовым водорослям [Cheremisinova, 1966, 1973].

По материалам авторов настоящей статьи и других исследователей Байкальского региона, сопоставлению отложений танхойской свиты впадины Тункинской рифтовой долины с разрезами Танхойского третичного поля и Витимского плоскогорья способствуют, наряду с палинокомплексами, состав диатомовых водорослей, спонгиофауны, а также радиоизотопные датировки вулканических пород.

Установлено сходство диатомей при сравнении их видового состава в осадках среднего-верхнего миоцена Витимского плоскогорья и миоцена Тункинской впадины – *Actinocyclus tunkaensis* и *Lobodiscus sibiricus*, содержащиеся в массовом количестве [Chernyaeva et al., 2007; Rasskazov et al., 2007]. На юго-восточном побережье Байкала в отложениях танхойской свиты по р. Половинка выделены диатомеи пра-*Aulacoseira*, *Actinocyclus*, *Tetracyclus*, все виды которых характерны для миоцена Байкальского региона [Chernyaeva, Popova, 1993; Chernyaeva et al., 2007]. В миоценовых отложениях Тункинской впадины (скв. 2, 80 и обн. 1 по рч. Харгантай) диатомовая флора (пра-*Aulacoseira*) [Cheremisinova, 1973] коррелируется с диатомеями, выявленными в разрезе танхойской свиты р. Половинка.

В отложениях Тункинской рифтовой долины, в основном в разрезе по левобережью р. Замараиха, Г.Г. Мартинсоном [Martinson, 1948] изучен обширный комплекс спонгиофауны. Спикулы пресноводных губок – виды родов *Baicalospongia*, *Spongilla*, *Ephidata*, датированные Г.Г. Мартинсоном миоценовым возрастом, – характеризуют здесь толщу глинистых пород. Подобные виды губок обнаружены в угленосной танхойской свите Танхойского поля (р-н ст. Танхой, р. Половинка и др.) [Popova, 1964; Martinson, 1948, 1951, 1982].

### 3. АНОСОВСКИЙ ГОРИЗОНТ: АНОСОВСКАЯ И ШАНХАЙХИНСКАЯ СВИТЫ

Аносовский региональный стратиграфический горизонт объединяет плиоценовые песчано-галечные охристые озерно-аллювиальные отложения аносовской и шанхайхинской свит, вскрытые в береговых разрезах юго-восточного побережья Байкала (Танхойское поле) и его восточного побережья (дельта р. Селенга), в разрезах впадин Тункинской рифтовой долины и Еловского отрога [Palibin, 1936; Ryabukhin, 1935; Pal'shin, 1955; Florensov, 1960; Logatchev, 1958, 1972; Kodachigov et al., 1961; Voropinov, 1961; Vikulov, Potorochenko, 1962; Yanshin, 1980; Logatchev, 1974; Logatchev et al., 1964; Rasskazov, 1993; Rasskazov et al., 2007, 2010a, 2010b; Imetkhenov et al., 1987; Decisions..., 1981; Mats et al., 2001, 2011].

Отложения горизонта в разных стратонах от конца раннего до среднего-позднего плиоцена датированы палинокомплексами, комплексами диатомовых водорослей, пресноводными губками, обломками костей мелких млекопитающих (корнезубыми, виланийными и мимомисными формами [Adamenko et al., 1982a, 1982b]. Синхронность стратонов аносовского горизонта в объеме плиоцена подтверждена многими биостратиграфическими исследованиями разрезов в дельте р. Селенги и Усть-Миндайской котловине Баргузинской впадины (Бодон, Зама, Алгал – участки углезаправки и других геолого-поисковых работ) [Zamaraev, Samsonov, 1959; Bazarov et al., 1976; Khlystov, Dekhtyareva, 1970; Davydov et al., 1981].

Рассмотрены разрезы шанхайхинской свиты в междуречье Шанхайха – Дулиха и синхронные с ними отложения в составе шанхайхинского горизонта (верхний плиоцен – эоплейстоцен), выделенного для Южного и Среднего Байкала [Mats et al., 2011]. Между тем, первоначально охристые отложения среднего-верхнего плиоцена рассматривались в разрезе по р. Аносовка под соответствующим названием аносовской свиты в стратотипе, поэтому существует очевидный приоритет принятого с 1950-х годов обозначения охристых плиоценовых (плиоцен-эоплейстоценовых) отложений Байкальской системы впадин как аносовских. Это название использовалось во всех производственных и тематических работах [Decisions..., 1981], в легендах к государственным геологическим картам разных масштабов, в том числе к картам нового поколения (2000 г.). Шанхайхинская свита в легендах к картам нового поколения не обозначалась. Это послужило основанием для закрепления за объединенными аносовским и шанхайхинским стратонами названия аносовского регионального горизонта [Rasskazov et al., 2010a]. В более поздней работе [Mats, 2013] для обозначения этого регионального горизонта использовались названия «аносовский» и «шанхайхинский».

#### 3.1. СТРАТОТИП АНОСОВСКОЙ СВИТЫ

Стратиграфический разрез свиты, хорошо обнаженный в долине р. Аносовка, изучался как «аносовская фация» плиоцена – верхнего плиоцена [Pal'shin, 1955; Sedova, 1956], «охристая свита» верхнего плиоцена, «нижняя охристая подформация молассовой формации» [Logatchev, 1958, 1974; Logatchev et al., 1964; и др.], «аносовская свита» верхнего плиоцена [Logatchev, 1972], «аносовская свита» среднего-верхнего плиоцена [Bazarov et al., 1974, 1976; Imetkhenov et al., 1979; и др.], «аносовская свита» среднего-верхнего плиоцена [Decisions..., 1981].

Разрез охристых отложений плиоцена обнажен в 0.1–0.8 км выше моста через р. Аносовка. На ее правобережье вскрыты две пачки, представляющие собой разновозрастные стратоны неогеновых отложений (сверху):

1. Аносовские охристые отложения представлены крупнозернистыми песками с невыдержанными прослоями и линзами галечников (до мелкогалунных) высокой степени окатанности и сортированности. В верхней части разреза песчаные и глинисто-алевропесчаные слои имеют мощность до 2.5 м и более. Пески преимущественно крупно- и разнозернистые желтовато-серые, бурые, темно-бурые. Состав олигомиктовый, кварцевый и аркозово-кварцевый. Все породы обогащены слюдами (обычно биотитом), составляющими от 25 до 60 % в песчано-алевритовой фракции. Соотношение основных типов пород аносовской свиты по р. Аносовка: конгломераты и гравелиты – 41 %, пески – 19 %, алевриты – 37.4 %, глины – 2.4 %. Мощность пачки 25–30 м [Logatchev, 1972]. Верхний стратон мощностью 30 м в обнажении протяженностью более 250 м охарактеризован также [Imetkhenov, 1987, рис. 20].

2. Нижний стратон представлен пачкой плотных глин («синие аносовские глины»), алевролитов и алевропесков, сизых, желтовато-серых, сероцветных. Видимая мощность 3.0–4.0 м, в одном из фрагментов разреза – 17.5 м [Imetkhenov, 1987, рис. 20, слой 5].

В подобных алевроглинистых отложениях близ устья р. Дулиха В.М. Климановой выявлен богатый верхнетанхойский палинокомплекс IV [Logatchev, 1972]. Из этого же обнажения Г.П. Черняевой изучен комплекс диатомовых водорослей. В обоих разрезах установлено залегание аносовских охристых отложений на подстилающих алевроглинистых породах танхойской свиты с размывом и угловым несогласием [Pal'shin, 1955, 1959; Bazarov et al., 1976; Logatchev, 1972; Imetkhenov, 1987]. Стратоны, подстилающие аносовскую свиту в западной части Танхойского поля (реки Аносовка, Дулиха), рассматривались [Mats et al., 2001] в составе осиновской свиты, синхронной с танхойской.

В разрезе охристых псефито-псаммитовых отложений по р. Аносовка и на междуречье Аносовка–Дулиха В.М. Климановой установлен позднеплиоценовый палинокомплекс V, сопоставленный ею с ПК аносовской свиты Тункинской впадины и подобным ПК красноцветной формации Лено-Ангарского междуречья [Logatchev, 1972, табл. 1]. Палинокомплекс позднего плиоцена в долине р. Аносовка был выделен ранее М.А. Седовой и Г.А. Иордан [Pal'shin, 1955; Sedova, 1956]. Мощность охристой аносовской свиты в террасовалах стратотипической местности меняется от 40 до 200 м [Pal'shin, 1955; Adamenko et al., 1982a, 1982b], в Тункинской и Байкальской впадинах достигает 1000 м [Decisions..., 1981].

### 3.2. ОПОРНЫЕ РАЗРЕЗЫ АНОСОВСКОЙ СВИТЫ

Наряду с разрезами аносовской свиты в западной (прихамардабанской) части Танхойского поля, известна серия опорных разрезов охристых палинологически

датированных плиоценовых отложений в восточной части поля, а также на северо-востоке Байкальского побережья.

В Боярском опорном разрезе кайнозойских отложений к верхнему плиоцену В.В. Савиновой и В.А. Беловой отнесена пачка 3 (сверху), сложенная темно-бурым песком с прослоями бурой глины, мощностью 0.9–1.2 м. Эти данные согласуются с более ранними определениями, полученными для пропластка глин в верхней части охристого слоя Боярского разреза [Zataraev, Samsonov, 1959].

Ниже по разрезу датированного слоя 3 распространены пески (слои 4–6) от красно-бурых до серовато-желтых с палиноспектром середины плиоцена (условно). Мощность всей песчаной пачки 3.0–4.0 м. В основании разреза обнаружены галечники (слой 7) буровато-желтые, ржаво-бурые с прослоями ожелезненных гравелистых песков. Галька хорошо окатана, имеет плоскую и округлую форму. Мощность слоя 3.0–3.8 м. Общая мощность аносовской свиты в боярском разрезе меняется от 5.0 до 10.0 м.

Опорный разрез аносовской свиты, датированный среднеплиоценовым ПК, обнажен на участке сел Поворот и Мысовая. Вскрытие серией расчисток [Imetkhenov, 1987, рис. 7 – расчистки 142, 203, 201] показало распространение галечников с редкими валунами и плотно сцементированных охристых разнозернистых гравелистых песков. В этих разрезах аносовские галечники с размывом и несогласием залегают на песчано-глинисто-углистых породах танхойской свиты с ПК позднего миоцена (расчистка 201) и раннего плиоцена (расчистка 142).

Опорный разрез аносовской свиты с ПК среднего-позднего плиоцена обнажен вблизи дельты р. Селенга, в 1.5 км юго-западнее села Малый Дулан. Он вскрыт карьером на увале высотой 105 м над уровнем Байкала в районе Каменной горы [Imetkhenov, 1987, рис. 28]. Отложения смяты в пологие складки с наклоном слоев до 14° в сторону Байкала.

Из нижнего гравийно-мелкогалечного слоя с прослойками глинистого ожелезненного песка (слой 5), а также из верхних слоев, сложенных охристыми песками и галечниками (слои 2, 3), В.В. Савиновой и Г.П. Балдаевой получены близкие по составу спорово-пыльцевые спектры среднего (?) – позднего плиоцена, сопоставимые с ПК аносовской свиты опорного Боярского разреза.

Подобные охристые, условно плиоценовые отложения выявлены в малых впадинах Юго-Восточного Прибайкалья: Максимихинской, Нижнетуркинской, Завандинской [Bazarov et al., 1974, 1976, 1984a, 1984b; Davydov et al., 1981; Mats et al., 2001]. Эти впадины заполнены обохренными песчано-галечными, песчано-дресвяными, суглинистыми осадками мощностью 50–150 м, залегающими на метаморфических породах. В верхней части разрезов присутствуют маломощные слои темно-коричневых щебнистых глин и суглинков,

аналогичных верхнеплиоценовым-эоплейстоценовым красноцветам Забайкалья.

Опорные разрезы охристой аносковской свиты датированы в Тункинской рифтовой долине средним (?) – поздним плиоценом – эоплейстоценом по комплексу мелких позвоночных, палинокомплексам и диатомовым водорослям [Adamenko et al., 1982a, 1982b, 1984; Logatchev, 1958, 1972, 1974; Logatchev et al., 1981; Cheremisina, 1966, 1973; Decisions..., 1981]. Ряд разрезов имеет географические названия: Ильчирский карьер, разрез Анчуг (Быстринская впадина), разрезы Ахаликский, Замараихинский, Хобокский (Тункинская впадина, Еловский отрог) [Rasskazov et al., 2007, 2010b].

### 3.3. ШАНХАЙХИНСКАЯ СВИТА

Свита получила название по р. Шанхайха [Mats, 1985; Mats et al., 2001]. В ее составе рассматривались плиоценовые отложения западной части хамардабанского побережья Южнобайкальской впадины. В качестве стратотипа принят разрез на междуречье Шанхайха – Хара-Мурин [Mats, 1985; Mats et al., 2001, рис. 6.25]. Разрез прослежен с запада на восток вдоль тракта Иркутск – Улан-Удэ на расстоянии 600 м. Он представлен крупными галечниками, гравийно-галечными отложениями и выше – песками. Мощность отложений – 100 м. Залегают они на кристаллическом фундаменте. В нижней части обнажения в линзовидном слое обожженных песков с примазками глины были известны находки зубов и обломков костей грызунов, принадлежащих мелким млекопитающим. Остатки костей подобных млекопитающих были изучены и из более высоких слоев стратотипической местности. Костные остатки были датированы поздним плиоценом и эоплейстоценом (средний и верхний виллафранк) [Adamenko et al., 1982a, 1982b, 1984]. Отложения стратотипа были охарактеризованы также палиноспектрами [Belova, 1985] и диатомовыми водорослями [Chernyaeva, 1990]. С учетом всех биостратиграфических данных шанхайхинская свита датировалась средним-поздним плиоценом (возможно, включая начало эоплейстоцена).

В качестве опорных рассматривались разрезы по рекам Дулиха, Паньковка, Осиновка Кедровая. Свита сложена валунно-галечными, песчано-галечными отложениями, песками (в верхней части разреза) и глинисто-песчаными отложениями, которые встречаются на удалении от горного обрамления впадины [Logatchev, 1972]. В разрезах наблюдались аллювиально-пролювиальные, озерно-аллювиальные, реже прибрежно-озерные литофации, сформированные в прибрежной зоне палео-Байкала. Окраска отложений от белесо-охристой до интенсивно охристой. Мощность отложений в стратотипе 100 м, в опорных разрезах (фрагментах) – 25–60 м.

В.Д. Мац рассматривал шанхайхинские образова-

ния в качестве крупного тектоноседиментационного ритма (второго после осиновского) и считал, что мощность свиты может достигать нескольких сотен метров. От осиновской и танхойской свит шанхайхинские отложения отделялись перерывом и несогласием и были дислоцированы [Imetkhenov, 1987, рис. 26, 28; Mats et al., 2001, рис. 6.25].

## 4. ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА СТРАТОНОВ

### 4.1. ИХТИОФАУНА

Местонахождения рыб в танхойской свите обнаружены [Skoblo et al., 1981; Skoblo, Lyamina, 1983] в правом борту долины р. Мишиха, в мощной терригенной песчано-глинистой пачке (до 56 м).

В точке наблюдения 110, в гравелисто-песчаном слое пачки 12 (мощность 8.5 м) залегают прослой алевролитов (0.2 м), в котором захоронены цельные скелеты мелких рыб, разнообразные кости крупных рыб, в том числе жаберные крышки, ребра, чешуи (см. рис. 7). Здесь же встречены отпечатки листьев широколиственных древесных пород хорошей сохранности, а у самой кровли (того же прослоя) в тонколистоватых алевролитах – единичные раковины двустворчатых моллюсков. Непосредственно над фаунистическим прослоем залегают косослоистые пески с линзами алевролитов.

Ископаемые рыбы мишихинского местонахождения изучались Е.К. Сычевской (ПИН РАН). В коллекции В.М. Скобло [Skoblo, Lyamina, 1983] ею установлены представители семейства Percidae (окуневые) – *Perca* sp. (окунь), а также семейства Cyprinidae (карповые), в том числе *Leucaspius* sp. (верховка) и *Blicca* sp. (густера). Перечисленные роды рыб (за исключением *Leucaspius*) обычны во многих неогеновых местонахождениях Сибири. Род *Perca* является обычным компонентом современной пресноводной ихтиофауны. Отсутствие *Leucaspius* и *Blicca* sp. в четвертичной сибирской фауне рыб связывается с вымиранием, вызванным похолоданием. Найденные в мишихинском разрезе рыбы обитали в слабопроточном озере с прозрачной и чистой водой и богатой водной растительностью. Фациальный анализ всего разреза отложений, вмещающих ихтиофауну, указывает на старичный характер этого озера.

Присутствие карповых и щук может указывать на существование нормально аэрируемых вод [Filippov, Sychevskaya, 2000]. Ряд форм ихтиофауны из отложений Приольхонского плато (бухта Ая) подобен мишихинским формам. Ранне-среднемиоценовый возраст рыб в Аянском местонахождении подтвержден присутствием остатков костей черепахи *Trionyx*, зайцеобразных рода *Amphilagus*, хомяков рода *Gobicricetodon*.

#### 4.2. МАЛАКОФАУНА

Представительный танхойский комплекс моллюсков разреза по р. Половинка изучен Е.С. Раммельмейер, Г.Г. Мартинсоном и С.М. Поповой. В этом местонахождении и в местонахождении долины р. Мишиха нами собраны многочисленные двустворки (униониды, корбикулиды) – виды родов *Unio*, *Lepidodesma*, *Anodonta*, *Limnocyrena*, *Corbicula*, *Sphaerium* и др. Еще полнее представлены систематически разнообразными гастроподы родов *Baicalia*, *Liobaicalia*, *Viviparus*, *Tulotomoides*, *Lithoglyphus* и др. (определения В.М. Скобло и Г.Г. Мартинсона (1975–1981 гг.)).

Г.Г. Мартинсон [Martinson, 1961], по своим сборам и коллекции Е.С. Раммельмейер [Rammelmeyer, 1940], первоначально пришел к выводу о миоцен-плиоценовом возрасте малакофауны в связи с малым содержанием встреченных в ней элементов южных фаун. Позднее, в связи с находками С.М. Поповой [Popova, 1964] очень теплолюбивых форм родов *Lamprotula*, *Hyriopsis*, Г.Г. Мартинсон датировал танхойскую малакофауну ранним – средним миоценом.

Моллюсковая фауна миоцена была изучена Г.Г. Мартинсоном также в долине р. Загза и у дер. Сухая (восточное побережье Байкала, между пос. Энхалук и Стволовая) по керну скважин 4, 18к и др. на глубинах 275–260, 216–211 и 175 м. Формы *Tulotoma tulotomoides* (Ven), *Viviparus* и др. были сопоставлены с данными спорово-пыльцевых комплексов из тех же интервалов разрезов с датировками раннего–среднего миоцена, по определениям В.В. Зауэр и М.А. Седовой [Sedova, 1956]. Сравнение всего комплекса прибайкальской малакофауны с моллюсками восточных провинций Китая и Дальнего Востока позволило «считать ее геологический возраст в пределах раннего–среднего», возможно, позднего миоцена [Martinson, 1961, с. 136].

В богатом составе малакофауны Танхойского района Прибайкалья Г.Г. Мартинсоном установлено 48 видов брюхоногих и пластинчато-жаберных моллюсков, наиболее полно изученных в разрезе р. Половинка. В глинистых и глинисто-песчаных осадках миоцена – нижнего плиоцена им выделено пять фаунистических слоев [Martinson, 1951, 1961].

По результатам изучения малакофауны в кайнозойских разрезах юга Восточной Сибири (особенно Прибайкалья), Монголии и Китая Г.Г. Мартинсоном выделено два комплекса пресноводных моллюсков: 1) комплекс мелких озер, бухт и заливов и 2) комплекс открытого побережья открытых вод крупных водоемов. В эоцене–олигоцене и раннем миоцене при субтропическом климате в эти эпохи в мелководных озерах, бухтах, заливах «обитали крупные униониды и вивипариды. В условиях открытых озер захоронены байкалииды, гидробииды и некоторые другие гастроподы» [Martinson, 1961, с. 300]. Подобное обособление фаун происходит в долгоживущих современных

озерах, включая современный Байкал: основная масса байкальских моллюсков в условиях открытого озера обитает в прибрежной полосе, на глубинах от 4 до 60–100 м, глубже они постепенно исчезают. В спокойных условиях седиментации бухт и заливов фауна сохраняется в большом количестве [Kozhov, 1962, 1972].

В разрезе по правобережью р. Половинка детально описана толща угленосных отложений мощностью от 20 до 40 м [Popova, 1964, обн. 1, 2, 3 на рис. 24 и 25]. В этом разрезе установлено 11 слоев с ископаемыми моллюсками. Для последних приведены списки видовых определений с количественной характеристикой комплексов захороненной фауны. В отдельных слоях отмечена хорошая сохранность створок раковин, указывающая на благоприятные условия их консервации. Доминирующий алевроитово-глинистый состав толщи, вмещающей фауну, и состав комплексов малакофауны подтверждают «формирование толщи в условиях прибрежной зоны крупного бассейна», устойчивого в период ее накопления [Popova, 1964, с. 121, рис. 25].

Обширный комплекс моллюсков из угленосной (танхойской) свиты Прибайкалья представлен семью семействами: Planorbidae, Viviparidae, Hydrobiidae, Unionidae, Corbiculidae, Sphaeridae, Margaritiferidae, из которых изучено 55 видов и родов. Родами, обитавшими в Прибайкалье в период накопления свиты и до настоящего времени, являются только *Planorbis*, *Benedictia*, *Baicalia*, *Liobaicalia*, *Anodonta*, *Sphaerium*, *Pisidium*. «Семейства Viviparidae, Margaritiferidae и Corbiculidae в Прибайкалье и вообще в Восточной Сибири ныне не представлены, а семейство Baicaliidae известно только для Байкала» [Popova, 1964, с. 244].

Все находки ископаемых представителей семейства Baicaliidae приурочены к отложениям, сформированным в крупных водоемах. Современные виды *Baicalia* и др. обитают в водах открытого Байкала и не заходят в его мелководные, хорошо прогреваемые заливы [Martinson, 1951, 1961; Popova, 1964].

В более поздней работе [Popova, 1981] приводились многочисленные формы малакофауны из танхойской свиты Южнобайкальской впадины, прошедшие многочисленные уточнения возрастных датировок начиная с работ [Rammelmeyer, 1931] (олигоцен) и [Martinson, 1951, 1961] (миоцен–плиоцен и ранний–средний миоцен). Исходя из представлений об эволюции климата Азии, возраст танхойской малакофауны из разреза р. Половинка, как наиболее теплолюбивой, понижался до позднего палеогена – раннего миоцена [Logatchev, Popova, 1963]. Обращалось внимание на то, что для танхойского времени общим в Прибайкалье осталось лишь небольшое число таксонов: родов *Baicalia*, *Liobaicalia* сем. Baicaliidae. При этом сем. Baicaliidae и Benedictiidae представляют собой эндемики Байкала – реликты неогенового времени [Zubakov, 1999].

В дальнейшем [Popova, 1984, 1988], на основании

изучения огромного количества таксонов моллюсков (382), принадлежащих 83 родам из кайнозойских континентальных отложений территории от Алтая до Забайкалья, Монголии и Дальнего Востока, было установлено, что образование эндемичных фаун высокого ранга происходило в крупных глубоководных озерах с длительными сроками существования (Байкал, олигоцен – ныне). В подобных озерах формировались новые виды «в родах, смещенных южнее, т.е. для данного хроностратиграфического уровня более «древних», чем малакофауна прилегающей территории» [Popova, 1984, с. 69]. Для малакофаун кайнозоя юга Сибири автор рекомендовала сохранять систему зоогеографических единиц, принятую при районировании по современным малакофаунам (Байкал, олигоцен – ныне), что может следовать из биогеографического районирования для ряда возрастных уровней. Разные хроностратиграфические уровни Прибайкалья были охарактеризованы малакофаунами конкретных зоогеографических структур. Танхойская свита Южнобайкальской впадины и низы баяндайской свиты Прибайкальского прогиба (поздний палеоген – ранний миоцен) были отнесены к малакофауне Сино-Индийской области, юга Китайской подобласти с субтропическим климатом – среднегодовыми температурами +15...+20 °С. Возраст моллюсков из отложений танхойской свиты побережья Южного Байкала определен для палеогена–неогена до отдела. Наиболее информативен обширный комплекс малакофауны о. Ольхон на Среднем Байкале с дробной корреляцией разреза для неогена до звена [Popova, 1988; и др.].

В эоплейстоцене «Байкал становится единственным озером с эндемичной фауной не только в Прибайкалье, но и во всей Сибири... ранг эндемизма его фауны повышается до семейства, и с этого времени можно рассматривать Байкал в качестве Байкальской зоогеографической области. При резком снижении температур вымирают теплолюбивые формы моллюсков. Байкальские эндемики эволюционируют в условиях ультраглубоководного озера. Семейство Baicaliidae по-прежнему представлено родами *Baicalia* и *Liobaicalia*. Роды *Corbicula* и *Unio* еще сохраняются в периоды плейстоценовых потеплений» [Popova, 1981, с. 168].

Молекулярно-биологические исследования обширного семейства Baicaliidae современных моллюсков оз. Байкал свидетельствуют о том, что гибель ряда брюхоногих в плиоцене (и позже) обусловлена как похолоданием, так и «вынужденным голоданием», особенно видов, питающихся фито- и зоопланктоном с помощью жабр [Sitnikova, 2000]. Оледенение горных хребтов в Байкальской рифтовой зоне приводило к резкому сокращению биогенной седиментации и смене состава планктона. В результате для семейства Baicaliidae (по 29 исследованным видам и подвидам) обосновано «появление двух мощных («звездообразных») кустов современных видов» моллюсков [Sitnikova, 2000, с. 207].

#### 4.3. СПОНГИОФАУНА

Спикулы пресноводных губок были обнаружены в разрезах угленосной (танхойской) свиты юго-восточного побережья Байкала в 1930-х годах и впоследствии изучались в основном Г.Г. Мартинсоном [Martinson, 1936, 1940, 1961]. В пределах Танхойского поля губки были найдены в районе ст. Танхой, в разрезе по р. Половинка и у полотна железной дороги в междуречье Шестипалиха–Селенгушка. В последнем разрезе в озерных глинах были собраны и определены третичные губки *Ephydatia fluviatilis*, *Spongilla lacustris*, *Lubomirskiidae*. Здесь же обнаружены створки диатомовых водорослей [Martinson, 1940]. В разрезе р. Половинка идентифицированы *Lubomirskia baicalensis* и *Baicalospongia intermedia*.

Более обширный комплекс спонгиофауны изучен Г.Г. Мартинсоном в Тункинской рифтовой долине на левобережье р. Замараиха (первичные сборы Г.Ю. Верещагина, 1938 г.). По пресноводным губкам в составе глинистой толщи выделено три фаунистических горизонта: нижний – с формами *Baicalospongia intermedia*, *Spongilla lacustris*, *S. fragilis*, *Ephydatia fluviatilis*, *Eph. muller*; средний – с теми же формами *Spongillidae*; верхний – с ограниченным количеством тех же форм – *Spongilla lacustris*, *S. fragilis*, *Ephydatia fluviatilis*. Эта ископаемая фауна датирована миоценом [Martinson, 1948].

В Южнобайкальской впадине спонгиофауна представлена теми же видами, что и в Тункинской долине. Виды *Lubomirskia baicalensis* и *Baicalospongia intermedia* принадлежат эндемичному ныне для Байкала сем. *Lubomirskiidae* [Popova, 1964]. Роды и виды этого семейства присутствуют в донных отложениях современного Южного Байкала на профилях от ст. Мысовая до с. Голоустное и от с. Харауз до с. Бугульдейка [Martinson, 1961]. На восточном побережье Байкала в глубокой скв. 1205 района ст. Посольск Г.Г. Мартинсоном [Martinson, 1940] определены губки семейств *Lubomirskiidae* и *Spongillidae* с палеогеновым и более молодым возрастом.

Эндемичные спикулы губок *Lubomirskia baicalensis* Pall. (по определениям Г.Г. Мартинсона) распространены также в неоплейстоценовых песчаных осадках дельты р. Селенга, Кика-Завандинской и Нижнетуркинской впадин [Mats et al., 2011].

#### 4.4. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОТПЕЧАТКИ

Растительные отпечатки покрытосеменных древесных растений прекрасной сохранности собраны на водоразделе рек Мишиха и Балваниха в средней части разреза танхойской свиты (обн. 110, 111), а также по р. Ушаковка в нижней части разреза (обн. 188, 189) [Skoblo et al., 1981; Skoblo, Lyamina, 1983]. По определению М.А. Ахметьева (ГИН АН СССР), они представлены формами *Salix varians* Goerpp., *S. cf. palibini*

П., *Salix* spp., *Populus* ex gr. *Balsamoides* Goerpp., *Betula* ex gr. *nigra* L., *B.* ex sect. *Costatae*, *Ostrya* sp., *Ulmus* spp., *Spirea* sp. и обрывками однодольных растений. Данный ископаемый фитогеологический комплекс отражает долинную растительность с участием и доминированием вязов, ив и тополей. Выявлены только формы умеренного климата. Часть видов близка к современным. Флора из разрезов обнажений рек Мишиха и Ушаковка, очевидно, одного уровня, несомненно, неогеновая, скорее всего, второй половины миоцена.

#### 4.5. ПАЛИНОКОМПЛЕКСЫ

Анализ палинокомплексов, полученных из отложений танхойской свиты палинологами М.А. Седовой, В.А. Беловой, В.М. Климановой, В.А. Мишариной, Е.М. Ващенко, В.В. Савиновой, Е.В. Пуляевой и др., позволяет установить их стратиграфический ряд от нижнего миоцена до верхнего миоцена – нижнего плиоцена. Подобные спорово-пыльцевые спектры выделены из отложений осиновской свиты. В вышележащих отложениях аносской и шанхайхинской свит ПК имеют плиоценовый возраст.

##### 4.5.1. Нижнетанхойский ПК

Из 65 проб, отобранных нами в разрезах, обнажающих разные слои кайнозойских стратонев Танхойского поля, Г.И. Беловой, Е.В. Пуляевой и Е.М. Ващенко спорово-пыльцевые спектры установлены в 50 пробах. В нижних частях разрезов танхойской свиты, в верховьях р. Осинковка-Танхойская (т.н. 45/1, см. рис. 3, а, б; т.н. 185, см. рис. 3, в) пробы изучены Е.М. Ващенко с установлением палинокомплекса раннего миоцена. Подобный ПК раннего миоцена из нижних частей разрезов танхойской свиты из озерно-болотных отложений по рекам Осинковка-Танхойская, Половинка, Ушаковка и из аллювиального разреза р. Ключевка был получен и ранее [Sedova, 1956; Belova, 1975; Logatchev, 1972] (см. рис. 2). В нем доминирует и субдоминирует пыльца разнообразных широколиственных форм сем. Fagaceae (*Fagus*), Juglandaceae, Ulmaceae и пыльца хвойных – *Picea* sp., *Tsuga* sp., *Pinus* sp., Taxodiaceae. Среди сопутствующих Tiliaceae, *Acer* sp. и разнообразная пыльца субтропических *Myrica* sp., *Azalia* sp., *Magnolia* sp., Moraceae, *Liquidambar* sp., *Nyssa* sp. Пыльца мелколиственных (Betulaceae) и трав (Poaceae, Chenopodiaceae) содержится в небольшом количестве. В спорах, кроме *Osmunda* sp., Polypodiaceae, отмечены водные папоротники *Ceratopteris* sp., *Marsilia*, произрастающие в настоящее время в обводненных местах субтропиков и тропиков. Подобный ПК раннего миоцена был получен В.М. Климановой из нижнего горизонта танхойской свиты Тункинской впадины [Logatchev, 1972]. ПК нижнетанхойских отложений по р. Половинка и из отложений «ключевской фации» в устье р. Ивановка (Ивановская бухта) был

уточнен В.А. Беловой [Belova, 1985]. В этом ПК в доминантах и субдоминантах определены *Picea* sp., *Pinus* sp., *Fagus* sp., *Tsuga* sp., *Carya* sp., *Alnus* sp., в сопутствующих – разнообразная пыльца термофилов, как широколиственных, так и субтропических *Juglans* sp., *Pterocarya* sp., *Quercus* sp., *Corylus* sp., *Castanea* sp., *Liquidambar* sp., *Ilex* sp., Taxodiaceae.

В нижнетанхойских озерно-болотных отложениях по р. Осинковка-Танхойская [Belova, 1985] определен палинокомплекс с доминантами и субдоминантами *Osmunda* sp., *Alnus* sp., Polypodiaceae, Taxodiaceae., *Carya* sp., *Quercus* sp. и сопутствующими – разнообразной пылью термофилов: широколиственных *Juglans* sp., *Pterocarya* sp., *Ulmus* sp., *Castanea* sp., *Fagus* sp., *Tilia* sp., *Corylus* sp., а также водных *Trapa* sp., *Nelumbo* sp. и субтропических *Gliptostrobus* sp., *Magnolia* sp., *Nyssa* sp., *Liriodendron* sp., Moraceae. Выявлена немногочисленная пыльца берез. Подобные ПК были получены ранее М.А. Седовой [Sedova, 1956] из нижних частей разрезов танхойской свиты по скважинам на р. Загза (скв. 18к и др.) в интервале глубин 170–200 и до 400 м и рядом с д. Сухая (скв. инт. гл. 160–180 м) северо-восточнее дельты р. Селенга. По значительному количеству пыльцы мезофильных широколиственных (сем. Fagaceae, Juglandaceae, Ulmaceae и др.), разнообразию пыльцы субтропических на фоне пыльцы елей, сосен, тсуг, немногочисленных мелколиственных и травянистых эти палинокомплексы можно объединить в единый ПК раннего миоцена. Небольшие различия в ПК из танхойских и ключевских отложений, выраженные в увеличенном количестве пыльцы *Alnus* sp., *Nyssa* sp., спор *Osmunda* sp. и Polypodiaceae, в первых указывают на разный генезис этих осадков – озерно-болотный «танхойской фации» и озерно-аллювиальный – ключевской.

##### 4.5.2. Среднетанхойский ПК

Палинокомплексы среднего миоцена выявлены М.А. Седовой [Sedova, 1956] в нижней-средней части разрезов танхойской свиты по р. Мишиха, а также в скважинах в долине р. Загза и у д. Сухая в интервале глубин 110–139 м. По сравнению с ПК раннего миоцена, отмечается увеличение количества пыльцы сем. Pinaceae и мелколиственных. Доминирует пыльца *Picea* sp., субдоминирует *Tsuga* sp., *Abies* sp., Betulaceae, Ulmaceae. Количество разнообразной пыльцы широколиственных еще значительно (сем. Juglandaceae, Fagaceae, Tiliaceae и др.). Сокращается количество и разнообразие пыльцы субтропических (*Myrica* sp., *Liquidambar* sp., *Trapa* sp.). Единично встречается Taxodiaceae, в сопутствующих – *Salix*, *Ephedra* sp., *Larix* и споры Polypodiaceae, *Osmunda* sp. Подобные палинокомплексы найдены В.А. Беловой [Belova, 1985] в средних и верхних озерно-аллювиальных и озерных слоях разреза по р. Мишиха. В ПК из берегового откоса оз. Байкал вблизи устья р. Бол. Язовка отмечено

большее количество пыльцы травянистых – *Artemisia* sp., *Roaseae*, *Compositae*. Среднемиоценовый ПК был получен также Е.М. Ващенко в 1981 г. из серии проб танхойской свиты (т.н. 103, см. рис. 3, в; т.н. 196, см. рис. 3 а, 5; Ушаковка, т.н. 188, 189). Аналогичные спорово-пыльцевые спектры изучены Е.М. Ващенко в отложениях долины р. Мишиха (т.н. 110, см. рис. 7, 8 а, з) в мишихинско-клюевском типе разреза танхойской свиты, а также в других фрагментах свиты с использованием данных Е.В. Пуляевой [Skoblo et al., 1981]. В ПК при доминировании и субдоминировании пыльцы *Alnus* sp., *Betula* sp., *Pinus* sp., *Tsuga* sp. отмечено много (20–42 %) пыльцы разнообразных термофилов: *Carya* sp., *Fagus* sp., *Ulmus* sp., *Corylus* sp., *Tilia* sp., *Juglans* sp., единично – *Ilex* sp., *Myrica* sp., *Liquidambar*, а также небольшое количество (до 10 %) пыльцы травянистых сем. *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae* и спор *Polypodiaceae*, *Lycopodium* sp., *Osmunda* sp. По этим признакам ПК Е.М. Ващенко можно сопоставить с ПК М.А. Седовой (участки Зага и Сухая), «верхнемишихинским» ПК В.А. Беловой [Belova, 1985], а также с ПК из горизонта III среднего миоцена В.М. Климановой [Logatchev, 1972].

Близкие по составу палинокомплексы были установлены В.В. Савиновой и В.А. Беловой в танхойской свите, вскрытой карьером южнее ст. Мысовая, а также на выступе 10-метровой байкальской террасы западнее р. Тельная, в нижней пачке песков и глин с бурями углями [Bazarov, 1986; Imetkhenov, 1987]. На фоне пыльцы хвойных и немногочисленных бореальных мелколиственных (*Betula* sp., *Alnus* sp., *Salix* sp.) и травянистых в этих ПК еще велико количество пыльцы разнообразных термофилов – и широколиственных (*Carpinus* sp., *Juglans* sp., *Ulmus* sp., *Carya* sp., *Tilia* sp. и др.), и хвойных.

Во всех рассмотренных палинокомплексах при обилии пыльцы широколиственных мезофилов (*Ulmaceae*, *Juglandaceae*, *Carpinaceae*, *Fagaceae*) уменьшается количество пыльцы хвойных и субтропических термофилов, возрастает количество пыльцы мелколиственных бореальных (*Alnus* sp., *Betula* sp., *Salix*) и травянистых.

#### 4.5.3. Позднетанхойский ПК

Палинокомплекс позднего миоцена получен Е.М. Ващенко по десяти пробам, отобранным нами из средних и верхних частей разрезов танхойской свиты в обнажениях по рекам Бол. Ивановка, Ключевка, Мысовая (рис. 9, а, б, «ключевская фация», т.н. 118, 119). Подобный ПК изучался В.А. Беловой [Belova, 1975; Belova, Endrikhinsky, 1980]. В нем доминируют *Picea* sp., *Pinus* sp., *Alnus* sp., споры *Polypodiaceae*, субдоминируют – *Tsuga* sp., *Corylus* sp., *Ulmus* sp., сопутствуют – *Juglans* sp., *Betula* sp., *Ilex* sp., присутствуют единично – *Zelkova* sp., *Myrica* sp., *Salvinia* sp. Подобный палинокомплекс из обнажений в устье р. Ключевка и по

рекам Мал. Ивановка и Переменная был изучен ранее М.А. Седовой [Sedova, 1956]. По составу и соотношению основных таксонов, доминированию и субдоминированию пыльцы сем. *Pinaceae* и мелколиственных *Betula* sp., на фоне пыльцы теплоумеренных широколиственных и немногочисленной, но разнообразной пыльцы травянистых лугово-степных ассоциаций, этот палинокомплекс объединяется в единый ПК позднего миоцена и сопоставляется с ПК IV (поздний миоцен – ранний плиоцен), по определениям В.М. Климановой [Logatchev, 1972].

В районе ст. Боярск, в основании Боярского опорного разреза (пачка 8), из перемежающихся темно-зеленых, зеленовато-синих глин и глинистых песков В.В. Савиновой и В.А. Беловой выделен спорово-пыльцевой спектр, подобный спектру, установленному М.А. Седовой [Sedova, 1956] в устье р. Ключевка. Спектр также датируется поздним миоценом [Belova, 1985; Imetkhenov, 1987].

#### 4.5.4. Аносовские ПК

Плиоценовые ПК изучены в отложениях верхней части боярского разреза, в верхних слоях ключевского разреза (р. Ключевка) и опорных разрезах аносовской и шанхайхинской свит.

Палинокомплексы раннего плиоцена выделены из аллювиально-озерных отложений в основании разреза аносовской (охристой) свиты по р. Ключевка и из песчаного пласта (слой 6, мощностью 3–4 м) в обнажении ст. Боярск [Imetkhenov, 1987]. Во всех палинокомплексах доминирует и субдоминирует пыльца *Picea* sp., *Tsuga* sp., *Betula* sp., *Pinus* subgen., *Haploxyton*, *Alnus* sp. В сопутствующих – пыльца теплоумеренных широколиственных *Corylus* sp., *Juglans* sp., *Carpinus* sp., *Ulmus* sp., *Tilia* sp., *Quercus* sp., *Ilex* sp. и многочисленная пыльца травянистых лугово-степных ассоциаций – *Roaseae*, *Chenopodiaceae*, *Ranunculaceae*, *Cyperaceae*, *Rosaceae*, *Artemisia* sp., *Polygonaceae*. В спорах – *Sphagnum* sp., *Lycopodium* sp., пыльца субтропических не отмечено [Belova, 1985; Imetkhenov, 1987]. Эти ПК с доминированием бореальных элементов на фоне еще разнообразной пыльцы широколиственных термофилов и травянистых лугово-степных ассоциаций можно сопоставить с ПК IV позднего миоцена – раннего плиоцена В.М. Климановой [Logatchev, 1972].

Палинокомплексы, условно, середины плиоцена изучены в озерно-аллювиальных отложениях шанхайхинской свиты рек Дулиха, Осиновка-Кедровая [Mats, 1985; Mats et al., 2001]. В них доминирует пыльца *Artemisia*, субдоминирует *Betula* sect. *Castanea*, *Ulmus* sp., *Pinus sylvestris* L., в сопутствующих находится *Ephedra* sp., *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Fagaceae*, *Quercus* sp., *Ilex* sp.

Палинокомплексы позднего плиоцена изучены В.А. Беловой [Belova, 1985] по тем же разрезам рек Дулиха, Осиновка-Кедровая и др. из верхней части шан-

хаихинской свиты. По р. Шанхаиха из супесей среди дельтовых галечников выделены ПК, в которых доминирует *Artemisia* sp., субдоминирует пыльца Poaceae, Chenopodiaceae, иногда *Ulmus* sp. Сопутствует пыльца *Abies* sp., *Tsuga* sp., *Picea* sp., *Juglans* sp., *Carpinus* sp., *Corylus* sp., *Tilia* sp. Увеличение в ПК количества пыльцы травянистых мезоксерофитов при незначительном содержании пыльцы широколиственных теплоумеренных указывает на остепнение территории, что характерно в регионе для среднего – позднего плиоцена. Там же Р.С. Адаменко [Adamenko et al., 1982a, 1982b; 1984] найдена фауна грызунов, определенная как «сибирский вариант» хапровского фаунистического комплекса Европы. Таким образом, наиболее вероятный возраст этого ПК – конец среднего – первая половина позднего плиоцена. Он сопоставляется с ПК первой половины позднего плиоцена из манзурского аллювия Западного Прибайкалья [Belova, 1985].

#### 4.6. ДИАТОМЕИ

В отложениях побережья и в донных отложениях сопредельной части Южного Байкала диатомеи изучены в меньшей степени, чем в осадках его средней и северной частей. Объясняется это, во-первых, отсутствием диатомовых остатков в осадках некоторых стратиграфических подразделений (например, в стратотипе анососской свиты), во-вторых, плотным сложением донных осадков Южного Байкала; неоднократные попытки отобрать грунт трубкой длиной 10–11 м с борта научно-исследовательского судна «Верещагин» оканчивались неудачей. Трубка оказывалась смятой.

Малоинформативным для диатомового анализа оказался и детально исследованный разрез танхойской свиты. После неоднократных попыток удалось выделить диатомовый комплекс из осадочных отложений на правом берегу р. Половинка в 2–3 км выше ее устья. Здесь встречены виды с древними представителями рода *Aulacoseira*, характерными для неогена в целом. Обнаружено малое количество створок. Это *A. praegratulata* var. *praegratulata* f. *curvata* (Jouse) Sim., *A. praegratulata* var. *praeislandica* (Jouse) Moiss., *A. praegratulata* var. *praeislandica* f. *curvata* (Jouse) Moiss, *Actinocyclus krasskei* (Krasske) Bradbury et Krebs., септы видов *Tetracyclus*. Выявленные диатомеи, за исключением *Tetracyclus*, относятся к планктонной группе, что указывает на их развитие в достаточно обширном, глубококом водоеме, в литоральной зоне которого встречались бентосные виды, в частности стенотермный род *Tetracyclus*, а также разнообразные моллюски, обитающие ныне в Центральном и Южном Китае. Диатомовые присутствовали вместе с малакофауной, эндемичной для Байкала [Popova et al., 1989]. Среди обнаруженных диатомей не встречены характерные байкальские виды родов *Aulacoseira* и *Cyclotella*. Возможно, это связано с небольшим объемом выполненных исследований или, что более вероятно, появлением

этих родов в пра-Байкале в сравнительно позднее время, о чем свидетельствуют данные, полученные по проекту «Байкал-бурение» [Khursevich et al., 2001].

Диатомеи были изучены в отложениях осиновской свиты берегового разреза на устье р. Дулиха. Мощность отложений 2.5 м. В озерных глинистых алевролитах или «синих анососских глинах», по Г.Б. Пальшину [Pal'shin, 1955], определено 32 вида и внутривидовых таксона диатомей, среди которых доминирующее значение имели отсутствующие ныне представители стефанодискусовой флоры: *Stephanodiscus carconeiformis* Churs et Log., *St. flabellatus* Churs. et Log., *St. carconensis* var. *pusilla* Grun., *St. grandis* Chur. et Log. Относительно часто встречена *Cyclotella* cf. *temperiana* (Log.) Log. В меньшем количестве, но постоянно присутствовала *Eunotia polyglyphoides* Sheshuk., *Gomphonema* aff. *praelanceolatum* Tscherem., а также представители рода *Tetracyclus*, характерные для неогена. В составе диатомей 30 % составляют вымершие виды. *Aulacoseira* в осадках разреза присутствовала в основном в виде спор с высокой оценкой обилия.

Надо отметить, что среди диатомей этой части разреза осиновской свиты отсутствуют характерные для Байкала виды (эндемики?) – *Aulacoseira baicalensis* (K. Meyer) Sim. и *Cyclotella baicalensis* Skv. Такая флора была выявлена ранее в отложениях о-ва Ольхон и донных осадках Байкала.

Экологические особенности диатомей свидетельствуют о накоплении осадков в глубоководном озерном бассейне. Состав диатомей, наряду с другими данными (палинокомплексы, геологические соотношения), указывает на миоцен-нижнеплиоценовый возраст осиновской свиты. Эти отложения, по определению В.М. Климановой, содержат богатый верхнетанхойский палинологический комплекс. Подобные спектры неоднократно отмечались в верхних частях танхойской, баяндайской и халагайской свит. По составу палинофлоры В.М. Климанова датировала отложения осиновской свиты поздним миоценом – ранним плиоценом (ПК IV).

Иной комплекс диатомей изучен в верхней части разреза р. Дулиха, относящегося к шанхаихинской свите. По составу видов он резко отличается от нижележащего комплекса из отложений осиновской свиты. Видимая мощность фрагмента разреза, охарактеризованного диатомеями, – 1.6 м. В составе диатомей в этой части разреза отсутствуют вымершие виды рода *Stephanodiscus*. Видовой состав флоры становится более разнообразным. Доминантами, хотя и с невысокими количественными оценками, являются ныне существующие виды: *Stephanodiscus rotula* (Kutz) Hendey, *Aulacoseira italica* var. *valida* (Grun.) Simon. Эти диатомеи в разной степени представлены в современных водоемах. Кроме них, появляются виды – обитатели современного Байкала, хотя изредка они встречаются и в других озерах (*Cocconeis skvortzowii* (Skv.) Sheshuk., *Navicula unipunctata* Skv., *N. dahurica* Skv. и др.).

Осадки накапливались в сравнительно мелководной прибрежной зоне палеозера Южного Байкала, берег которого располагался южнее современного [Mats et al., 2001]. Близкий видовой состав диатомей в указанных местонахождениях (за исключением шанхайхинской свиты) и преобладание планктонных вымерших видов со значительным числом диатомей прибрежной фации свидетельствуют о формировании диатомовых комплексов в достаточно глубоководных водоемах Южного и Среднего Байкала или в системе однотипных глубоких водоемов с близким гидрологическим режимом [Popova et al., 1989].

## 5. КОРРЕЛЯЦИИ, ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

### 5.1. БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯЦИИ

#### 5.1.1. Ихтиофауна и малакофауна

Формы ихтиофауны из мишихинского местонахождения танхойской свиты (сем. окуневых и карповых) характерны для неогена районов Сибири. Общими с южнобайкальскими являются формы, обнаруженные на Приольхонском плато (бухта Ая), где ранне-среднемиоценовый возраст захоронения подтвержден находками костей крупных млекопитающих [Filippov, Sychevskaya, 2000].

Корреляция неогеновых отложений по малакофауне подробно рассмотрена на уровне разных семейств и родов в работах [Martinson, 1940, 1951, 1961; Popova, 1964, 1971, 1981, 1984, 1988; и др.]. В отложениях нижней-средней части танхойской свиты, сформировавшихся в мелководье и заливах крупного, глубоководного Южнобайкальского палеозера, содержится фауна позднего олигоцена – раннего миоцена. Авторы разделяют точку зрения, высказанную при исследованиях малако- и спонгиофауны Г.Г. Мартинсоном и С.М. Поповой, касающуюся выводов об обширных размерах и глубоководности Южнобайкальского палеозера, вмещавшего танхойскую фауну, и о сохранении обширного комплекса пресноводных моллюсков в разрезах р. Половинка «в условиях открытого побережья открытых вод» крупного водоема [Martinson, 1961, с. 300]. Обособление моллюсковой фауны в долгоживущем современном Байкале подтверждено и М.М. Кожовым [Kozhov, 1962, 1972].

Синхронная малакофауна, подобная таковой в танхойской свите юго-восточного побережья Байкала, присутствует в фациях мелководных озер Прибайкальского прогиба (булусинская свита и нижняя часть баяндайской). В Иволгинской впадине из осадков озерного мелководья (у пос. Сокол и севернее г. Улан-Удэ в углистых отложениях прежней лысогогорской свиты) Г.Г. Мартинсоном была изучена фауна пластинчатожаберных моллюсков позднего олигоцена – раннего миоцена, тождественная (до вида) танхойским фор-

мам. Это указывает на связь палеобассейнов, расположенных на территории нынешней Южнобайкальской и Иволгинской впадин [Mikhno et al., 1960].

Средне-позднемиоценовая малакофауна установлена в отложениях мелководных озер разрезов баяндайской свиты. Ранне-среднеплиоценовая малакофауна характеризует отложения мелководных озер и крупных заливов о. Ольхон (Средний Байкал; сасинская толща и другие стратоны) [Popova, 1988; Mats et al., 2001].

#### 5.1.2. Палинокомплексы

ПК из нижнемиоценовых отложений танхойской свиты подобен ПК верхнебельской подсвиты Средней Сибири [Volkova et al., 1986, 1996] и киреевских слоев абросимовского горизонта Западной Сибири (конец раннего – начало среднего миоцена). Для киреевской палинофлоры также характерно увеличенное количество пыльцы широколиственных (*Quercus* sp., *Fagus* sp., *Juglans* sp., *Ulmus* sp.) на фоне пыльцы мелколиственных (*Alnus* sp., *Betula* sp.), *Taxodiaceae* – елей, сосен и разнотравья [Kulkova, Volkova, 1997; Volkova, 2002]. Раннетанхойский ПК сопоставляется также с ПК из верхнеильдикиляхского подгоризонта северо-востока России (вторая половина раннего – начало среднего миоцена). Последний ПК рассматривается как единый тип палинофлоры, соответствующий климатическому оптимуму миоцена [Fradkina, 1988, 1996].

Палинокомплексы среднего миоцена разрезов танхойской свиты сопоставимы с ПК средней–верхней части бещеульского горизонта Западной Сибири (палинозона *Alnus* – *Polypodiaceae*) [Volkova, 2002], с ПК мамонтовогорского горизонта северо-востока России [Volkova et al., 1986, 1996], а также с ПК VI–VII второй половины среднего миоцена Витимского плоскогорья (слои с *Pinaceae* – *Alnus* – *Polypodiaceae*) [Rasskazov et al., 2007]. Второй половиной миоцена датированы многочисленные растительные отпечатки из танхойского горизонта южного побережья Байкала [Skoblo et al., 1981; Akhmetiev, 1993]. Подобный ископаемый фито-логический комплекс определен в отложениях второй половины среднего миоцена Дальнего Востока и джилиндинской свиты Витимского плоскогорья В.А. Красиловым [Rasskazov et al., 2007].

Палинокомплекс позднего миоцена из средних и верхних частей танхойской свиты сопоставляется с ПК IV (поздний миоцен – ранний плиоцен) из разрезов Тункинской впадины [Logatchev, 1972]. Этот палинокомплекс близок к ПК позднего миоцена из верхней части баяндайской свиты Прибайкалья, таволжанского горизонта Западной Сибири [Volkova, 2002], а также к ПК VIII (слои с *Picea*–*Pinus*–*Tsuga*–*Betula* spp.–*Ulmus*–*Juglans*) Витимского плоскогорья [Rasskazov et al., 2007].

Раннеплиоценовый ПК из основания аносовской (охристой) свиты в опорном разрезе ст. Боярск В.А. Белова [Belova, 1985] сопоставляла с ПК IV Тункинской впадины [Logatchev, 1972]. Подобные ПК

раннего плиоцена выделены в байшинской свите р. Манзурка [Belova, 1985], а также содержатся в карнаевской свите Средней Сибири, в новостаничном горизонте Западной Сибири [Volkova, 2002; Volkova et al., 1986; Panova et al., 1990] и сопоставляются с ПК IX Витимского плоскогорья (слои с Pinaceae–Betula spp.–Ulmaceae–Tilia–Compositae).

Палинокомплексы, условно, середины плиоцена Танхойского поля по значительному содержанию пыльцы мелколиственных бореальных, небольшому – широколиственных и значительному – травянистых мезоксерофитов можно сопоставить с ПК X (слои с Pinus sylvestris L.–Betula spp.–Corylus–Juglans–Artemisia) Витимского плоскогорья. Однако доминирование пыльцы Artemisia sp., присутствие в значительном количестве других мезофитных травянистых, указывающих на остепнение территории, позволяют сопоставить этот ПК и с ПК XI среднего–позднего плиоцена, особенно с палинокомплексами из нижних частей разрезов кыджимитской толщи Холой–Романовской и Кыджимитской впадин [Rasskazov et al., 2007].

ПК из верхней части шанхаихинских разрезов с фауной мелких млекопитающих [Adamenko et al., 1982a, 1982b; 1984], датированный первой половиной позднего плиоцена, сопоставляется с ПК из манзурского аллювия западного побережья оз. Байкал [Belova, 1985]. По составу ПК, комплексу мелких млекопитающих (средний и верхний виллафранк) и общему строению разреза шанхаихинская свита коррелируется с охристыми (аносовскими) образованиями тектоноседиментационного ритма опорного разреза Анчук в Быстринской впадине. Верхняя граница аносовского и шанхаихинского стратонов поднимается в эоплейстоцен [Mats et al., 2001].

В конгломератах Быстринской впадины (карьер Ильча), а также в охристых песчано-галечных отложениях по рекам Замараиха и Хобок в Тункинской впадине (местоположение см. на рис. 1, а) обнаружены костные остатки мелких млекопитающих. Корнезубые виланийные, мимомисные и другие формы из этих отложений близки к формам известных млекопитающих из местонахождений Прибайкалья, Западного Забайкалья, Монголии и Северного Китая. Это позволило отнести изученный фаунистический комплекс к азиатскому варианту хапровского комплекса и датировать его второй половиной позднего плиоцена [Adamenko et al., 1982a, 1982b; 1984; Logatchev et al., 1981]. В ПК разреза Ильча доминирует Artemisia sp., субдоминирует пыльца Picea sect. Eupicea, Pinus sylvestris L., Tsuga sp., Betula sect. Albae, Poaceae, сопутствует – Compositae, Chenopodiaceae, Ranunculaceae, Thalictrum sp., Polygonum sp., Tilia sp., Ulmus sp. Состав спор и пыльцы, а также возраст фауны позволяют датировать осадочные отложения разреза Ильча поздним плиоценом и сопоставить их с раннеангинским аллювием ангинской свиты Прибайкалья [Belova, 1985].

Грубообломочные, часто охристые, образования

мощностью 50–150 м в малых впадинах–сателлитах Восточного Прибайкалья (Максимихинская и др.) сопоставляются с аносовскими отложениями и условно датируются верхним плиоценом [Bazarov et al., 1974; Imetkhenov, 1987]. Отложения в разных структурах Прибайкалья, условно, аносовской свиты охарактеризованы палинокомплексами всего плиоцена [Decisions..., 1981].

### 5.1.3. Диатомовые комплексы

Диатомеи, изученные в позднекайнозойских отложениях из обнажений рек Половинка и Дулиха, характеризуются небольшим видовым разнообразием и незначительным обилием диатомовых створок. Встреченные виды, тем не менее, сопоставляются с диатомеями прилегающих территорий (о. Ольхон, хр. Академический, Тункинская и Чарская впадины, Витимское плоскогорье).

Комплекс диатомей, изученный в осадках из верхней части разреза р. Дулиха, хорошо коррелируется с ранне-среднеплиоценовым комплексом из осадочных отложений халагайской свиты о. Ольхон. Здесь диатомеи изучены в ее верхней одонимской пачке, представленной преимущественно озерными темно-серыми, иногда зеленовато-серыми глинами. По фауне мелких млекопитающих и малакофауне эти отложения датированы средним плиоценом. В этой пачке Г.П. Черняевой впервые установлен комплекс диатомей, небилый по количеству створок, но чрезвычайно показательный в видовом отношении. Диатомеи местонахождений р. Дулиха и о. Ольхон коррелируются между собой по вымершим видам рода *Stephanodiscus*. Диатомовый комплекс верхней части осадков подводного Академического хребта также включает эти вымершие виды. Объединяет комплексы присутствие в их составе видов *Stephanodiscus grandis* Churs. et Log., *St. carconeiformis* Churs. et Log., *St. flabellatus* Churs. et Log. Появление, расцвет и вымирание их, за исключением последнего, по данным исследования глубоководных скважин, находятся во временном интервале 320–71 тыс лет назад [Khursevich et al., 2001, 2005]. Существенное отличие дулихинского комплекса от комплексов о. Ольхон и Академического хребта заключается в отсутствии в его составе *Aulacoseira baicalensis* (K. Meyer) Sim. и *Cyclotella baicalensis* Skv.

В видовом составе диатомей из отложений рек Половинка и Дулиха и из отложений Тункинской впадины большого сходства не выявлено. Данные о богатой и разнообразной диатомовой флоре последней территории приведены в работе [Cheremisinova, 1973]. Охарактеризованы виды диатомей мелководных озер и комплексы планктонных диатомей, в том числе с максимальным участием современных байкальских видов – *Aulacoseira baicalensis* (K. Meyer) Sim. и *Cyclotella baicalensis* Skv. В миоценовых отложениях (скв. 2, 80 и обн. 1 по рч. Харгантай) доминирует диатомовая фло-

ра пра-*Aulacoseira* (*A. praegrnulata* (Jouse) Sim. var. *praegrnulata* f. *praegrnulata*, *A. praegrnulata* var. *Praeislandica* (Jouse) Moiss. et f. *curvata* (Jouse) Moiss.). Диатомей, содержащиеся в этой части разреза, коррелируются с диатомеями, выявленными в отложениях р. Половинка. Существенное отличие между ними заключается в разном количестве створок. Как уже было сказано, на р. Половинка обнаружены диатомеи с минимальной оценкой обилия, а из характерных видов рода *Actinocyclus* (*Coscinodiscus*, по Е.А. Черемисиновой) встречен только *A. Krasskei*. Многие пеннатные диатомеи родов *Eunotia*, *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema* и др., а также байкальские виды *Aulacoseira baicalensis* (К. Meyer) Sim. и *Cyclotella baicalensis* Skv., отмеченные в массе в отложениях Тункинской впадины, отсутствуют.

Диатомовые виды, выделенные из отложений осиновской свиты на р. Дулиха, только частично коррелируются с диатомеями из отложений Тункинской впадины. Это в основном пеннатные виды. Общими являются *Eunotia polyglyphoides* Sheshuk, *Gomphonema* aff. *praelanceolatum* Tschereem., виды рода *Tetracyclus*, *Stephanodiscus flabellatus* Churs. et Log. (*St. astraca* var. *intermedius* Fricke, по Е.А. Черемисиновой) и некоторые другие виды. В составе диатомей указанных местонахождений имеется существенное отличие – отсутствие в составе тункинских диатомей, кроме *St. flabellatus*, других вымерших видов рода *Stephanodiscus*, выявленных в отложениях осиновской свиты. В скв. 73, пробуренной в Тункинской впадине рядом с селом Никольское, в интервале глубин 48–54 м единично встречены неполные створки (обломки) видов рода *Stephanodiscus*, которые имели морфологические признаки стефанодискусовой флоры осиновской свиты в отложениях Южного Байкала [Popova et al., 1989]. Разумеется, эта находка требует как дополнительных исследований и уточнений видовой принадлежности диатомей, так и подтверждения их нахождения в танхойской свите Тункинской впадины.

Начавшееся в миоцене изменение состава диатомей (в основном центральных видов) приняло более радикальный характер в конце плиоцена и в плейстоцене. На смену центральных видам, процветавшим в неогене, пришло большое видовое разнообразие пеннатных видов, сменились доминанты. В диатомовой флоре стали превалировать виды, свойственные современным озерам. Именно такой состав диатомей наблюдается в осадках шанхайхинской свиты, в которых, как и в нижележащих осадках осиновской свиты, отсутствуют *Aulacoseira baicalensis* (К. Meyer) Sim. и *Cyclotella baicalensis* Skv. Сходство диатомей Южного Байкала с диатомеями из отложений Тункинской впадины незначительное, в основном среди пеннатных видов родов *Tetracyclus*, *Navicula*, *Gomphonema* и др., не имеющих в данном случае массовой оценки.

При сравнении диатомей из осадков р. Половинка с диатомеями из верхнемиоценовых отложений скв. 126

Чарской впадины [Chernyaeva, Moiseeva, 2003] выявляются общие виды *Aulacoseira praegrnulata* (Jouse) Sim. var. *praeislandica* f. *praeislandica* (Jouse) Moiss., *Actinocyclus krasskei* Bradbury et Krebs и некоторые представители рода *Tetracyclus*, которые встречены в виде септ. Состав диатомей этих местонахождений существенно отличается. В осадках Чарской впадины отсутствуют стефанодискусовые виды, характерные для осиновской свиты Южного Байкала. В верхнемиоценовых и плиоценовых отложениях Чарской впадины распространен вид *Aulacoseira baicalensis* (К. Meyer) Sim. и похожий на него вид *A. aff. baicalensis*. В разновозрастных отложениях Южного Байкала оба вида отсутствуют.

При сопоставлении диатомей Южного Байкала и Витимского плоскогорья прежде всего выявляются различия в составе диатомей по числу видов и разновидностей и по содержанию их количества в осадках. Общим является вид пра-*Aulacoseira* и некоторые пеннатные виды, но взаимно исключаются характерные виды: в отложениях Витимского плоскогорья отсутствуют вымершие виды рода *Stephanodiscus*, характерные для осадков побережья Южного Байкала, и наоборот, в осадках этого озерного побережья нет представителей рода *Alveolophora* (*Miosira*), характерных для миоценовых отложений Витимского плоскогорья.

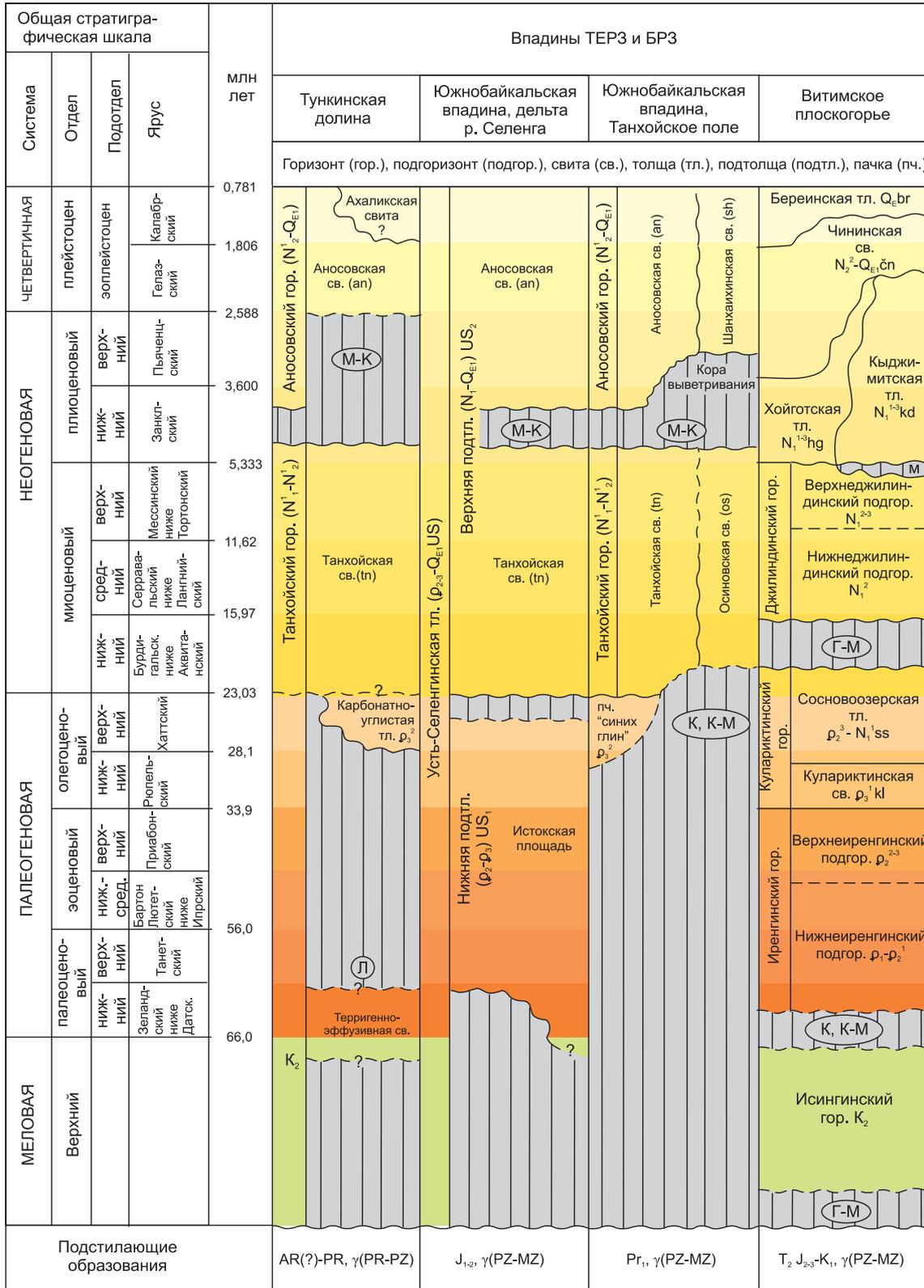
## 5.2. КОРРЕЛЯЦИИ ПЕРЕСТРОЕК РЕЛЬЕФА

В позднем кайнозое в Тункинской, Южно-Байкальской и Баргузинской впадинах последовательно накапливались отложения угленосной (танхойской), охристой (аносовской, шанхайхинской), туфогенно-осадочной и песчаной свит [Logatchev, 1958]. Корреляции осадочных и вулканогенных толщ Витимского плоскогорья, Селенгинского среднегорья и Тункинской долины дают представление о едином развитии новейшей структуры этих территорий с кампан-маастрихта до олигоцена в составе Тунка-Еравнинской рифтовой зоны и о постолигоценовом переходе к развитию новейших структур Байкальской рифтовой зоны, результатом которого явилось образование впадин ее северо-восточной части [Rasskazov et al., 2007] (табл. 2). Южно-Байкальская впадина сначала формировалась в мел-палеогеновой Тунка-Еравнинской рифтовой зоне, а затем в постолигоценовой Байкальской. Соответственно, по формированию литостратиграфических комплексов в Южно-Байкальской впадине выделяются три этапа: 1) доорогенный (позднемиоценово-палеогеновый), 2) раннеорогенный (миоценовый) и 3) позднеорогенный (плиоцен-четвертичный) [Mats, 2012].

По результатам К–Аг и  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датирования вулканических пород разновозрастные базальтовые толщи (мощностью до 70 м и более) охарактеризованы в разных ярусах рельефа Тункинской рифтовой долины и ее

Таблица 2. Схема корреляции кайнозойских стратотипов впадин палеогеновой Тунка-Еравнинской рифтовой зоны (ТЕРЗ) и центральной части постолигоценной Байкальской рифтовой зоны (БРЗ)

Table 2. Correlation of Cenozoic stratigraphic units of basins in the Paleogene Tunka-Eravna rift zone (ТЕРЗ) and the central segment of the Post-Oligocene Baikal rift zone (БРЗ)



Примечание. Корреляционная схема составлена с использованием опубликованных и фондовых материалов с дополнениями и изменениями авторов. Стратиграфические перерывы сопровождаются развитием кор выветривания: М – монтмориллонитовых, К – каолини-товых, Г – гидрослюдистых, Л – латеритных.

Notes. The correlation diagram is based on published and archive materials with additions and amendments by the authors. Stratigraphic gaps are associated with weathering crust of the following types: M – montmorillonite, K – kaolinite, Г – hydromica, Л – laterite.

горного обрамления. В южной части хр. Камар в эрозионные долины глубиной более 200 м извергались базальтовые и гавайитовые лавы вулкана Метео, перемежающиеся с валунными галечниками. По раннемиоценовым Ar–Ar датировкам лав 18.0–17.5 млн лет [Rasskazov et al., 2013] эта вулканогенно-осадочная толща коррелируется с нижней частью мишихинско-клюевского аллювия Танхойского поля. Лавы первой половины среднего миоцена 16.5–15.0 млн лет назад заполняли новые углубленные эрозионные прорезы по всей протяженности Тункинской долины от пос. Култук до пос. Монды. Эти лавы отличались от более ранних и более поздних лав сравнительно низкощелочным (оливин-толеитовым) составом [Rasskazov, 1993; Rasskazov et al., 1990, 2000, 2003, 2010a, 2010b]. Среднемиоценовая лавовая толща наращивалась вверх лавами с K–Ar датировками в интервале 13.0–9.0 млн лет. Подобные стратиграфические соотношения между осадочно-вулканогенными толщами среднего и позднего миоцена задокументированы в скважинах, вскрывших глубокие (до 400 м) палеодолины на Витимском плоскогорье. Средне-позднемиоценовые осадочно-вулканогенные толщи Тункинской долины и Витимского плоскогорья сопоставляются со средней и верхней частями мишихинско-клюевского аллювия и осиновской свитой Танхойского поля.

Осадконакопление и вулканизм были согласованы в целом в разных частях Тунка-Еравнинской рифтовой зоны на протяжении всего кайнозоя – в интервалах 56–51, 21–18, 15–13, 12–9, 5.2–2.4, 1.8–1.5 и 1.2–0.6 млн лет назад [Rasskazov et al., 2007]. Южнобайкальская впадина находится в центральной части этой рифтовой структуры, являясь связующим звеном структур Витимского плоскогорья и Тункинской долины. Ранние слои осадочных отложений Осиновской палеодолины Танхойского поля несколько моложе слоев Мишихинско-Клюевской палеодолины. Предполагалось, что «наиболее древние споры и пыльца из пород осиновской свиты аналогичны таковым из нижней половины стратотипического разреза танхойской свиты» [Mats et al., 2001, с. 97]. В корреляционной схеме В.Д. Маца и др. на рис. 6.1 допускалось положение подошвы свиты на уровне раннего миоцена, а в табл. 6.1 – на уровне среднего миоцена. Время заложения Осиновской палеодолины, таким образом, не определено и может быть принято исходя из корреляций с эрозионными долинами витимской и тункинской частей Тунка-Еравнинской зоны.

Сопоставляя Мишихинско-Клюевскую и Осиновскую эрозионные палеодолины Танхойского поля с эрозионными палеодолинами Витимского плоскогорья и Тункинской рифтовой долины, отметим, что ПК, наиболее близкие по составу к раннетанхойскому палинокомплексу, установлены в отложениях конца олигоцена – начала миоцена из верхней части сосново-озерских слоев Еравнинской впадины (ПК IV), сформировавшихся до перестройки рельефа, и в ПК V

начала среднего миоцена нижнеджилиндинской подсвиты, фиксирующей эрозионный врез (слои с *Picea–Tsuga–Fagus–Ulmaceae*) [Rasskazov et al., 2007]. Соответственно, ранний мишихинско-клюевский аллювий танхойской свиты Танхойского поля может характеризовать седиментацию, предшествовавшую перестройке рельефа на рубеже раннего–среднего миоцена, а ранний аллювий осиновской свиты фиксирует новую эрозионную палеодолину, заложившуюся вследствие этой перестройки.

В развитии структуры рифтовых впадин выделялась позднемиоценовая перестройка по пространственно-временному распределению вулканизма Витимского плоскогорья и характеру осадконакопления на подводном Академическом хребте центральной части оз. Байкал. Позднекайнозойская вулканическая деятельность проявилась во временных интервалах 14.4–9.0 и 5.2–2.9 млн лет назад. В промежутке между этими интервалами сохранял активность единственный вулканический центр Намару, на котором известны лавы возрастом 7.5–6.5 млн лет [Rasskazov et al., 2000, 2007]. Ослабление вулканической деятельности связывалось со структурной перестройкой северо-восточной части Байкальской рифтовой системы, во время которой сдвиговые движения по северо-северо-восточному Цыпа-Муяканскому рифтовому сегменту, располагавшемуся между Чарской и Баргузинской впадинами, усложнились субширотными сдвиговыми движениями в Муя-Удоканском и Рель-Верхнеангарском рифтовых сегментах [Rasskazov, 1996]. Скважины BDP–96–1.2 и BDP–98, пройденные на Академическом хребте, вскрыли в глубинном интервале 600 м две осадочные толщи: нижнюю, сформированную за счет привноса материала из Баргузинской впадины, и верхнюю, отлагавшуюся при привносе материала из Верхнеангарской впадины. Смена питающих провинций, произошедшая во временном интервале 7.65–7.09 млн лет назад [Kashik, Lomonosova, 2006], совпала по времени с активностью вулканического центра Намару. По имеющимся данным о строении разрезов Танхойского третичного поля какие-либо следствия этой перестройки не выявлены.

На Витимском плоскогорье установлена также активизация глубинной эрозии на рубеже миоцена и плиоцена. Образовавшиеся глубокие палеодолины заполнялись в плиоцене и плейстоцене осадочными отложениями и лавами чининской свиты и хойготской, береинской, кыджимитской толщ. Подобным образом новые эрозионные долины заполнялись на Танхойском третичном поле отложениями аносковской и шанхайинской свит начиная, соответственно, с рубежей миоцена–плиоцена и раннего–позднего плиоцена.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты анализа опубликованных материалов, полученные авторами данные разных лет по обширному

комплексу органических остатков (мелких млекопитающих, ихтиофауны, малакофауны, пресноводных губок, палинокомплексов, растительных отпечатков, диатомей) и радиоизотопные датировки базальтовых лав позволили провести корреляции кайнозойских отложений Танхойского третичного поля с отложениями сопредельных территорий дельты р. Селенга и Тункинской долины, а также с детально изученными (реперными) синхронными отложениями Витимского плоскогорья.

В Тункинской впадине, наряду с условно палеоценовым стратоном (терригенно-эффузивная свита), детально обоснован новый верхнеолигоценый стратон в центральной части впадины, мощностью до 170 м (жемчугская скв. 1, интервал глубин 1050–880 м). Этот разрез сопоставим с верхнеолигоцеными отложениями булусинской свиты Лено-Ангарского междуречья. В нижней подтолще дельты р. Селенга серией глубоких скважин 3-р, 1, 2-р и др. вскрыты палеогеновые (эоцен-олигоценые) отложения.

На южном побережье Южнобайкальской впадины, по береговым обнажениям и скважинам в Танхойском третичном поле, изучены стратотипические и опорные разрезы осадочных отложений миоцена и плиоцена, соответственно, танхойского (танхойской и осиновской свит) и аносовского горизонтов (аносовской и шанхаихинской свит), и охарактеризовано изменение во времени состава биоты, в том числе захороненной *in situ*.

Охарактеризован гипостратотип танхойской свиты по р. Половинка, представленный монотонными пачками слюдисто-глинистых алевритов, алевропесков, мелко- и среднезернистых песчаников, реже – аргиллитов и мергелей и пластами бурых углей (дюрены), мощностью до 2 м и более. В виде линзовидных пластов и караваеобразных конкреций присутствуют известковые песчаники с ракушковым моллюсковым детритом и цельными раковинами двустворчатых моллюсков и гастропод. Отмечено хаотическое расположение моллюсковой фауны в песчаных слоях – макушками и вверх, и вниз, а также под углом к напластованию, что указывает на автохтонный тип ее захоронения. Наряду с подобным типом захоронения моллюсковой фауны отмечался ряд слоев (VII и III), в которых фауна ориентирована параллельно плоскости напластования. Особенно это касается раковин в тонких илистых или глинисто-известковистых грунтах. Створки их там обычно сомкнуты, раковины целые (т.е. захоронены без переноса). В конкреции слоя III обнаружено присутствие раковин, сохранивших не только известковистый слой, но и переостракум [Ророва, 1964; и др.]. В русле р. Половинка, ближе к верховьям, наблюдались глыбы мергеля с обильной хорошо сохранившейся фауной моллюсков. Мощность обнаженной части разреза в гипостратотипе составляет 500 м.

Перемещение и захоронение палеогеновых (эоцен (?)) – олигоценых осадков в западной (прихамардабанской) части Танхойского поля косвенно свидетельствуют о предтанхойской локальной активизации зоны

прибортового разлома. Формирование осадочных отложений танхойского горизонта на «раннеорогенном» этапе в котловине, которая явилась прообразом будущей Южнобайкальской впадины, включало заложение Мишихинско-Клюевской речной палеодолины на рубеже олигоцена–миоцена (или в раннем миоцене) и Осиновской палеодолины на рубеже раннего–среднего миоцена. Основная часть территории сложена преимущественно монотонными тонко-мелкообломочными миоцен-нижнеплиоценовыми молассоидами танхойской свиты с ненарушенными цельными листьями покрытосеменных древесных растений и цельными скелетами рыб, а также остатками малакофауны, характерной для слабопроточной прибрежной части обширного палеобассейна и реке – мелких озер и стариц речных палеодолин. Распространение нижне-среднемиоценовых (?) – нижнеплиоценовых отложений осиновской свиты было связано с новой фазой активизации – поднятием борта впадины.

Судя по биостратиграфическим данным, полученным по плиоценовым палинофлорам и мелким млекопитающим из разрезов грубообломочной охристой молассы аносовского горизонта, резкое увеличение контрастности рельефа вследствие тектонической активизации началось локально в прибортовой части Южнобайкальской впадины в конце миоцена – начале плиоцена. Новая фаза активизации имела место в среднем–позднем плиоцене. Этот «позднеорогенный» этап обозначен в отложениях, соответственно, шанхаихинской и аносовской свит.

Мы приходим к выводу о том, что в последовательном формировании осадочных толщ Танхойского третичного поля нашло выражение общее неравномерное пространственно-временное распределение осадочных и вулканогенно-осадочных толщ Прибайкалья и Западного Забайкалья, свидетельствующее о четырех перераспределенных перестройках рельефа. Еще одна (позднемиоценовая) перестройка, повлекшая за собой смену источников седиментации на подводном Академическом хребте оз. Байкал во временном интервале 7.6–7.1 млн лет назад и игравшая важную роль в развитии северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны, по имеющимся в настоящее время материалам, в седиментации Танхойского третичного поля не отражена.

Анализ диатомовых водорослей свидетельствует о существовании в миоцене на Южном Байкале крупного и глубокого палеоозера, которое подтверждается находением моллюсков эндемичного семейства Baicaliidae и губок семейства Lubomirskiidae. Изученные отложения р. Половинка относятся к прибрежной части палеоозера. Частичная общность диатомовых видов Южного Байкала и Тункинской долины, а также присутствие сходной эндемичной фауны в отложениях свидетельствуют о связи миоценовых водоемов этих территорий. Отложения р. Дулиха древнее отложений о. Ольхон и Академического хребта, в которых установлен вид *Aulacoseira baicalensis*.

## 7. Благодарности

Работа выполнена с финансированием по Интеграционному проекту СО и ДВО РАН № 5, президент-

скому гранту МК–2617.2011.5 и при поддержке РФФИ (проект № 12-05-3307). Авторы благодарят В.Д. Маца за конструктивное обсуждение рукописи статьи.

## 8. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Adamenko O.M., Adamenko R.S., Belov V.A. et al., 1982a. Microteriofauna of molasse strata of the Baikal rift zone. *Izvestiya AN SSSR, seriya geologicheskaya* (6), 84–89 (in Russian) [Адаменко О.М., Адаменко Р.С., Белова В.А. и др. Микротериофауна молассовых толщ Байкальской рифтовой зоны // *Известия АН СССР. Серия геологическая*. 1982. № 6. С. 84–89].
- Adamenko O.M., Adamenko R.S., Belov V.A. et al., 1984. About the age of molasse strata of the Baikal rift zone from mammal fauna determinations. In: *Environment and Life at the turn of epochs in the Cenozoic in Siberia and the Far East*. Nauka, Novosibirsk, p. 189–193 (in Russian) [Адаменко О.М., Адаменко Р.С., Белова В.А. и др. О возрасте молассовых толщ Байкальской рифтовой зоны по фауне млекопитающих // *Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке*. Новосибирск: Наука, 1984. С. 189–193].
- Adamenko O.M., Belova V.A., Endrikhinsky A.S., 1982b. Stratigraphy of Neogenic sediments in lake basins in the Baikal rift zone. In: *The Late Cenozoic history of lakes in the USSR*. Nauka, Novosibirsk, p. 52–61 (in Russian) [Адаменко О.М., Белова В.А., Андрихинский А.С. Стратиграфия неогеновых отложений озерных котловин Байкальской рифтовой зоны // *Позднекайнозойская история озер в СССР*. Новосибирск: Наука, 1982. С. 52–61].
- Additions to the Stratigraphic Code of Russia*, 2000. VSEGEI, St. Petersburg, p. 101–104 (in Russian) [Дополнения к стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 101–104].
- Akhmetiev M.A., 1993. *Fitostratigraphy of Paleogenic and Miocene Continental Deposits in Non-Tropical Asia*. Nauka, Moscow, 143 p. (in Russian) [Ахметьев М.А. Фитостратиграфия континентальных отложений палеогена и миоцена внетропической Азии. М.: Наука, 1993. 143 с.].
- Balkhanov V.V., Fishev N.A., Koshkin V.V. et al., 2000. Legends of the Selenga series sheets of the State Geological Map of the Russian Federation, scale 1:200,000. Geolfond, Buryatgeologia, Ulan-Ude (in Russian) [Балханов В.В., Фишев Н.А., Кошкин В.В. и др. Легенды Селенгинской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации в м-бе 1:200000. Улан-Удэ: Геолфонд ПГО «Бурятгеология», 2000].
- Bazarov D.-D.B., 1986. *The Cenozoic Pribaikalie and West Transbaikalia*. Nauka, Novosibirsk, 180 p. (in Russian) [Базаров Д.-Д.Б. Кайнозой Прибайкалья и Западного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1986. 180 с.].
- Bazarov D.-D.B., Antoshchenko-Olenev I.V., Rezanov I.N. et al., 1976. Stratigraphy of Cenozoic sediments of West Transbaikalia and some neighboring regions. In: *Stratigraphy of Cenozoic Sediments of Western Transbaikalia*. Buryatian Division, Siberian Branch of the USSR Acad. Sci., Ulan-Ude. Volume 8 (16), p. 5–70 (in Russian) [Базаров Д.-Д.Б., Антощенко-Оленев И.В., Резанов И.Н. и др. Стратиграфия кайнозойских отложений Западного Забайкалья и некоторых сопредельных районов // *Стратиграфия кайнозойских отложений Западного Забайкалья*. Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1976. Вып. 8 (16). С. 5–70].
- Bazarov D.-D.B., Imetkhenov A.B., Plyusnina V.P., 1974. About Pliocene-Quaternary sediments and the geomorphological structure of the South-Eastern Pribaikalie. In: *Geology and Minerals of Transbaikalia*. Burknigizdat, Ulan-Ude, p. 136–143 (in Russian) [Базаров Д.-Д.Б., Иметкхенов А.Б., Плюснина В.П. О плиоцен-четвертичных отложениях и геоморфологическом строении Юго-Восточного Прибайкалья // *Геология и полезные ископаемые Забайкалья*. Улан-Удэ: Буркнигиздат, 1974. С. 136–143].
- Bazarov D.-D.B., Imetkhenov A.B., Rezanov I.N. et al., 1984a. Stratigraphy of Late Cenozoic deposits in the Baikal rift zone. In: *Morphological structure and Stratigraphy of Cenozoic Sediments in Pribaikalie*. Buryatian Division, Siberian Branch of the USSR Acad. Sci., Ulan-Ude, p. 3–22 (in Russian) [Базаров Д.-Д.Б., Иметкхенов А.Б., Резанов И.Н. и др. Стратиграфия позднекайнозойских отложений Байкальской рифтовой зоны // *Морфоструктура и стратиграфия кайнозойских отложений Прибайкалья*. Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1984. С. 3–22].
- Bazarov D.-D.B., Savinova V.V., Rasskazov S.V. et al., 1984b. About stratigraphy and palynocomplexes of Early Cenozoic sediments in the Vitim plateau. In: *Morphostructure and Stratigraphy of Cenozoic Sediments in Pribaikalie*. Buryatian Division, Siberian Branch of the USSR Acad. Sci., Ulan-Ude, p. 67–88 (in Russian) [Базаров Д.-Д.Б., Савинова В.В., Рассказов С.В. и др. О стратиграфии и палинокомплексах раннекайнозойских отложений Витимского плоскогорья // *Морфоструктура и стратиграфия кайнозойских отложений Прибайкалья*. Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1984. С. 67–88].
- Belov I.V., 1963. *Trachybasaltic Formation of Pribaikalie*. Publishing House of the USSR Acad. Sci., Moscow, 371 p. (in Russian) [Белов И.В. Трахибазальтовая формация Прибайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 371 с.].
- Belova V.A., 1975. *The Flora Evolution History of Basins in the Baikal Rift Zone (Cases of the Baikal and the Upper Chara Basins)*. Nauka, Moscow, 142 p. (in Russian) [Белова В.А. История развития растительности котловин Байкальской рифтовой зоны (на примере Байкальской и Верхне-Чарской котловин). М.: Наука, 1975. 142 с.].
- Belova V.A., 1985. *The Late Cenozoic Flora and Climate of the Southern East Siberia*. Nauka, Novosibirsk, 159 p. (in Russian) [Белова В.А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 159 с.].

- Belova V.A., Endrikhinsky A.S., 1980. Palynological justification of stratigraphy of Neogenic deposits in the Baikal rift zone. In: Palynology of Siberia. Nauka, Moscow, p. 84–92 (in Russian) [Белова В.А., Ендрихинский А.С. Палинологическое обоснование стратиграфии неогеновых отложений Байкальской рифтовой зоны // Палинология Сибири. М.: Наука, 1980. С. 84–92].
- Cheremisinova E.A., 1966. On the age of Lake Baikal (results of diatom analysis of sediments in Tunka basin). *Doklady AN SSSR* 171 (4), 948–951 (in Russian) [Черемисинова Е.А. К вопросу о возрасте оз. Байкал (результаты диатомового анализа отложений Тункинской котловины) // Доклады АН СССР. 1966. Т. 171. № 4. С. 948–951].
- Cheremisinova E.A., 1973. Diatom Flora of Neogenic Sediments in Pribaikalie. Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, 83 p. (in Russian) [Черемисинова Е.А. Диатомовая флора неогеновых отложений Прибайкалья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973, 83 с.].
- Chernyaeva G.P., 1990. The history of the lake from the data on diatom flora. In: The History of Ladoga, Onega, Pskov–Chudskoe, Baikal and Hanka Lakes. Nauka, Leningrad, p. 213–217 (in Russian) [Черняева Г.П. История озера по данным о диатомовой флоре // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Л.: Наука, 1990. С. 213–217].
- Chernyaeva G.P., Lyamina N.A., Rasskazov S.V., Rezanov I.N., Savinova V.V., 2007. Biostratigraphy and deposition environments of the Middle-Late Miocene volcanosedimentary section in the Dzhilinda basin, Western Transbaikalia. *Russian Geology and Geophysics* 48 (4), 361–370. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2006.01.002>.
- Chernyaeva G.P., Moiseeva A.I., 2003. Diatom assemblages from upper cenozoic sediments of the Chara depression (Transbaikal Region). *Doklady Earth Sciences* 391 (5), 659–662
- Chernyaeva G.P., Popova S.M., 1993. The discovery of diatoms in the lower Tankhoi suite, South Baikal basin. *Geografiya i Prirodnye Resursy (Geography and Natural Resources)* (3), 168–171 (in Russian) [Черняева Г.П., Попова С.М. О первой находке диатомовых водорослей в низах танхойской свиты (Южно-Байкальская впадина) // География и природные ресурсы. 1993. № 3. С. 168–171].
- Davydov V.I., Malyshev A.A., Spil'kov A.A., 1981. The Brief Explanatory Note to the Geological Map of the Buryatian ASSR, Scale 1:500,000. Buryatian Publishing House, Ulan-Ude, 148 p. (in Russian) [Давыдов В.И., Мальшев А.А., Шпильков А.А. Краткая объяснительная записка к Геологической карте Бурятской АССР м-ба 1:500000. Улан-Удэ: Бур. кн. изд-во, 1981. 148 с.].
- Decisions of the Third Inter-Institutional Regional Stratigraphic Meeting on Mesozoic and Cenozoic of Central Siberia, 1981. Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, 91 p. (in Russian) [Решения Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. 91 с.].
- Filippov A.G., Sychevskaya E.K., 2000. Remains of snakehead fish in Lake Baikal. In: The Third Vereshchagin Baikal Conference, 22–27 August 2000. Abstracts. East Siberian Publishing House, Irkutsk, p. 250–251 (in Russian) [Филиппов А.Г., Сычевская Е.К. Остатки змееголовых рыб на Байкале // Третья Верещагинская байкальская конференция 22–27 августа 2000 г. Тез. докл. Иркутск: ЗАО «Вост.-Сиб. издательская компания», 2000. С. 250–251].
- Fishev N.A., 2006. Geological report on the results of work “Compiling a set of geological maps in scale 1:1000000, sheet N-49 (Chita)”. Rosgeolfond, FSU “TFI RB” GFUP “Buryatgeocenter”, Ulan-Ude, 74 p. (in Russian) [Фишев Н.А. Геологический отчет о результатах работ «Составление комплекта государственной геологической карты масштаба 1:1000000 площади листа N-49 (Чита). Улан-Удэ: Росгеолфонд, ФГУ «ТФИ по РБ» ГФУП «Бурятгеоцентр», 2006. 74 с].
- Florensov N.A., 1960. Mesozoic and Cenozoic Depressions of Pribaikalie. Publishing House of the USSR Acad. Sci., Moscow–Leningrad, 257 p. (in Russian) [Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 257 с.].
- Florensov N.A., 1968. Baikal rift zone and some problems of its study. In: Baikal Rift. Nauka, Moscow, p. 40–56 (in Russian) [Флоренсов Н.А. Байкальская рифтовая зона и некоторые задачи ее изучения // Байкальский рифт. М.: Наука, 1968. С. 40–56].
- Fradkina A.F., 1988. Palynological characteristics of Oligocene and Miocene sediments in Nizhnealdan basin (Yakutia) and adjacent territories. In: Microphytofossils and stratigraphy of Mesozoic and Cenozoic of Siberia. Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, p. 142–152 (in Russian) [Фрадкина А.Ф. Палинологическая характеристика олигоценовых и миоценовых отложений Нижнеалданской впадины (Якутия) и сопредельных территорий // Микрофитофоссилии и стратиграфия мезозоя и кайнозоя Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. С. 142–152].
- Fradkina A.F., 1996. Palinocomplexes and stratigraphy of Paleogene and Neogene of the north-eastern regions of Russia. *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 37 (7–12), 39–46 (in Russian) [Фрадкина А.Ф. Палинокомплексы и стратиграфия палеогена и неогена северо-востока России // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 7–12. С. 39–46].
- Il'yasova Z.N., Lysova L.A., Orlova T.M. et al., 1954. The Paleontological Party Report for 1953 and 1954. Sheet N-48-XXXV, 292 p. Geolfond VGF, VSNG. In: Geological Studies of the USSR. Volume 26. Buryatian Publishing House, Ulan Ude, 1962. P. 56–57 (in Russian) [Ильасова З.Н., Лысова Л.А., Орлова Т.М. и др. Отчет по результатам работ палеонтологической партии за 1953–1954 гг. Лист N–48–XXXV. 1954. 292 с. Геолфонд ВГФ, ВСНГ // Геологическая изученность СССР. Т. 26. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1962. С. 56–57].
- Imetkhenov A.B., 1987. Late Cenozoic Sediments of Lake Baikal Coast. Nauka, Novosibirsk, 150 p. (in Russian) [Иметкхенов А.Б. Позднекайнозойские отложения побережья озера Байкал. Новосибирск: Наука, 1987. 150 с.].

- Imetkhenov A.B., Bazarov D.-D.V., Savinova V.V., 1979. About stratigraphy of the Boyarsky reference section of Cenozoic sediments (South-Eastern Pribaikalie). In: The history of lakes in the USSR in Late Cenozoic. Irkutsk, Part 2, p. 70–74 (in Russian) [Иметхенов А.Б., Базаров Д.-Д.В., Савинова В.В. О стратиграфии Боярского опорного разреза кайнозойских отложений (Юго-Восточное Прибайкалье) // История озер СССР в позднем кайнозое. Иркутск, 1979. Часть 2. С. 70–74].
- Kashik S.A., Lomonosova T.K., 2006. Cenozoic deposits of the underwater Akademicheskii Ridge in Lake Baikal. *Lithology and Mineral Resources* 41 (4), 303–316. <http://dx.doi.org/10.1134/S0024490206040018>.
- Khlystov P.A., Dekhtyareva L.V., 1970. The main stages of the Meso-Cenozoic alignment and crust formation in West Transbaikalia. In: Materials on Geology and Mineral Resources of the Buryatian ASSR. Issue XIII. Buryatian Publishing House, Ulan-Ude, p. 50–57 (in Russian) [Хлыстов П.А., Дехтярева Л.В. Основные этапы мезо-кайнозойского выравнивания и корообразования в Западном Забайкалье // Материалы по геологии и полезным ископаемым Бурятской АССР. Вып. XIII. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1970. С. 50–57].
- Khursevich G.K., Karabanov E.B., Prokopenko A.A., Williams D.F., Kuz'min M.I., Fedenya S.A., Gvozdkov A.N., Kerber E.V., 2001. Detailed diatom biostratigraphy of Baikal sediments during the Brunhes Chron and climatic factors of species formation. *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 42 (1), 108–129.
- Khursevich G.K., Prokopenko A.A., Fedenya S.A., Tkachenko L.I., Williams D.F., 2005. Diatom biostratigraphy of Lake Baikal during the past 1.25 Ma: new results from BDP-96-2 and BDP-99 drill cores. *Quaternary international* 136 (1), 95–104. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2004.11.011>.
- Kodachigov V.N., Panov V.I., Kholod Yu.M. et al., 1961. The Tankhoi GSP Report for 1959 and 1960. The South-Eastern Part, Sheet M-48-IV. Geolfond BSU, Ulan-Ude (in Russian) [Кодачигов В.Н., Панов В.И., Холод Ю.М. и др. Отчет Танхойской ГСП за 1959–60 гг. Юго-восточная часть листа М-48-IV. Улан-Удэ: Геолфонд БГУ, 1961].
- Kozhov M.M., 1962. Biology of Lake Baikal. Publishing House of the USSR Acad. Sci., Moscow, 315 p. (in Russian) [Кожов М.М. Биология оз. Байкал. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 315 с.].
- Kozhov M.M., 1972. Essays on Baikal. East Siberian Publishing House, Irkutsk, 254 p. (in Russian) [Кожов М.М. Очерки по байкаловедению. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. 254 с.].
- Krylov V.P., Belyaev I.Yu et al., 1974. Hydrogeology and Engineering Geology. Trapezoid M-48-IV. The Tankhoi GGSP Report for 1973. Geolfond BSU, Ulan Ude (in Russian) [Крылов В.П., Беляев И.Ю. и др. Гидрогеология и инженерная геология. Трапеция М-48-IV. Отчет Танхойской ГСП за 1973 г. Геолфонд БГУ, Улан-Удэ, 1974].
- Kulkova N.A., Volkova V.S., 1997. Landscapes and climate of West Siberia in the paleogene and neogene. *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 38 (3), 581–595 (in Russian) [Кулькова Н.А., Волкова В.С. Ландшафты и климат Западной Сибири в палеогене и неогене // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 3. С. 621–635].
- Kuz'min M.I., Khursevich G.K., Prokopenko A.A., Sedenya S.A., Karabanov E.B., 2009. Late Cenozoic Centric Diatoms of Lake Baikal. Geo, Novosibirsk, 370 p. (in Russian) [Кузьмин М.И., Хурсевич Г.К., Прокопенко А.А., Седеня С.А., Карabanov Е.Б. Центрические диатомовые водоросли позднего кайнозоя озера Байкал. Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. 370 с.].
- Kuznetsov V.G., Khrenov P.M. (Ed.), 1982. Geological Map of the Irkutsk Region and Adjacent Territories, 1982. Scale 1:500.000. VSEGEI, the USSR Ministry of Geology, Leningrad, 16 sheets (in Russian) [Геологическая карта Иркутской области и сопредельных территорий. М-6 1:500000 / Ред. В.Г. Кузнецов, П.М. Хренов. Л.: Картфабрика ВСЕГЕИ Мингео СССР, 1982. 16 л.].
- Litvintsev G.G., Tarakanova G.N., 1967. New data on stratigraphy and lithology of the Tertiary deposits in the southern Siberian platform. In: Mesozoic and Cenozoic Stratigraphy of Central Siberia. Siberian Division, Nauka, Novosibirsk, p. 138–144 (in Russian) [Литвинцев Г.Г., Тараканова Г.Н. Новые данные по стратиграфии и литологии третичных отложений юга Сибирской платформы // Стратиграфия мезозоя и кайнозоя Средней Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1967. С. 138–144].
- Litvintsev G.G., Tarakanova G.N., 1973. Paleogenic deposits in the Irkutsk amphitheater. In: Marine and continental Paleogenic of Siberia. Siberian Division, Nauka, Novosibirsk, p. 129–135 (in Russian) [Литвинцев Г.Г., Тараканова Г.Н. Палеогеновые отложения Иркутского амфитеатра // Морской и континентальный палеоген Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. С. 129–135].
- Logachev N.A., 2001. Historic core of the Baikal Rift Zone. *Doklady Earth Sciences* 376 (1), 43–46.
- Logatchev N.A., 1958. Cenozoic Continental Deposits in Basins of the Baikal type. *Izvestiya AN SSSR, seriya geologicheskaya* (4), 18–29 (in Russian) [Логачев Н.А. Кайнозойские континентальные отложения впадин Байкальского типа // Известия АН СССР, серия геологическая. 1958. № 4. С. 18–29].
- Logatchev N.A., 1968. Sedimentary and volcanogenic formations of the Baikal rift zone. In: Baikal Rift. Nauka, Novosibirsk, p. 72–101 (in Russian) [Логачев Н.А. Осадочные и вулканогенные формации Байкальской рифтовой зоны // Байкальский рифт. Новосибирск: Наука, 1968. С. 72–101].
- Logatchev N.A. (Ed.), 1972. Lithology of Tertiary sediments south-western part of the Baikal Rift Zone. Nauka, Moscow, 120 p. (in Russian) [Литология третичных отложений юго-западной части Байкальской рифтовой зоны / Под ред. Н.А. Логачева. М.: Наука, 1972. 120 с.].
- Logatchev N.A., 1974. The Sayan-Baikal and Stanovoe Highlands. In: Highlands of Pribaikalie and Transbaikalia. Nauka, Moscow, p. 7–163 (in Russian) [Логачев Н.А. Саяно-Байкальское и Становое нагорья // Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974. С. 7–163].

- Logatchev N.A., Adamenko O.M., Aksenov D.B. et al., 1981. XI congress INQUA guidebook of excursions A–13 and C–13. Moscow, 43 p.
- Logatchev N.A., Kravchenko E.V., 1955. Accommodation basalts in the Tunka basin. *Doklady AN SSSR* 104 (3), 56–60 (in Russian) [Логачев Н.А., Кравченко Е.В. Размещение базальтов в Тункинской впадине // Доклады АН СССР. 1955. Т. 104. № 3. С. 56–60].
- Logatchev N.A., Lomonosova T.K., Klimanova V.M., 1964. Cenozoic Sediments in the Irkutsk Amphitheater. Nauka, Moscow, 195 p. (in Russian) [Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М.: Наука, 1964. 195 с].
- Logatchev N.A., Popova S.M., 1963. About fossil mollusks of the Bayandai suite (Angara-Lena interfluvium) and Tertiary stratigraphy of Pribaikalie. *Geologiya i geofizika (Russian Geology and Geophysics)* (8), 26–38 (in Russian) [Логачев Н.А., Попова С.М. Об ископаемых моллюсках баяндайской свиты (Ангаро-Ленское междуречье) и стратиграфии третичных отложений Прибайкалья // Геология и геофизика. 1963. № 8. С. 26–38].
- Lyamina N.A., Luzina I.V., Chernyaeva G.P. et al., 2010. Pre-Quaternary Cenozoic stratigraphy of the Vitim plateau. Interregional correlations. In: Geological and geophysical methods of forecasting and exploration of minerals in East Siberia. Proceedings of the Scientific Industrial Conference dedicated to the 60th anniversary of FGUNPGP Irkutskgeofizika. Irkutsk, P. 35–40 (in Russian) [Лямина Н.А., Лузина И.В., Черняева Г.П. и др. Стратиграфия дочетвертичного кайнозоя Витимского плоскогорья. Межрегиональные корреляции // Геолого-геофизические методы прогноза и поисков полезных ископаемых в Восточной Сибири: Сборник трудов научно-производственной конференции, посвященной 60-летию ФГУНПП «Иркутскгеофизика». Иркутск, 2010. С. 35–40].
- Lyamina N.A., Rasskazov S.V., Chernyaeva G.P. et al., 2005. New data on stratigraphy of Paleogenic and Neogenic formations of the North-Western Transbaikalia. In: Palynology: Theory and practice. Materials of the 11<sup>th</sup> All-Russia Conference. PIN RAS, Moscow, p. 147–148 (in Russian) [Лямина Н.А., Рассказов С.В., Черняева Г.П. и др. Новые данные по стратиграфии палеогеновых и неогеновых образований Северо-Западного Забайкалья // Палинология: теория и практика: Материалы 11-й Всероссийской конференции. М.: ПИН РАН, 2005. С. 147–148].
- Lyamina N.A., Skoblo V.M., Luzina I.V. et al., 2000. Report on Topic 760 – Prepare for publication the monograph titled “Pre-Quaternary Cenozoic stratigraphy and palynocomplexes of Western Transbaikalia” (Selenga-Vitim Trough) from 1996 to 2000, Folder – 5 lists, graphics – Unified correlation stratigraphic scheme of Paleogene – Neogene for Western Transbaikalia. Republic of Buryatia. Sheets M–48, –49; N–49, –50. Geolfond, FSUE VostSibNIIGGIMS, Irkutsk (Geolfond of Russia, Dep. Reg. Geol., the RF MNR, Moscow; TGF, Ulan-Ude, Irkutsk (in Russian) [Лямина Н.А., Скобло В.М., Лузина И.В. и др. Отчет по теме 760 «Составить, подготовить к изданию монографию «Стратиграфия и палинокомплексы дочетвертичного кайнозоя Западного Забайкалья» (Селенгино-Витимский прогиб) за 1996–2000 гг.» Папка 5 л., граф. прил. – унифицированная и корреляционная стратиграфическая схема палеогена – неогена Зап. Забайкалья. Республика Бурятия. Листы: М–48, –49; N–49, –50. Иркутск: Геолфонд ФГУП ВостСибНИИГГМС, 2000. (Геолфонд России, Деп. рег. геол. МПР РФ, Москва; ТГФ г. Улан-Удэ, г. Иркутск)].
- Martinson G.G., 1936. Distribution of sponge spicules in the deep well near Posolskoye village at Lake Baikal. *Doklady AN SSSR. New Series* IV (6), 15–21 (in Russian) [Мартиinson Г.Г. Распределение спикул губок в скважине глубокого бурения у с. Посольска на Байкале // Доклады АН СССР. Новая серия. 1936. Т. IV. № 6. С. 15–21].
- Martinson G.G., 1940. Materials for the study of fossil micro- and sponge fauna of Pribaikalie. In: Proceedings of the Baikal Limnological Station, Vol. X, p. 425–455 (in Russian) [Мартиinson Г.Г. Материалы к исследованию ископаемой микро- и спонгиозной фауны Прибайкалья // Труды Байкальской лимнологической станции. 1940. Т. X. С. 425–455].
- Martinson G.G., 1948. Fossil sponges from the Tunka basin in Pribaikalie. *Doklady AN SSSR, New Series* XI (5), 56–60 (in Russian) [Мартиinson Г.Г. Ископаемые губки из Тункинской котловины в Прибайкалье // Доклады АН СССР. 1948. Новая серия. Т. XI. № 5. С. 56–60].
- Martinson G.G., 1951. Tertiary fauna of mollusks in Eastern Pribaikalie. In: Proceedings of the Baikal Limnological Station of the USSR Academy of Sciences. Publishing House of the USSR Academy of Sciences, Moscow, Volume XIII, p. 5–92 (in Russian) [Мартиinson Г.Г. Третичная фауна моллюсков Восточного Прибайкалья // Труды Байкальской лимнологической станции АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. XIII. С. 5–92].
- Martinson G.G., 1961. Mesozoic and Cenozoic Mollusks in Continental Deposits of the Siberian Platform, Transbaikalia and Mongolia. Publishing House of the USSR Academy of Sciences, Moscow–Leningrad, 332 p. (in Russian) [Мартиinson Г.Г. Мезозойские и кайнозойские моллюски континентальных отложений Сибирской платформы, Забайкалья и Монголии. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 332 с.].
- Martinson G.G., 1982. The current knowledge of the origin of Baikal limnobiots. In: New data on fauna of Lake Baikal. Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, Part 3, p. 4–7 (in Russian) [Мартиinson Г.Г. Современное состояние изученности проблемы происхождения лимнобиоты Байкала // Новое о фауне Байкала. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1982. Ч. 3. С. 4–7].
- Mashchuk I.M., Akulov N.I., 2012. Oligocene deposits of the Baikal rift valley. *Russian Geology and Geophysics* 53 (4), 356–366. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2012.02.012>.
- Mats V.D., 1985. New data on stratigraphy of the Miocene and Pliocene deposits in the Southern Baikal. In: Issues of Geology and Paleogeography of Siberia and the Far East. Publishing House of the Irkutsk University, Irkutsk, p. 36–53 (in Russian) [Мац В.Д. Новые данные по стратиграфии миоценовых и плиоценовых отложений на юге Байкала // Вопросы геологии и палеогеографии Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1985. С. 36–53].

- Mats V.D., 2012. The sedimentary fill of the Baikal Basin: Implications for rifting age and geodynamics. *Russian Geology and Geophysics* 53 (9), 936–954 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2012.07.009>.
- Mats V.D., 2013. Late cretaceous and cenozoic stratigraphy of the Baikal Rift sediments. *Stratigraphy and Geological Correlation* 21 (6), 637–651. <http://dx.doi.org/10.1134/S0869593813060075>.
- Mats V.D., Shcherbakov D.Y., Efimova I.M., 2011. Late Cretaceous-Cenozoic history of the Lake Baikal depression and formation of its unique biodiversity. *Stratigraphy and Geological Correlation* 19 (4), 404–423. <http://dx.doi.org/10.1134/S0869593811040058>.
- Mats V.D., Ufimtsev G.F., Mandelbaum M.M. et al., 2001. The Cenozoic Baikal Rift Basin: Its Structure and Geological History. Geo Branch, Publishing House of SB RAS, Novosibirsk, 252 p. (in Russian) [Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. 252 с.].
- Mazilov V.N., Kashik S.A., Lomonosova T.K., 1993. Oligocene sediments in the Tunka basin (Baikal rift zone). *Geologiya i Geofizika* (Russian Geology and Geophysics) 34 (8), 81–88 (in Russian) [Мазиллов В.Н., Кашик С.А., Ломоносова Т.К. Оligоценовые отложения Тункинской впадины (Байкальская рифтовая зона) // Геология и геофизика. 1993. Т. 34. № 8. С. 81–88].
- Medvedev M.E., 1968. New data on the age of Khamar-Daban basalts. *Doklady AN SSSR* 178 (6), 1378–1381 (in Russian) [Медведев М.Е. Новые данные о возрасте базальтов Хамар-Дабана // Доклады АН СССР. 1968. Т. 178. № 6. С. 1378–1381].
- Mikhno N.P., Bazarov D.B., Skoblo V.M., 1960. On establishing the Tertiary sediments with fauna of freshwater molluscs in the Ivolginskaya basin. In: Materials on geology and mineral resources of the Buryatian ASSR. Issue 4. Ulan-Ude, p. 111–113 (in Russian) [Михно Н.П., Базаров Д.Б., Скобло В.М. Об установлении третичных отложений с фауной пресноводных моллюсков в Иволгинской впадине // Материалы по геологии и полезным ископаемым БурАССР. Вып. 4. Улан-Удэ, 1960. С. 111–113].
- Naletov P.I., 1961a. The stratigraphy of the Central Part of the Buryatian ASSR. Gosgeoltekhizdat, Moscow, 278 p. (in Russian) [Налетов П.И. Стратиграфия центральной части Бурятской АССР. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 278 с.].
- Naletov P.I., 1961b. The Catalogue of Deposits of Fossil Fauna, Flora, Pollen and Spores in the Central Part of the Buryatian ASSR (Map of Locations of Fossil Fauna, Flora, Pollen and Spores. Annex, 1 sheet). Gosgeoltekhizdat, Moscow, 63 p. (in Russian) [Налетов П.И. Каталог месторождений ископаемых фауны, флоры, пыльцы и спор центральной части Бурятской АССР (Карта местонахождений ископаемой фауны, флоры, пыльцы и спор (прил.) – 1 л.). М.: Госгеолтехиздат, 1961. 63 с.].
- Naumov L.S. et al., 1964. The Report on Geological Prospecting Results for the Tunka Coal-Bearing Basins from 1962 to 1964 (Akhalik Deposit). BSU Geolfond, Ulan-Ude, 240 p (in Russian) [Наумов Л.С. и др. Отчет о результатах геологоразведочных работ на площади Тункинской угленосной впадины за 1962–1964 гг. (Ахаликское месторождение). Улан-Удэ: Геолфонд БГУ, 1964. 240 с.].
- Palibin I.V., 1936. Tertiary flora of the south-eastern coast of Lake Baikal and Tunka basin. *Proceedings of NIGRI, Series A*. Issue 76, 26–46 (in Russian) [Палибин И.В. Третичная флора юго-восточного побережья Байкала и Тункинской котловины // Труды НИГРИ. Сер. А. 1936. Вып. 76. С. 26–46].
- Pal'shin G.B., 1955. The Cenozoic Deposits and Landslides at the South-Eastern Coast of Lake Baikal. Publishing House of the USSR Acad. Sci., Moscow, 201 p. (in Russian) [Пальшин Г.Б. Кайнозойские отложения и оползни юго-восточного побережья Байкала. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 201 с.].
- Pal'shin G.B., 1959. On extension of terraces at Lake Baikal. In: Proceedings of the East Siberian Branch of the USSR Acad. Sci. Vost.-Sib. Geological Series. Issue 10. Publishing House the USSR Acad. Sci., Moscow, p. 3–22 (in Russian) [Пальшин Г.Б. К вопросу о распространении террас на оз. Байкал // Труды Вост.-Сиб. филиала АН СССР. Сер. геол. Вып. 10. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 3–22].
- Panova L.A., Oshurkova M.V., Romanovskaya G.M. (Eds.), 1990. Applied Palinostratigraphy. Nedra, Leningrad, 320 p. (in Russian) [Практическая палиностратиграфия / Ред. Л.А. Панова, М.В. Ошуркова, Г.М. Романовская. Л.: Недра, 1990. 320 с.].
- Popova S.M., 1964. To the knowledge of Paleogenic and Neogenic freshwater molluscs of Pribaikalie and the southern areas of the Soviet Far East. In: Stratigraphy and Paleontology of the Mesozoic and Cenozoic Deposits in East Siberia and the Far East. Nauka, Moscow–Leningrad, p. 151–271 (in Russian) [Попова С.М. К познанию палеогеновых и неогеновых пресноводных моллюсков Прибайкалья и юга Советского Дальнего Востока // Стратиграфия и палеонтология мезозойских и кайнозойских отложений Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.–Л.: Наука, 1964. С. 151–271].
- Popova S.M., 1971. Cenozoic continental molluscs of the southern Siberia and the Far East. *Geologiya i Geofizika* (Russian Geology and Geophysics) (6), 23–32 (in Russian) [Попова С.М. Кайнозойские континентальные моллюски юга Сибири и Дальнего Востока // Геология и геофизика. 1971. № 6. С. 23–32].
- Popova S.M., 1981. The Cenozoic Continental Malacofauna of the Southern Siberia and Adjacent Territories. Nauka, Moscow, 188 p. (in Russian) [Попова С.М. Кайнозойская континентальная малакофауна юга Сибири и сопредельных территорий. М.: Наука, 1981. 188 с.].
- Popova S.M., 1984. The Cenozoic continental malacofauna of the southern Siberia and adjacent territories as an indicator of the age of sediments. In: The problem of geological formations ages in East Siberia. Results and future directions of studies in preparation for Geological Map-50 Publication. Abstracts. VostSibNIIGGiMS, Irkutsk, p. 69–70 (in Russian)

- [Попова С.М. Кайнозойская континентальная малакофауна юга Сибири и сопредельных территорий как индикатор возраста отложений // Проблема возраста геологических образований Восточной Сибири. Итоги и дальнейшие направления исследований с целью подготовки к изданию «Геолкарты – 50». Тез. доклада. Иркутск: ВостСибНИИГГиМС, 1984. С. 69–70].
- Popova S.M., 1988. The Cenozoic continental molluscs in the southern East Siberia. In: The 100<sup>th</sup> anniversary of the State Geological Survey of East Siberia: Geology and mineral resources. Abstracts. The USSR Ministry of Geology, VostSibNIIGiMS, Irkutsk, p. 59–60 (in Russian) [Попова С.М. Кайнозойские континентальные моллюски юга Восточной Сибири // 100 лет Государственной геологической службе Восточной Сибири: геология и минерально-сырьевая база. Тез. доклада. Иркутск: МинГео СССР, ВостСибНИИГГиМС, 1988. С. 59–60].
- Popova S.M., Mats V.D., Chernyaeva G.P. et al., 1989. Paleolimnological Reconstructions (Baikal Rift Zone). Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, 110 p. (in Russian) [Попова С.М., Мац В.Д., Черняева Г.П. и др. Палеолимнологические реконструкции (Байкальская рифтовая зона). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 110 с.].
- Rammelmeyer E.S., 1931. On fauna of the Tertiary terraces of Lake Baikal. *Izvestiya AN SSSR. Mathematics and Natural Sciences Series* (10), 1395–1399 (in Russian) [Раммельмейер Е.С. К вопросу о фауне третичных террас Байкала // Известия АН СССР. Отделение математических и естественных наук. 1931. № 10. С. 1395–1399].
- Rammelmeyer E.S., 1940. Fossil Molluscs of Freshwater Deposits of Transbaikalia. Proceedings of Baikal Limnological Station of the USSR Acad. Sci., Vol. X, 120 p. (in Russian) [Раммельмейер Е.С. Ископаемые моллюски пресноводных отложений Забайкалья. Труды Байкальской лимнологической станции АН СССР. 1940. Т. X. 120 с.].
- Rasskazov S.V., 1993. Magmatism of the Baikal rift system. Nauka, Siberian Publishing House, Novosibirsk, 288 p. (in Russian) [Рассказов С.В. Магматизм Байкальской рифтовой системы. Новосибирск: ВО Наука. Сибирская издательская фирма, 1993. 288 с.].
- Rasskazov S.V., 1996. Volcanism and structure of the north-eastern flank of the Baikal rift system. *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 37 (4), 60–70 (in Russian) [Рассказов С.В. Вулканизм и структура северо-восточного фланга Байкальской рифтовой системы // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 4. С. 60–70].
- Rasskazov S.V., Bатырмурзаев А.С., Магомедов Ш.А., 1990. K-Ar dating of basalts from Tunka basin. *Sovetskaya Geologiya (Soviet Geology)* (9), 62–67 (in Russian) [Рассказов С.В., Батырмурзаев А.С., Магомедов Ш.А. К–Аг датирование базальтов Тункинской долины // Советская геология. 1990. № 9. С. 62–67].
- Rasskazov S.V., Logatchev N.A., Brandt I.S., Brandt S.B., Ivanov A.V., 2000. Geochronology and Geodynamics of Late Cenozoic (South Siberia – South and East Asia). Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, 288 p. (in Russian) [Рассказов С.В., Логачев Н.А., Брандт И.С., Брандт С.Б., Иванов А.В. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь – Южная и Восточная Азия). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2000. 288 с.].
- Rasskazov S.V., Logatchev N.A., Ivanov A.V., Misharina V.A., Chernyaeva G.P., Brandt I.S., Brandt S.B., Skoblo V.M., Lyamina N.A., 2001. Palynological and diatom analyses of sediments from the late cenozoic paleo-Amalat valley (Western Transbaikalia). *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 42 (5), 773–785.
- Rasskazov S.V., Luhr J.F., Bowring S.A. et al., 2003. Late Cenozoic volcanism in the Baikal Rift system: evidence for formation of the Baikal and Khubsugul basins due to thermal impacts on the lithosphere and collision-derived tectonic stress. *Berliner palaobilogische abhandlungen* 4, 33–48.
- Rasskazov S.V., Lyamina N.A., Chernyaeva G.P. et al., 2007. Stratigraphy of Vitim Plateau in Cenozoic: Phenomenon of Long-Term Rifting in the Southern Part of East Siberia. Geo Academic Publishing House, Novosibirsk, 193 p. (in Russian) [Рассказов С.В., Лямина Н.А., Черняева Г.П. и др. Стратиграфия кайнозоя Витимского плоскогорья: феномен длительного рифтогенеза на юге Восточной Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. 193 с.].
- Rasskazov S.V., Lyamina N.A., Luzina I.V., Chernyaeva G.P., Eremina E.A., Fedoseyev A.Yu., 2010a. Tertiary sediments in Tankhoi field in the South Baikal basin: stratigraphy and correlation. In: Cenozoic continental rifting. Materials of the Symposium devoted to the 80th birthday of Academician N.A. Logatchev. Volume 2. Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, p. 63–69 (in Russian) [Рассказов С.В., Лямина Н.А., Лузина И.В., Черняева Г.П., Еремина Е.А., Федосеев А.Ю. Отложения Танхойского третичного поля в Южно-Байкальской впадине: стратиграфия и корреляции // Кайнозойский континентальный рифтогенез: Материалы симпозиума, посвященного 80-летию со дня рождения академика Н.А. Логачева. Т. 2. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. С. 63–69].
- Rasskazov S.V., Sankov V.A., Ruzhich V.V., Smekalin O.P., 2010b. Cenozoic Continental Rifting: Guide of Geological Excursions in Tunka rift basin. Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, 40 p. (in Russian) [Рассказов С.В., Саньков В.А., Ружич В.В., Смекалин О.П. Кайнозойский континентальный рифтогенез: Путеводитель геологической экскурсии в Тункинскую рифтовую долину. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. 40 с.].
- Rasskazov S.V., Yasnygina T.A., Chuvashova I.S., Mikheeva E.A., Snopkov S.V., 2013. The Kultuk volcano: spatial–temporal change of magmatic sources at the western terminus of the South Baikal basin between 18 and 12 Ma. *Geodynamics & Tectonophysics* 4 (2), 135–168 (in Russian) [Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Чувашова И.С., Михеева Е.А., Снопков С.В. Култукский вулкан: пространственно-временная смена магматических источников на западном окончании Южно-Байкальской впадины в интервале 18–12 млн лет назад // Геодинамика и тектонофизика. 2013. Т. 4. № 2. С. 135–168]. <http://dx.doi.org/10.5800/GT-2013-4-2-0095>.
- Rezanov I.N., 1988. Cenozoic Deposits and Morphologic Structure of Eastern Pribaikalie. Siberian Branch, Nauka, Novosibirsk, 128 p. (in Russian) [Резанов И.Н. Кайнозойские отложения и морфоструктура Восточного Прибайкалья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 128 с.].

- Ryabukhin G.E., 1935. Tertiary sediments of Pribaikalie and their petroleum potential. In: Problems of Buryat-Mongolian ASSR. Publishing House of the USSR Acad. Sci., Moscow–Leningrad, p. 59–82 (in Russian) [Рябухин Г.Е. Третичные отложения Прибайкалья и их нефтегазоносность // Проблемы Бурят-Монгольской АССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1935. С. 59–82].
- Sedova M.A., 1956. Miocene spore-pollen complexes of the south-eastern Pribaikalie. In: The Atlas of Miocene Spore-Pollen Complexes of the USSR Regions. Gosgeoltekhizdat, Moscow, p. 86–96 (in Russian) [Седова М.А. Миоценовые спорово-пыльцевые комплексы Юго-Восточного Прибайкалья // Атлас миоценовых спорово-пыльцевых комплексов различных районов СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1956. С. 86–96].
- Sitnikova T.Ya., 2000. Why gastropod molluscs died at the end of the Pliocene? In: The Third Vereshchagin Baikal Conference. Abstracts. East Siberian Publishing House, Irkutsk, p. 207–208 (in Russian) [Ситникова Т.Я. Почему погибли брюхоногие моллюски в конце плиоцена? // Третья Верещагинская байкальская конференция. Тез. докл. Иркутск: ЗАО «Вост.-Сиб. издательская компания», 2000. С. 207–208].
- Skoblo V.M., Filippov A.G., Lyamina N.A., 1994. Continental Mesozoic and Cenozoic in Transbaikalia and Pribaikalie. In: Geology, Minerals and Geoecology of the Southern regions of East Siberia: Collection of scientific reports devoted to the 30<sup>th</sup> anniversary of VostSibNIIGGiMS. VostSibNIIGGiMS, Irkutsk, p. 21–27 (in Russian) [Скобло В.М., Филиппов А.Г., Лямина Н.А. Континентальный мезозой и кайнозой Забайкалья и Прибайкалья // Геология, полезные ископаемые и геоэкология юга Восточной Сибири: Сборник научн. докл. к XXX ВостСибНИИГГиМСа. Иркутск: ВостСибНИИГГиМС, 1994. С. 21–27].
- Skoblo V.M., Lyamina N.A., 1983. Mesozoic and Cenozoic Buryatia. In: Geology and mineral resources of Buryatia. Buryatian Publishing House, Ulan-Ude, p. 127–136 (in Russian) [Скобло В.М., Лямина Н.А. Мезозой и кайнозой Бурятии // Геология и полезные ископаемые Бурятии. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1983. С. 127–136].
- Skoblo V.M., Lyamina N.A., Titov V.D., 1981. Biostratigraphy and Facies of Cenozoic Ore and Coal-Bearing Formations of West Transbaikalia and East Pribaikalie as the base for Geological Prospecting and Exploration Surveys. Report on Task 284 from 1978 to 1981. East Siberian NIIGGiMS, Irkutsk; BSU, Ulan-Ude, 256 p. (in Russian) [Скобло В.М., Лямина Н.А., Титов В.Д. Биостратиграфия и фации рудоносных и угленосных кайнозойских образований Западного Забайкалья и Восточного Прибайкалья как основа геолого-поисковых и геолого-разведочных работ. Отчет по теме 284 за 1978–1981 гг. Геолфонд Вост.-Сиб. НИИГГиМС, Иркутск, 1981; БГУ Улан-Удэ, 1981. 256 с.].
- Stratigraphic Code, 1997. Second edition, with additions. Interdepartmental Stratigraphic Committee, St. Petersburg, 79 p. (in Russian) [Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. СПб.: Межведомственный стратиграфический комитет, 1997. 79 с.].
- Strugov A.S., Mazilov V.N., 1975. Genetic types of Neogenic coals and the paleogeographic setting of peat accumulation in basins of the Baikal rift zone. In: Materials on Biostratigraphy and Paleogeography of East Siberia. Nauka, Moscow, p. 24–27 (in Russian) [Стругов А.С., Мазиллов В.Н. Генетические типы неогеновых углей и палеогеографическая обстановка торфонакопления во впадинах Байкальской рифтовой зоны // Материалы по биостратиграфии и палеогеографии Восточной Сибири. М.: Наука, 1975. С. 24–27].
- Verkhovskaya L.A., Golubeva V.A., Kogan R.I., 1972. Selection of the Informative Combination of Indicators to Distinguish Between Two Geological Objects. In: Mathematical Methods of Studies in Geology. VIEMS, Moscow, 39 p. (in Russian) [Верховская Л.А., Голубева В.А., Коган Р.И. Выбор информативной комбинации признаков для различения двух геологических объектов // Математические методы исследований в геологии. М.: ВИЭМС, 1972. 39 с.].
- Vikulov G.E., Potorochenko A.N., 1962. The Survey Results Report on Aluminum Raw Material in the Southern Pribaikalie. The 1961 Report of the South Baikal PRP. BSU Geolfond, Ulan-Ude (in Russian) [Викулов Г.Е., Потороченко А.Н. Отчет о результатах поисковых работ на алюминиевое сырье в Южном Прибайкалье. Отчет Южно-Байкальской ПРП за 1961 г. Улан-Удэ: Геолфонд БГУ, 1962].
- Volkova V.S. (Ed.), 2002. *Stratigraphy of Oil- and Gas-Bearing Basins of Siberia. Cenozoic in West Siberia*. Geo, Publishing House of SB RAS, Novosibirsk, 246 p. (in Russian) [Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кайнозой Западной Сибири / Под ред. В.С. Волковой. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. 246 с.].
- Volkova V.S., Kul'kova I.A., 1996. The Oligocene – Early Miocene Floral Assemblages from Western Siberia. *Stratigraphy and Geological Correlation* 4 (5), 496–505 (in Russian) [Волкова В.С., Кулькова И.А. Флористические сообщества олигоцена – раннего миоцена Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1996. Т. 4. № 5. С. 83–92].
- Volkova V.S., Kul'kova I.A., Fradkina A.F., 1986. Stratigraphy of the continental Neogene of North Asia (according to palynological data). *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* (11), 42–51 (in Russian) [Волкова В.С., Кулькова И.А., Фрадкина А.Ф. Стратиграфия континентального неогена Северной Азии (по палинологическим данным) // Геология и геофизика. 1986. № 11. С. 42–51].
- Voropinov V.S., 1961. Gravitational and disjunctive dislocations in Tertiary sediments at the bottom of Lake Baikal along the south-eastern coast. In: Materials on the geology of the Meso-Cenozoic deposits in East Siberia. Publishing House, Irkutsk, p. 26–34 (in Russian) [Воропинов В.С. Гравитационные и дизъюнктивные дислокации в третичных отложениях на дне Байкала вдоль юго-восточного побережья // Материалы по геологии мезо-кайнозойских отложений Восточной Сибири. Иркутск: Кн. изд-во, 1961. С. 26–34].
- Yanshin A.L. (Ed.), 1980. Geological Map of Southern East Siberia and the Northern Mongolia. Scale 1:1,500,000. Nedra, Leningrad, 2 sheets (in Russian) [Геологическая карта юга Восточной Сибири и северной части МНР. М-б 1:1500000 / Ред. А.Л. Яншин. Л.: Недра, 1980. 2 л.].

*Zamaraev S.M., Samsonov V.V.*, 1959. Geology and petroleum potential of the Selenga depression. In: Geology and petroleum potential of East Siberia. Gostoptekhizdat, Moscow, p. 456–474 (in Russian) [*Замараев С.М., Самсонов В.В.* Геологическое строение и нефтегазоносность Селенгинской депрессии // Геология и нефтегазоносность Восточной Сибири. М.: Гостоптехиздат, 1959. С. 456–474].

*Zubakov D.Yu.*, 1999. The Molecular Phylogenetic Study of the Evolutionary History of Mollusks of Baicaliidae and Benedictiidae Endemic Families (Gastropoda, Pectinibranchia). Candidate of Biology Thesis. Novosibirsk, 17 p. (in Russian) [*Зубаков Д.Ю.* Молекулярно-филогенетическое исследование эволюционной истории байкальских моллюсков эндемичных семейств Baicaliidae и Benedictiidae (Gastropoda, Pectinibranchia): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1999. 17 с.].



**Рассказов Сергей Васильевич**, докт. геол.-мин. наук, профессор, зав. лабораторией  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия  
Тел. (3952)511659; ✉ e-mail: [rassk@crust.irk.ru](mailto:rassk@crust.irk.ru)  
Иркутский государственный университет, геологический факультет, зав. кафедрой динамической геологии

**Rasskazov, Sergey V.**, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of Laboratory  
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS  
128 Lermontov street, Irkutsk 664033, Russia  
Tel. +7(3952)511659; ✉ e-mail: [rassk@crust.irk.ru](mailto:rassk@crust.irk.ru)  
Head of the Department of Dynamic Geology, Geological Faculty, Irkutsk State University



**Лямина Нинель Абрамовна**, канд. геол.-мин. наук  
ФГУНППГ Иркутскгеофизика  
664025, Иркутск, ул. Горького, 8, Россия

**Lyamina, Ninel A.**, Candidate of Geology and Mineralogy  
Federal State Unitarian Scientific-Industrial Geological Enterprise «Irkutsk Geophysics»  
8 Gorkiy street, Irkutsk 664025, Russia



**Лузина Ирина Владимировна**, инженер  
ФГУНППГ Иркутскгеофизика  
664025, Иркутск, ул. Горького, 8, Россия

**Luzina, Irina V.**, Engineer  
Federal State Unitarian Scientific-Industrial Geological Enterprise «Irkutsk Geophysics»  
8 Gorkiy street, Irkutsk 664025, Russia



**Черняева Галина Петровна**, канд. биол. наук, главный специалист подразделения  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия

**Chernyaeva, Galina P.**, Candidate of Biology, Chief Specialist  
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS  
128 Lermontov street, Irkutsk 664033, Russia



**Чувашова Ирина Сергеевна**, канд. геол.-мин. наук, н.с.  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия  
Тел. +7(3952)511659; e-mail: [chuvashova@crust.irk.ru](mailto:chuvashova@crust.irk.ru)  
Иркутский государственный университет, геологический факультет  
старший преподаватель кафедры динамической геологии

**Chuvashova, Irina S.**, Candidate of Geology and Mineralogy, Researcher  
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS  
128 Lermontov street, Irkutsk 664033, Russia  
Tel. +7(3952)511659; e-mail: [chuvashova@crust.irk.ru](mailto:chuvashova@crust.irk.ru)  
Senior Lecturer of Dynamic Geology Chair, Irkutsk State University, Geological Faculty



**Усольцева Марина Владимировна**, канд. биол. наук, с.н.с.  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, Россия

**Usoltseva, Marina V.**, Candidate of Biology, Senior Researcher  
Limnological Institute of SB RAS  
3 Ulan-Batorskaya street, Irkutsk 664033, Russia