

О ГРАНИЦЕ ПАЛЕОГЕНА И НЕОГЕНА В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

В.С. Волкова, О.Б. Кузьмина, З.Н. Гнибиденко, А.Г. Головина*

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

** Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия*

Приведены палинологическая и палеомагнитная характеристики трех горизонтов Западной Сибири: журавского (верхний олигоцен, хаттский ярус), абросимовского и бещеульского (нижний—средний миоцен, аквитанский, бурдигальский, лангийский, серравалийский ярусы). Рассмотрен характер распространения диноцист *Pseudokomewuia* в стратотипическом разрезе журавского горизонта (с. Защитино) и в разрезе скв. 13 (пос. Челюскинцев), где вскрыты туртасская, абросимовская и бещеульская свиты. Сходство состава и структуры комплекса диноцист, близость палинофлор туртасского и абросимовского горизонтов, условия залегания и цикличное строение озерных отложений позволили сделать вывод о границе палеогена и неогена, которую рекомендовано проводить по основанию бещеульского горизонта. Абросимовский горизонт предлагается включить в состав верхнего олигоцена (верхи хаттского яруса). Данные скоррелированы с региональной палеомагнитной шкалой. Эти представления должны быть отражены в новой региональной стратиграфической схеме палеоген-неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины.

Континентальные озерные отложения; туртасская, журавская, абросимовская свиты; палинология; магнитостратиграфия; верхняя граница олигоцена; Западная Сибирь.

THE PALEOGENE/NEOGENE BOUNDARY IN CONTINENTAL DEPOSITS OF THE WEST SIBERIAN PLAIN

V.S. Volkova, O.B. Kuz'mina, Z.N. Gnibidenko, and A.G. Golovina

The paper presents palynologic and paleomagnetic characteristics of three West Siberian horizons are presented: Zhuravka (Upper Oligocene, Chattian), Abrosimovka, and Beshcheul (Lower–Middle Miocene, Aquitanian, Burdigalian, Langhian, and Serravallian). We consider the distribution of dinocysts of the genus *Pseudokomewuia* in the stratotype section of the Zhuravka Horizon (Zashchitino Village) and in the section of borehole 13 (Chelyuskintsev Village), which exposes the Turtas, Abrosimovka, and Beshcheul Formations. Similar compositions and structures of dinocyst assemblages and similar palynofloras in the Turtas and Abrosimovka Horizons, as well as the sedimentation environment and cyclic structure of lacustrine deposits, suggest that the Paleogene/Neogene boundary should be localized at the base of the Beshcheul Horizon. We propose to include the Abrosimovka Horizon into the Upper Oligocene (upper Chattian). The data are correlated with the regional paleomagnetic scale. These views should be reflected in a new regional stratigraphic chart for the Paleogene–Neogene deposits of the West Siberian Plain.

Continental lacustrine deposits; Turtas, Zhuravka, and Abrosimovka Formations; palynology; magnetostratigraphy; upper boundary of the Oligocene; West Siberia

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в связи с подготовкой к изданию геологических карт серий ГК-200/2 и ГК-1000/3 получен новый материал, дающий основание вновь вернуться к обсуждению проблемы объема верхнего олигоцена (хаттский ярус) и положения палеоген-неогеновой границы в разрезе континентальных отложений Западно-Сибирской равнины. В настоящее время в региональной схеме [Унифицированные..., 2001] в состав верхнего олигоцена входит журавский горизонт, граница палеогена и неогена проведена по подошве абросимовского горизонта, который условно отнесен к нижнему миоцену (аквитанский и нижняя часть бурдигальского ярусов). Проблема проведения этой границы дискутируется давно, в ранних стратиграфических построениях абросимовский горизонт полностью помещался в верхний олигоцен [Зальцман, 1968; Меркулова, 1971; Панова, 1971]. Позднее было установлено, что горизонт содержит флористические уровни, условно отнесенные к аквитану—бурдигалу [Никитин, 2006]. К

сожалению, эти флористические уровни выделены из разных разрезов. До сих пор нет разреза абросимовского горизонта, удовлетворяющего всем требованиям, предъявляемым к выделению стратотипов [Стратиграфический кодекс..., 2006]. Пока не найден такой разрез, в котором были бы последовательно сопоставлены все флористические уровни, палинологические и палеомагнитные данные. Поэтому вопрос о возрасте этих отложений до сих пор остается дискуссионным. В связи с поставленной проблемой в статье будут рассмотрены новые данные по палинологии (споры, пыльца, диноцисты) и магнитостратиграфии, полученные в результате изучения ряда новых естественных обнажений и разрезов скважин.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРАТИГРАФИИ

Ниже приводятся краткие сведения по стратиграфии верхнеолигоценых (журавский горизонт) и пограничных с ними нижне- и среднемиоценовых отложений (абросимовский, бещеульский горизонты).

К верхнему олигоцену на территории равнины относится журавский горизонт, в его состав входит целый ряд свит и толщ, из которых наиболее широко распространены и достаточно хорошо изучены туртасская и журавская свиты. Отложения представлены алевролитами, глинами, песками, бурыми углями мощностью до 100 м [Унифицированные..., 2001]. Туртасская свита распространена в северных районах и в центральной части равнины, а журавская — приурочена к южным районам, главным образом к Омской впадине [Шацкий, 1978]. Отложения согласно или с небольшим перерывом залегают на новомихайловском горизонте (нижний олигоцен, рюпельский ярус) и перекрываются согласно, но чаще с перерывом, абросимовским горизонтом (нижний миоцен, аквитанский-бурдигальский ярусы) [Унифицированные..., 2001]. Возраст осадков обосновывается по флористическим данным. Отложения содержат отпечатки листьев, семена и плоды [Никитин, 2006]. По данным спор и пыльцы осадкам отвечает региональная палинозона СПЗ-14 *Fagus grandifoliiformis*, *Pterocarya stenopteroides*. Для спорово-пыльцевых спектров журавского горизонта в целом характерна пыльца *Pterocarya stenopteroides* Pan., *Fagus grandifoliiformis* Pan., *Fagus tenella* Pan., *Carya glabraeformis* Boitz., *Quercus sibirica* Pan., *Ilex obscuricostata* Trav., *Picea tobolica* Pan. Спектры с таким составом пыльцы сопоставляются со спектрами нижнебайгубекского горизонта (слои с *Cardium abundans*) Северного Устюрта [Панова, 1971; Бойцова, Панова, 1973].

К нижнему миоцену в региональной схеме в составе аквитанского и нижней части бурдигальского ярусов Международной стратиграфической шкалы относится абросимовский горизонт [Унифицированные..., 2001]. Он объединяет озерные и озерно-болотные отложения мощностью от 5—10 до 80 м. В его состав входит абросимовская свита, выделенная В.А. Николаевым в 1956 г. по естественным обнажениям на р. Абросимовка [Унифицированные..., 2001]. За стратотип свиты принят разрез скв. 67, расположенный в долине р. Иртыш близ с. Екатерининское [Меркулова, 1971]. Наиболее подробно свита расчленена по данным карпологии. В рамках единой флоры абросимовского горизонта выделяются четыре флористических уровня — ляминский, екатерининский, васюганоярский и киреевский [Никитин, 2006]. Установлено, что стратотип свиты не содержит полного набора ископаемых флор и потому он составлен из частных разрезов [Унифицированные..., 2001]. По флористическим данным свита сопоставляется с байгубекскими и аральскими отложениями Устюрта и Северного Приаралья, которые относятся к аквитанскому ярусу [Бойцова, 1964; Бойцова, Панова, 1973]. По данным спор и пыльцы абросимовский горизонт и одноименная свита охарактеризованы палинозоной СПЗ-15 Pinaceae, Taxodiaceae, *Quercus sibirica*, *Ulmus crassa* [Унифицированные..., 2001]. Совмещение с ярусами Международной шкалы выполнено условно, что до сих пор вызывает разногласия среди исследователей, многие из них считают, что абросимовский горизонт нужно полностью помещать в верхи верхнего олигодена (верхи хаттского яруса) [Меркулова, 1971; Панова, 1971; Зыкин, 2012].

Бещеульский горизонт (нижний—средний миоцен) включает одноименную свиту, представленную разнородными песками и алевролитами мощностью до 50 м. В отличие от абросимовской свиты, она не является угленосной. Свита легко распознается в разрезах благодаря характерной «бурундучной» слоистости, образованной за счет окрашивания породы оксидами железа, и залегает с размывом на отложениях абросимовского горизонта. На этом стратиграфическом уровне происходит значительная перестройка в структуре спорово-пыльцевых спектров, выраженная в резком увеличении доли пыльцы мелколиственных древесных растений и спор кочедыжниковых. Свита охарактеризована флористическими комплексами (таганский, каськовский, исаковский) и палинозой СПЗ-16 *Alnus*, *Polypodiaceae* [Унифицированные..., 2001].

Большое значение при изучении олигоценых и миоценовых отложений имеют палеомагнитные исследования, которыми были охвачены туртасская, журавская и абросимовская свиты в многочисленных скважинах на юге Западной Сибири и вдоль Транссибирской магистрали. На основе синтеза и анализа палеомагнитных данных по всем свитам и седиментационным бассейнам кайнозой Западно-Сибирской плиты была разработана шкала геомагнитной полярности [Гнибиденко, 2006]. По последова-

тельности распределения ортозон магнитной полярности и сопоставления их с мировой временной шкалой [Berggren et al., 1995] для Западной Сибири были установлены (в абсолютном летоисчислении) границы отделов кайнозоя, в том числе раннего и позднего кайнозоя (олигоцена) в шкале магнитной полярности кайнозоя. Использование этой шкалы для анализа разрезов кайнозоя позволило оценить полноту геологической летописи и установить временные масштабы размывов и перерывов в осадконакоплении по выпадению из разреза полярных ортозон. Используя шкалу в качестве эталона при изучении новых разрезов, были определены перерывы в абсолютном летоисчислении [Гнибиденко и др., 2011]. Магнитные реперы — полярные магнитозоны, носящие глобальный характер, позволяют выйти на глобальный уровень стратиграфических корреляций вне зависимости от генезиса осадков и их климатической обстановки.

В шкале полярности кайнозоя Западно-Сибирской плиты журавский горизонт представлен четырьмя разнополярными ортозонами — R_5E_3h , N_4E_3h , R_6E_3h и N_5E_3h . Им соответствуют слои с семенными комплексами, характеризующими тургайский флористический этап [Никитин, 2006], и палинозона *Fagus grandifoliiformis*, *Pterocarya stenopteroides*, отложения датируются поздним олигоценом [Унифицированные..., 2001].

В шкале магнитной полярности кайнозоя абросимовский горизонт представлен тремя ортозонами — R_1N_1aq , N_1N_1aq , R_2N_1aq [Гнибиденко, 2006]. Нижнюю ортозону обратной полярности R_1N_1aq характеризует флора ляминского уровня, вышележащая прямая ортозона N_1N_1aq содержит флору екатерининского уровня, а для ортозоны R_2N_1aq типична васюганоярская флора. Семенные комплексы абросимовского горизонта свидетельствуют о прогрессирующем обеднении теплолюбивой тургайской флоры. Три ортозоны горизонта характеризуются палинозойной *Quercus sibirica*, *Ulmus crassa*. Палинологические и палеокарпологические данные позволяют условно отнести эти отложения и выделенные в них ортозоны к нижнему миоцену (аквитан—бурдигал) [Волкова и др., 2002]. Однако новый материал позволяет изменить представление о положении границы между палеогеном и неогеном в Западной Сибири.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

На территории Западно-Сибирской равнины до начала олигоцена существовал морской режим осадконакопления [Кулькова, Волкова, 1997; Ахметьев и др., 2001; Стратиграфия..., 2002]. На рубеже эоцена и олигоцена (33.7 млн лет) произошло понижение уровня Мирового океана [Ахметьев и др., 2001]. Это привело к изоляции антарктического континента от других континентов бывшей Гондваны, к началу оледенения Антарктиды, уходу морских вод из внутренних бассейнов Северного полушария. На территории бывшего тавдинского моря (эоцен) начался новый континентальный (озерный) этап осадконакопления. По палеоклиматическим условиям и возрасту он подразделяется на два подэтапа — раннеолигоценый (рюпельский век) с бореальным прохладным климатом и позднеолигоценый (хаттский век) с более теплым климатом, который обеспечивал существование субтропических растений [Волкова, 2008, 2011].

Раннеолигоценый озерный подэтап. В начале олигоцена (33.7 млн лет, рюпельский век) после ухода тавдинского моря начался первый озерно-речной этап. Он ознаменовался накоплением вначале речных (атлымский горизонт), а позднее озерных (новомихайловский горизонт) отложений. Акватория озерного бассейна унаследовала территорию бывшего морского бассейна. Озерный бассейн был замкнутым и стока на север и юг не имел. Он был окружен денудационными равнинами, на которых размещались хвойно-широколиственные леса с незначительным участием субтропических растений [Кулькова, Волкова, 1997]. К раннему олигоцену относится становление умеренно теплого бореального климата [Волкова, 2008].

Позднеолигоценый озерный подэтап. В свете поставленной задачи наибольший интерес представляет второй подэтап (28.5—23.8 млн лет, хаттский век), во время которого шло формирование озерных осадков туртасской и журавской свит. Озерный бассейн этого времени унаследовал территорию новомихайловского озера (рис. 1), хотя по мощности накопленных осадков несколько уступал ему [Шацкий, 1978]. Существование туртасского озера-моря завершилось его распадом на мелкие водоемы в конце позднего олигоцена—начале раннего миоцена (рис. 2). В этих хорошо прогреваемых озерах в абросимовское время шло накопление алевроитов, песков с прослоями растительного детрита и лигнита. В бещеульское время (ранний—средний миоцен) начался новый озерно-аллювиальный безугольный этап осадконакопления. Этап связан с оживлением тектонических движений и охарактеризован похолоданием климата, которое привело к развитию мелколиственных лесов [Волкова, 2011].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу исследования положен большой геологический и палинологический материал, данные палеомагнитных исследований, полученные и обработанные в ИНГГ СО РАН в период с 1999 по 2011 г.,

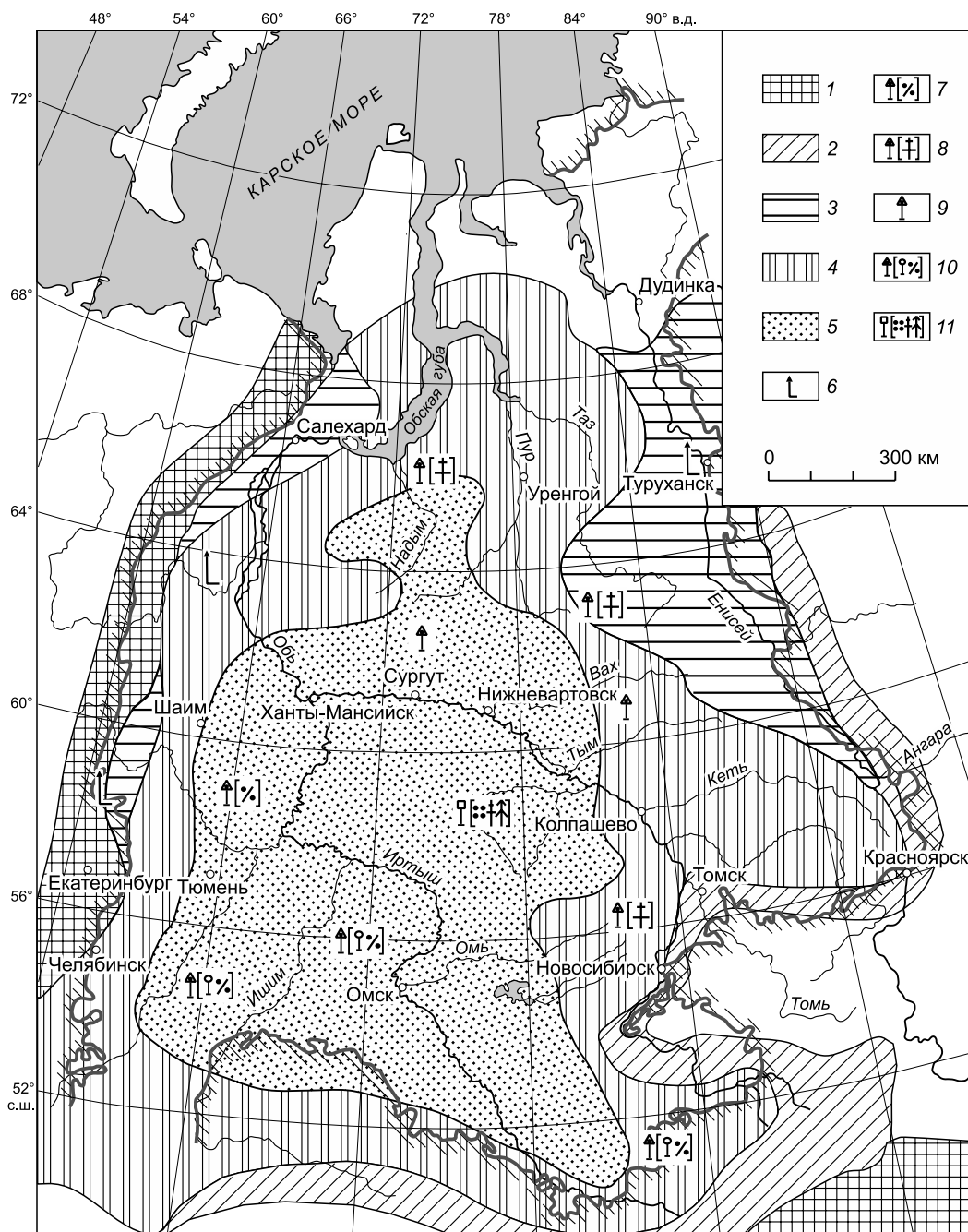


Рис. 1. Палеогеографическая схема позднего олигоцена (тургасское время), составлена В.С. Волковой.

1 — средневисотные плато и низкие горы; 2 — низкие плато; 3 — денудационные равнины; 4 — денудационно-аккумулятивные равнины; 5 — аккумулятивные равнины, по данным В.А. Николаева [Архипов и др., 1970]; 6 — горная лесная растительность; 7 — хвойно-широколиственные леса с участием березы; 8 — хвойно-широколиственные леса с участием сосны; 9 — полидоминантные хвойно-широколиственные леса; 10 — хвойно-широколиственные леса с *Juglans*, *Ulmus*, *Betula*; 11 — широколиственные леса с таксодиевыми, сосной и елью. Штрихами околтурена Западно-Сибирская низменность.

большая часть результатов опубликована в работах [Кузьмина, Волкова, 2008; Гнибиденко и др., 2011]. Приводятся новые палинологические данные по двум разрезам, один из которых расположен близ г. Тобольск (Центральный литофациальный район), а другой — близ пос. Челюскинцев (скв. 13, Ишимский литофациальный район) (рис. 3). Разрез у с. Защитино, расположенный на правом берегу р. Иртыш, в 2 км ниже по течению от г. Тобольск, был повторно опробован сотрудником ИНГТ СО РАН Н.Н. Семаковым для проведения палеомагнитных исследований, часть материала он передал О.Б. Кузьминой

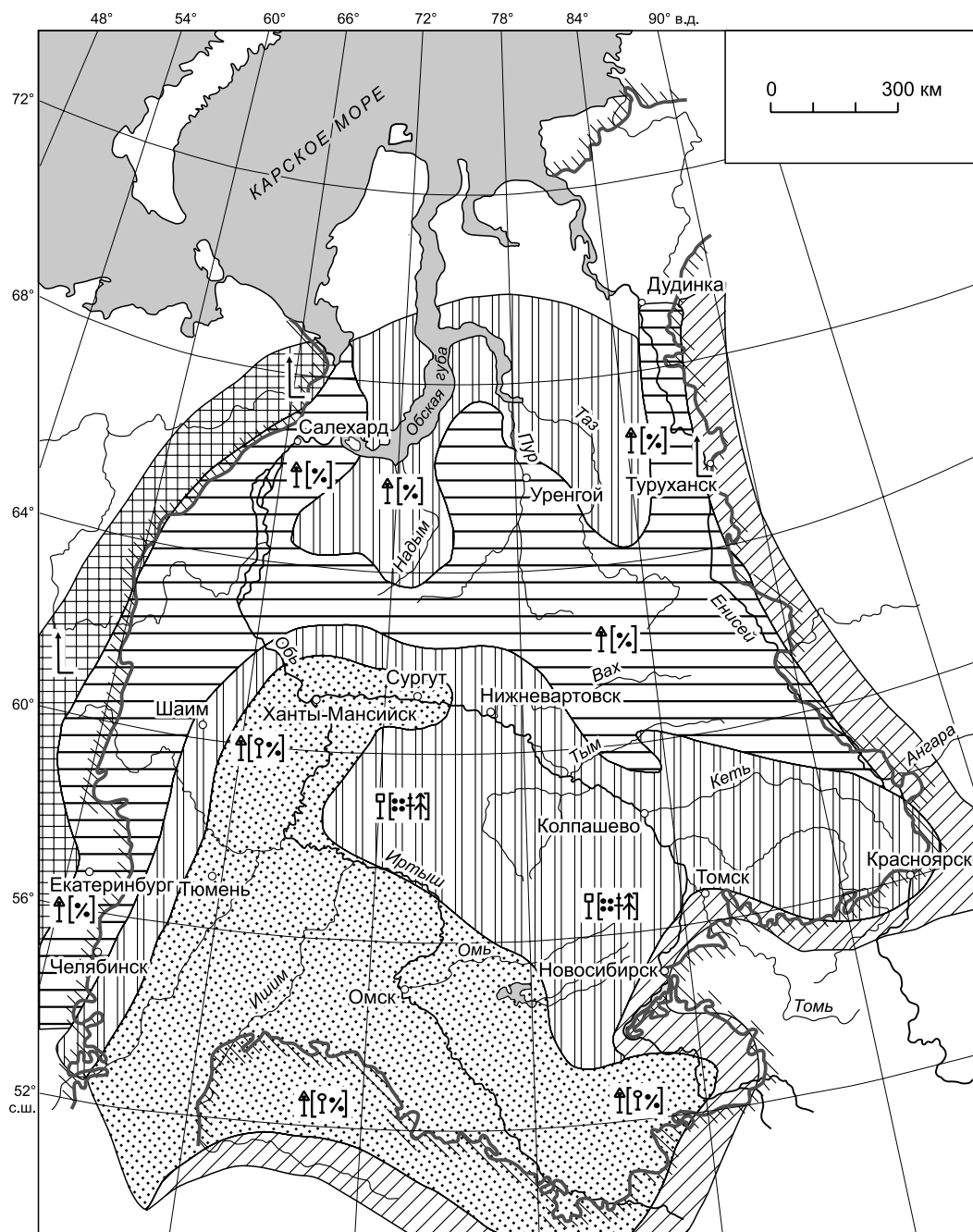


Рис. 2. Палеогеографическая схема позднего олигоцена—раннего миоцена (абросимовское время), составлена В.С. Волковой.

Усл. обозн. см. на рис. 1.

для палинологических исследований. Пробы кернa скв. 13 были отобраны геологами восточной партии Тюменской комплексной геолого-разведочной экспедиции (ТКГРЭ) и переданы для проведения палинологического анализа в ИНГГ СО РАН. Из разреза у с. Защитино исследовано 35 образцов из туртаской свиты (рис. 4), из скв. 13 изучено 28 образцов из интервала 70.8—42.5 м, в котором вскрыты верхняя часть туртаской, абросимовская и бещеульская свиты (рис. 5). Образцы были обработаны по стандартной сепарационной методике с первоначальной отмывкой, обработкой ацетализом с использованием уксусного ангидрида [Гричук, Заклинская, 1948]. Микрофитопланктон (диноцисты, зеленые микроводоросли) изучены из тех же проб, что и на споры, и пыльцу. При определении таксономической принадлежности и подсчете микрофитофоссилий применялся биологический световой микроскоп Zeiss

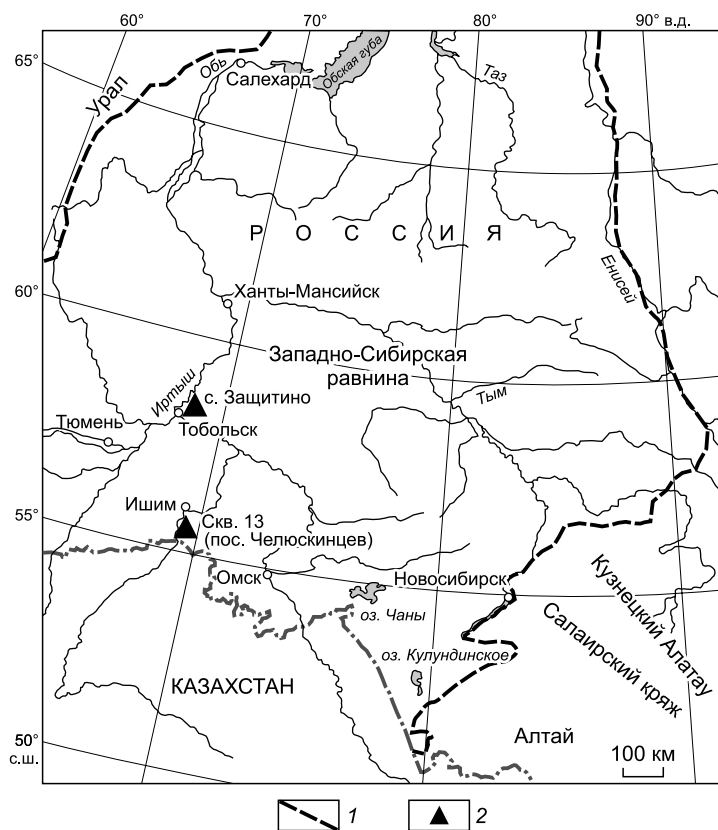


Рис. 3. Схема расположения изученных разрезов.

1 — граница Западно-Сибирской плиты и ее горного обрамления, 2 — изученные разрезы.

Primo Star. Просмотр производился во временных препаратах при увел. 600. Согласно опубликованной методике приготовления препаратов и подсчета зерен без ущерба для качества анализа [Покровская, 1950], подсчет миоспор во временных препаратах производился до 250—300 экземпляров, чаще набиралось большее количество зерен — 450—600.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разрез близ с. Защитино считается стратотипическим для журавского горизонта [Мартьянов, 1967], он был исследован ранее на споры и пыльцу [Волкова, 1966], позднее предпринимались попытки поиска диноцист в этих осадках, однако безуспешно [Волкова и др., 2000]. Повторное опробование позволило впервые обнаружить диноцисты в туртасской свите

те, до сих пор они были известны только в журавской свите [Кузьмина, Волкова, 2008; Гнибиденко и др., 2011]. Данные о распространении диноцист в разрезе вынесены на спорово-пыльцевую диаграмму (см. рис. 4). По литологии в разрезе у с. Защитино выделяется две пачки — нижняя (песчанистая) и верхняя (более глинистая) [Волкова, 1966; Волкова и др., 2000]. Нижняя обнажается на 10 м выше уреза р. Иртыш, представлена глинами голубовато-серыми с прослойками желтовато-серого песка, видимая мощность 10 м. Верхняя пачка представляет собой чередование слюдистых желтовато-коричневых глин, суглинков, песков. Мощность около 24 м.

Состав и структура спорово-пыльцевых спектров однородны по всему разрезу. Преобладает пыльца голосеменных растений, господствующее положение среди которой занимает род *Pinus* с различными видами. В небольших количествах встречается пыльца *Abies* sp., *Tsuga crispa* Zakl., *T. canadensis* Zakl., *T. torulosa* Zakl., *Tsuga* sp., *Picea tobolica* Pan., *Picea* sp., *Glyptostrobus* sp. По сравнению с предыдущими исследованиями установлено, что пыльца семейства *Taxodiaceae/Cupressaceae* составляет незначительную часть спектров (до 5%), она распределена по разрезу неравномерно (см. рис. 4). Среди покрытосеменных преобладает семейство *Betulaceae* и *Juglandaceae*, пыльцы *Fagaceae* гораздо меньше, однако она очень показательна для этих отложений, присутствие таких видов, как *Fagus grandifoliiformis*, а особенно *Quercus sibirica*, *Q. forestdalensis* Pan. отличает журавский горизонт (верхний олигоцен) от новомихайловского (нижний олигоцен). В целом разнообразие покрытосеменных возрастает вверх по разрезу, только в верхней части разнообразие и процентный состав такой пыльцы резко снижаются. Травянисто-кустарниковая растительность представлена не очень разнообразно, доля такой пыльцы незначительна в нижней части разреза, но достигает значений 9—10% в верхней. Для отложений характерно низкое (до 3%) содержание пыльцы субтропических растений, в верхней части разреза такая пыльца практически отсутствует (см. рис. 4).

Впервые в разрезе обнаружены цисты динофлагеллат, представленные родом *Pseudokomewuia*. В нижней части разреза (в интервале 0.5—20.5 м от уреза воды) диноцисты не очень многочисленны, но встречаются постоянно и составляют от 0.8 до 5.8% от общей суммы миоспор (см. рис. 4). Максимум встречаемости (до 11.7%) установлен в интервале 20.5—22.8 м от уреза воды. Далее по разрезу диноцисты единичны (до 2%), в образцах из кровли свиты (интервал 31.8—34.0 м) они практически отсутствуют. В комплексе присутствуют виды *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* He, *P.* aff. *granulata* He, часть диноцист из-за плохой сохранности определена как *Pseudokomewuia* spp. В комплексе преобладает вид *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* (см. рис. 4).

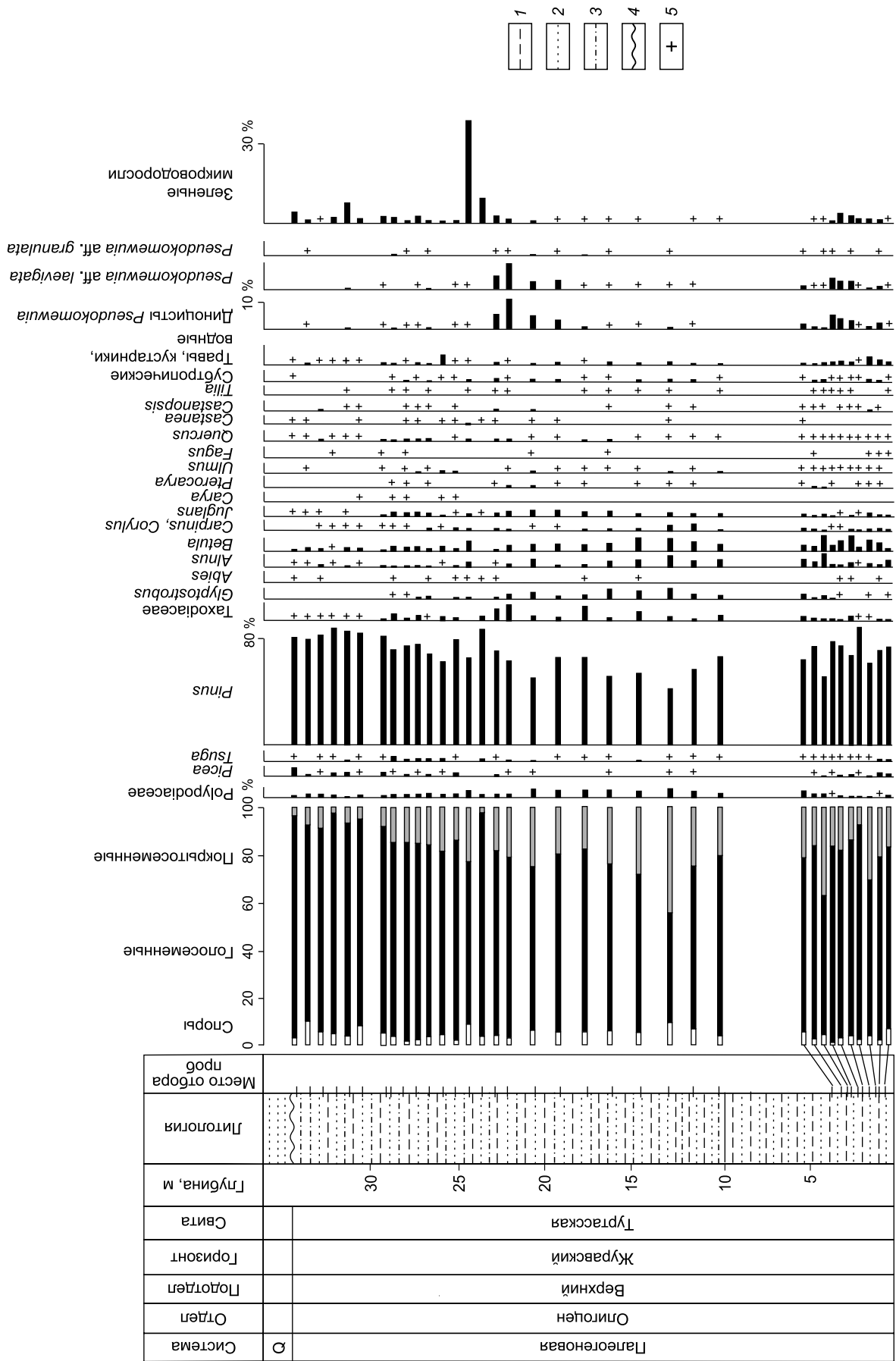


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза тургасской свиты (с. Защитино, севернее г. Тобольск).

1 — глины, 2 — пески, 3 — алевроиты, 4 — перерыв в осадконакоплении, 5 — содержание палиноморф менее 1 %.

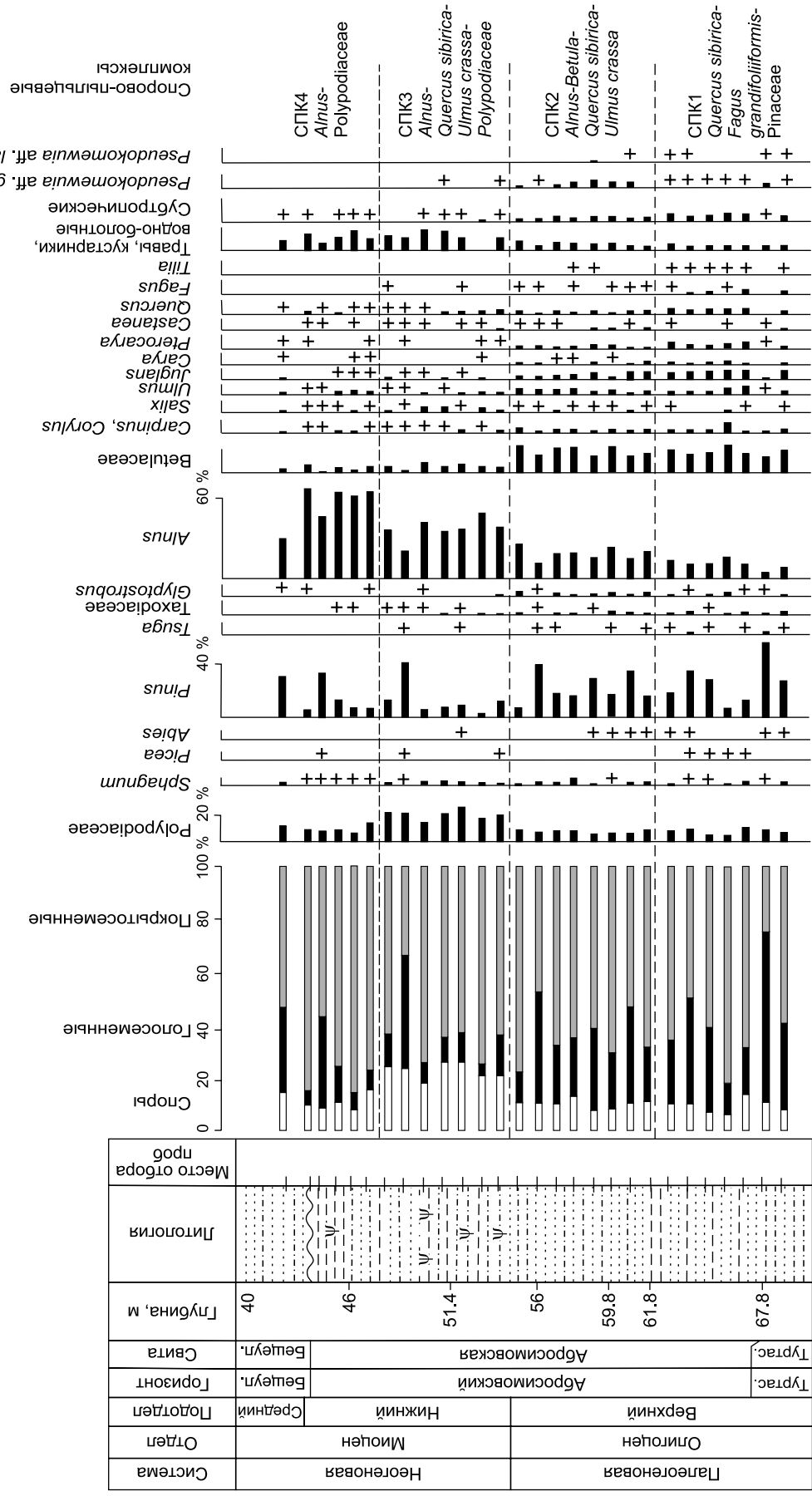


Рис. 5. Спорно-пыльцевая диаграмма скв. 13 (пос. Челюскинцев).

Г — растительный детрит. Остальные усл. обозн. см. на рис. 4.

1

Система	Отдел	Подотдел	Горизонт	Свита	Глубина, м	Литология	Место отбора проб	Спорово-пыльцевой комплекс (СПК), по данным О.Б. Кузьминой	Региональная палинозона (СПЗ) [Унифицированные..., 2001]	Диноцисты, по данным О.Б. Кузьминой
Неогеновая	Миоцен	Средний	Бещеул.	Бещеул.	40	[Литология]	[Место отбора проб]	СПК4 <i>Alnus</i> - Polypodiaceae	СПЗ-16 <i>Alnus</i> - Polypodiaceae	Не обнаружены
					45					
Палеогеновая	Оligоцен	Верхний	Абросимовский	Абросимовская	50	[Литология]	[Место отбора проб]	СПК3 <i>Alnus</i> - <i>Quercus sibirica</i> - <i>Ulmus crassa</i> - Polypodiaceae	СПЗ-15 Taxodiaceae- Pinaceae- <i>Quercus sibirica</i> - <i>Ulmus crassa</i>	Единичные <i>Pseudokomewuia</i> aff. <i>granulata</i>
					55					
					60			СПК2 <i>Alnus-Betula</i> - <i>Quercus sibirica</i> - <i>Ulmus crassa</i>	Единичные <i>Pseudokomewuia</i> aff. <i>granulata</i> (преобладает), <i>P.</i> aff. <i>laevigata</i>	
					65			СПК1 <i>Quercus sibirica</i> - <i>Fagus grandifoliiformis</i> - Pinaceae		СПЗ-14 <i>Pterocarya stenopteroides</i> - <i>Fagus grandifoliiformis</i>
					70					

Рис. 6. Биостратиграфическое расчленение скв. 13 (пос. Челюскинцев) по данным спор, пыльцы, диноцист.

Усл. обозн. см. на рис. 4, 5.

В верхней части обнажения (интервал 26.5—33.2 м от уреза воды) обнаружено большое количество диатомовых водорослей, а также единичные экземпляры типично морских видов диноцист, однако все они имеют низкую сохранность и окраску, как правило, характерную для переотложенных миоспор. Эти таксоны описаны из эоценовых отложений данного района. Вероятно, во вторую половину позднего олигоцена происходило активное размывание и переотложение эоценовых осадков. Все без исключения препараты содержат большое количество спикул губок. Кроме диноцист в разрезе обнаружены зеленые микроводоросли *Tetrapidites* sp., *Ovoidites* sp., *Tetraedron minima*, *Pediastrum simplex* Meyen, *P. boryanum* (Turp.) Menegh., *P. duplex* Meyen, *P. kawraiskyi* Schmidle, *P. angulosum* (Ehrenb.) ex Menegh. Суммарное содержание таких микроводорослей в процентах от общей суммы миоспор в палинокомплексе приведено на рис. 4.

Из скв. 13 на палинологический анализ исследовано 28 образцов из интервала 70.8—42.5 м (см. рис. 5), в котором вскрыты отложения туртаской (инт. 70.8—67.8 м), абросимовской (инт. 67.8—44.3 м) и бещеульской (инт. 44.3—40.0 м) свит (см. рис. 5). Предварительные результаты спорово-пыльцевого анализа опубликованы в работе [Кузьмина, Волкова, 2014]. Ниже приводится краткое описание выделенных в разрезе спорово-пыльцевых комплексов (СПК), данные по диноцистам в этом разрезе публикуются впервые.

СПК1 *Quercus sibirica*—*Fagus grandifoliiformis*—Pinaceae выделен из верхней части туртаской и нижней части абросимовской свит, в интервале глубин 70.8—61.8 м (рис. 5, 6). Отложения представлены: инт. 70.8—67.8 м (туртаская свита) — алевриты серые с зеленоватым оттенком, мелкозернистые, с прослоями песков светло-серых, слюдястых, с включениями растительных остатков, мощность 3 м; инт. 67.8—61.8 м (абросимовская свита) — в подошве пески светло-серые, кварцевые с прослоями алевритов, выше — переслаивание светло-серых алевритов и темно-серых глин, отмечаются редкие прослои (до 1—2 см) песков мелкозернистых кварцевых, мощность 6 м.

В инт. 70.8—61.8 м обнаружены диноцисты *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* He, *P.* aff. *granulata* He, *Pseudokomewuia* spp. (см. рис. 5). Содержание их в палинокомплексе в среднем не превышает 2 %, виды *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* и *P.* aff. *granulata* встречаются в равных соотношениях.

СПК2 *Alnus—Betula—Quercus sibirica—Ulmus crassa* установлен в средней части абросимовской свиты в интервале 62—55 м (см. рис. 5, 6). Это пески светло-серые с редкими прослоями алеврита, иногда глин, мощность 3.8 м. Комплекс несколько отличается от описанного выше по количественному составу основных таксонов. Характерно увеличение доли пыльцы мелколиственных пород, таких как *Alnus* (до 23.8 %), *Betula* (до 20 %), что в целом типично для палиноспектров из абросимовской свиты в южных разрезах Западно-Сибирской равнины [Кузьмина, Волкова, 2008].

В интервале отложений 62—58 м диноцисты *Pseudokomewuia* встречаются чаще (до 4 %), чем в описанном выше интервале (см. рис. 5). Определены *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* He, *P.* aff. *granulata* He, *Pseudokomewuia* spp., в комплексе преобладает вид *Pseudokomewuia* aff. *granulata* (до 3 %). С глубины 58 м из комплекса исчезает вид *Pseudokomewuia* aff. *laevigata*.

СПК3 *Alnus—Quercus sibirica—Ulmus crassa—Polypodiaceae* установлен выше по разрезу также из абросимовской свиты в инт. 54—47 м (см. рис. 5, 6). Отложения представлены алевритами светло-серыми с тонкими прослойками глин и песков с включениями растительного детрита, мощность 7 м. Таксономический состав данного комплекса одинаков с предыдущим, отличия заключаются в значительном увеличении содержания пыльцы *Alnus*, спор *Polypodiaceae* и в уменьшении доли участия голосеменных (см. рис. 5). В двух пробах из инт. 54—47 м отмечены единичные *Pseudokomewuia* aff. *granulata* (см. рис. 5).

СПК4 *Alnus — Polypodiaceae* выделен из отложений инт. 47.0—42.5 м (см. рис. 5, 6). Он характеризует верхи абросимовской и нижнюю часть бещеульской свит. Отложения представлены глинами темно-серыми с включениями растительного детрита (абросимовская свита), песками светло-серыми, мелкозернистыми с прослоями тонкозернистого алеврита (бещеульская свита), общая мощность 7 м. Комплексу свойственно преобладание пыльцы *Alnus* (до 67.5 %). Многочисленны споры *Polypodiaceae*, однако доля их участия снизилась по сравнению с СПК3 (см. рис. 5). Диноцисты в инт. 47.0—42.5 м не обнаружены.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Ранее неоднократно многие исследователи высказывали мнение о том, что граница между палеогеном и неогеном в Западной Сибири должна проводиться по подошве бещеульского горизонта, спорово-пыльцевые спектры которого резко отличаются от абросимовских [Зальцман, 1968; Меркулова, 1971; Панова, 1971; Волкова, Кулькова, 1996]. Полученные в последние годы новые палинологические данные существенно дополняют наши представления о стратиграфии кайнозоя Западно-Сибирской равнины и позволяют нам также высказать аргументы в пользу более высокого положения палеоген-неогеновой границы в разрезе континентального кайнозоя, чем это принято сейчас [Унифицированные..., 2001]. Поскольку мы не располагаем органическими остатками, которые давали бы возможность прямого выхода на ярусы Международной шкалы, можно попытаться оценить по данным спор и пыльцы рубежи похолодания климата в изученных разрезах. Как известно, согласно изотопно-кислородным данным, на границе палеогена и неогена (хатт—аквитан) в мировом масштабе фиксируется относительно кратковременное похолодание [Zachos et al., 2001]. В разрезе скв. 13, а также в изученных нами ранее скважинах [Кузьмина, Волкова, 2008] не выявлены какие-либо признаки, указывающие на похолодание на границе журавского и абросимовского горизонтов. Напротив, снижение содержания пыльцы хвойных и все еще разнообразно представленные термофильные широколиственные в спектрах абросимовского горизонта позволяют реконструировать благоприятные климатические условия, точно не холоднее, чем в журавское время, что является веским основанием для пересмотра стратиграфического положения абросимовского горизонта в современной региональной схеме. Значительное похолодание, которое обусловило смену растительных формаций (тургайские широколиственные леса сменились мелколиственными) в Западной Сибири по спорово-пыльцевым данным зафиксировано в основании бещеульского горизонта [Волкова, Кулькова, 1987].

Для решения вопроса о том, где проводить палеоген-неогеновую границу, необходимо принимать во внимание цикличность строения разреза континентального кайнозоя. Для Западной Сибири типична смена речных циклов озерными и озерно-болотными. Согласно этим циклам, абросимовское время явилось завершающим этапом существования позднеолигоценового озерного бассейна на территории равнины — тургасского озера-моря, когда этот бассейн распался на несколько мелких хорошо прогреваемых озер, в которых происходило углекислотное накопление. Близость спорово-пыльцевых комплексов, характеризующих журавский и абросимовский горизонты, отражает сходный состав растительных формаций, что говорит о примерно одинаковых условиях формирования этих отложений (температурный режим, увлажненность). Это наглядно демонстрирует изученный нами разрез скв. 13, где абросимов-

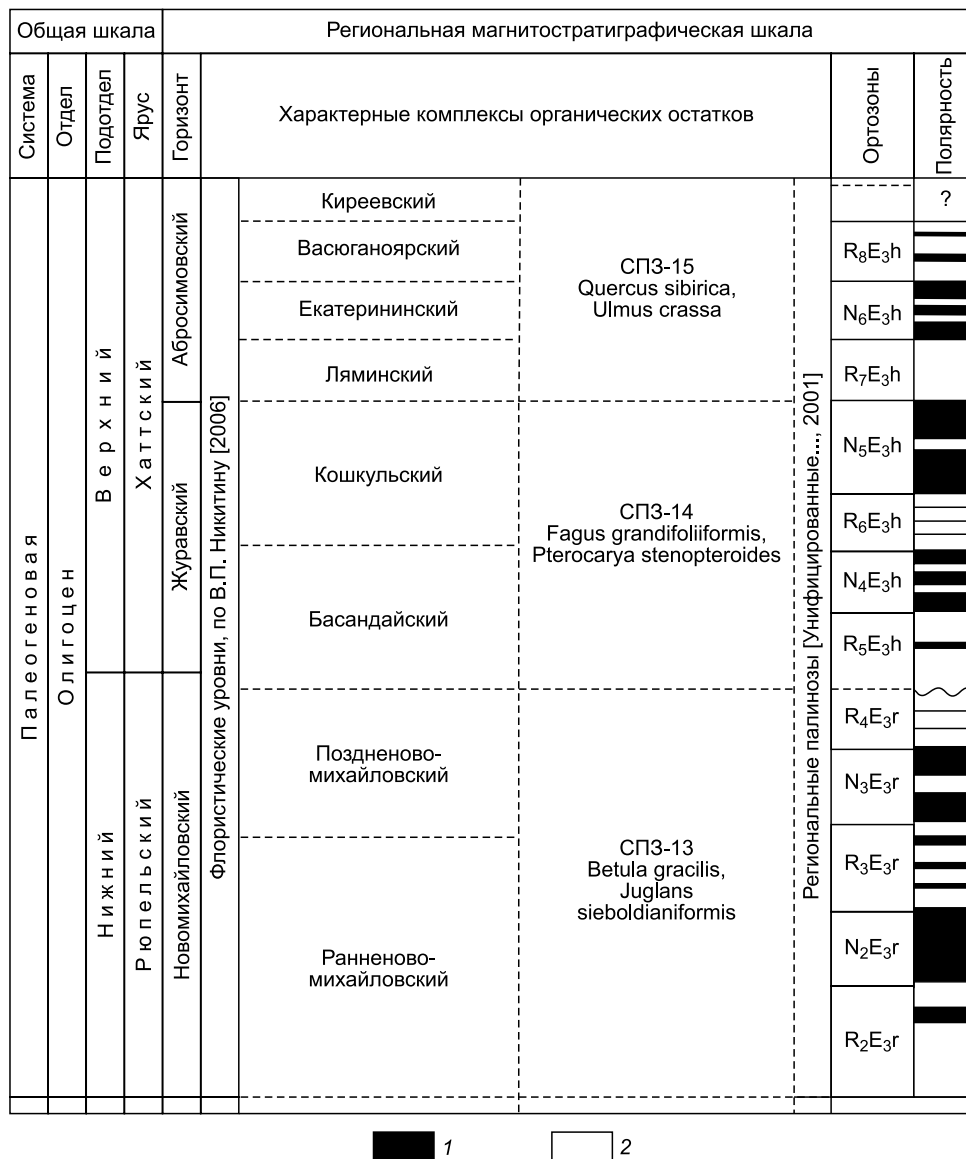


Рис. 7. Магнитостратиграфический разрез журавского и абросимовского горизонтов в новой редакции, по данным З.Н. Гнибиденко.

1 — прямая, 2 — обратная полярности.

кую свиту характеризуют четыре палинокомплекса. Их выделение стало возможным при построении и анализе спорово-пыльцевой диаграммы разреза (см. рис. 5). Изменения в комплексе, происходящие на границе туртасской и абросимовской свит, незначительны — несколько увеличилось содержание пыльцы *Alnus* (см. рис. 5). Следовательно, отложения с СПК1 следует относить еще к верхнему олигоцену. Собственно региональную палинозону *Taxodiaceae*, *Pinaceae*, *Quercus sibirica*, *Ulmus crassa* (нижний миоцен) в данном разрезе можно выделить в средней части свиты — это осадки, характеризующиеся СПК2 (средняя часть свиты). Выделение этого комплекса достаточно субъективно и основано только на различиях в процентном содержании основных таксонов, а именно на незначительном увеличении доли пыльцы мелколиственных (*Alnus*, *Betula*, *Salix*) (см. рис. 5). Иными словами, СПК2 практически неотличим от СПК1, спектры очень близки верхнеолигоценовым. Верхнюю часть абросимовской свиты в скв. 13 (инт. 56—46 м) характеризует комплекс СПК3, близкий по составу к комплексу, выделенному из бещеульской свиты (СПК4). В нем доминируют пыльца *Alnus* и споры *Polypodiaceae*, незначительно количество широколиственных, т.е. совершенно очевидно, что спорово-пыльцевые спектры из инт. 56—46 м отражают новый этап развития наземной растительности, определенно связанный с похолоданием. По мнению О.Б. Кузьминой, этот интервал разреза, по данным спор и пыльцы, следует относить уже к

неогену (см. рис. 5). Значительное увеличение доли пыльцы *Alnus* и спор *Polypodiaceae* в верхней части абросимовской свиты было установлено ранее в ряде разрезов на юге Западной Сибири [Кузьмина, Волкова, 2008]. Согласно палеокарпологическим данным, первые признаки похолодания, отразившиеся на систематическом составе ископаемых плодов и семян, также были установлены в верхней части абросимовской свиты (васюганоярский уровень (рис. 7) [Никитин, 2006]. В одном из разрезов на этом уровне одновременно были выделены спорово-пыльцевые спектры, значительно отличающиеся от «теплых» абросимовских, весьма близкие бещеульским [Мартынов и др., 1997]. В связи с этим слой с СПКЗ, выделенные в скв. 13 в верхней части абросимовской свиты, вполне можно сопоставить с васюганоярским и, возможно, киреевским флористическими уровнями. Возможно, эти слои отвечают омбинской свите, которую выделяет В.С. Зыкин, помещая эти отложения в основание неогена в Западной Сибири [Зыкин, 2012].

Диноцисты. В последние годы палинологическая характеристика континентального кайнозоя Западно-Сибирской равнины существенно дополнилась благодаря новым находкам диноцист [Кузьмина, Волкова, 2004]. Цисты динофлагеллат впервые были обнаружены и описаны в разрезах Омского Прииртышья [Кузьмина, Волкова, 2001]. Их таксономическая принадлежность и экологические особенности некоторое время оставались неясными — морские или пресноводные, являются ли они переотложенными из морских палеогеновых отложений или находятся *in situ*? Впоследствии диноцисты были отнесены к роду *Pseudokomewuia* [Кузьмина, Волкова, 2004]. Несмотря на то, что этот род не является нормально-морским и не обеспечивает прямой выход на ярусы Международной шкалы, тем не менее находки диноцист позволяют сопоставлять кайнозойские континентальные отложения Западно-Сибирской равнины с одновозрастными озерными, озерно-лагунными отложениями других районов мира. Несколько видов, принадлежащих роду *Pseudokomewuia*, впервые были выделены и описаны из верхнеолигоценых отложений Китая [He, 1984]. Сибирский комплекс диноцист, включающий виды *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* и *P.* aff. *granulata*, можно сравнить с китайским, тем самым подтверждается возраст туртасской свиты, до сих пор оценивавшийся только по спорам и пыльце. Появление диноцист в разрезе является более надежным признаком для проведения границы между нижним и верхним олигоценом, поскольку по спорам и пыльце это не всегда удается сделать. Довольно часто в разрезах отсутствует четкая граница между спорово-пыльцевыми комплексами, характеризующими нижний и верхний олигоцен, что говорит об отсутствии перерыва в осадконакоплении и обусловлено тем, что изменения в составе растительности в олигоценовую эпоху происходили постепенно.

По мнению О.Б. Кузьминой, при рассмотрении вопроса о положении границы палеогена и неогена в Западной Сибири, важно обратить внимание на изменения в составе и структуре комплекса диноцист вверх по разрезу (туртасский, абросимовский горизонты). В туртасской свите (как демонстрирует разрез у с. Защитино) присутствуют виды *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* He и *P.* aff. *granulata* He. В комплексе преобладает вид *Pseudokomewuia* aff. *laevigata*. В туртасской свите диноцисты не имеют четкой приуроченности к базальным слоям, как это было установлено ранее для журавской свиты, представляющей прибрежные мелководные фации бассейна [Кузьмина, Волкова, 2008]. В разрезе у с. Защитино максимальная встречаемость диноцист *Pseudokomewuia* приурочена к средней части свиты, а не к базальным слоям. Эту особенность нужно учитывать при корреляции туртасской и журавской свит. Распределение диноцист в них указывает на то, что их образование, вероятно, происходило не одновременно — накопление осадков центральной части озера-моря (туртасская свита) началось в первую половину журавского времени, а более песчаные береговые фации озера-моря (журавская свита) формировались позже, когда водные массы, вследствие неоднородностей структурного плана, проникли в южные районы равнины.

Разрез скв. 13 показывает, что диноцисты продолжают встречаться и в абросимовской свите, причем в ее нижней части состав комплекса остается таким же, как и в туртасской свите. Это указывает на то, что с распадом туртасского озера-моря на мелкие водоемы в абросимовское время не произошло резких изменений в температурном режиме водной среды, т.е. это еще одно свидетельство того, что на этом рубеже не было похолодания. Интересными, на наш взгляд, являются последующие изменения в составе комплекса диноцист — преобладание в комплексе *Pseudokomewuia* aff. *granulata* (интервал отложений с СПК2) и исчезновение *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* (внутри интервала с СПК2) (см. рис. 5, 6). Совместная встречаемость *Pseudokomewuia laevigata* He и *Pseudokomewuia granulata* He установлена в верхнем олигоцене Китая [He, 1984]. Моновидовые комплексы с *Pseudokomewuia* aff. *granulata* He известны из миоцена Северной Америки [Batten et al., 1999] и Дании, причем в датских разрезах вид впервые появляется в аквитане [Dybckjær, 2004]. Таким образом, исчезновение *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* из комплекса в верхней части абросимовской свиты может косвенно указывать на миоценовый возраст отложений. Спорово-пыльцевые данные свидетельствуют о том, что похолодание, выразившееся в увеличении доли пыльцы мелколиственных, началось уже в конце абросимовского времени, что также дает основание относить этот интервал разреза к миоцену (см. рис. 5). Полученные палинологические дан-

ные позволяют провести палеоген-неогеновый рубеж внутри абросимовской свиты. Однако в региональном масштабе границу палеогена и неогена все же целесообразнее совмещать с подошвой бещеульской свиты, так как на данном этапе исследований изменения на этом рубеже хорошо узнаваемы в разрезах на всей территории равнины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании всестороннего изучения континентальных кайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины (палинологические и палеомагнитные данные, анализ геологического строения и литологического состава осадков) меняется представление о границе между палеогеном и неогеном в этом регионе.

В результате обобщения палинологических данных по опорным разрезам журавского (верхний олигоцен) и абросимовского (в настоящее время нижний миоцен) горизонтов установлено значительное сходство характеризующих их спорово-пыльцевых комплексов. На границе журавского и абросимовского горизонтов похолодание не выявлено. Кардинальные изменения в спорово-пыльцевых спектрах, отражающие значительное похолодание, связаны с основанием бещеульского горизонта, это событие фиксируется надежно на всей территории равнины.

Впервые в туртасской свите обнаружены диноцисты *Pseudokomewuia*, которые характерны для озерных и лагунных отложений [He, 1984; Batten et al., 1999; Dybkjær, 2004]. Сходство спорово-пыльцевых комплексов двух горизонтов (журавского и абросимовского), присутствие и в том, и в другом диноцист *Pseudokomewuia* подтверждает представление о том, что абросимовский этап осадконакопления был завершающим в развитии огромного озерного бассейна (туртасского озера-моря) на территории равнины в позднем олигоцене. Вероятно, формирование этих двух горизонтов происходило в одну геологическую эпоху.

Изменения, происходящие в структуре комплекса диноцист, требуют доизучения. Особенно интересным и важным является уровень, когда исчезает *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* и продолжает встречаться только *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. Не исключено, что этот уровень в дальнейшем можно будет использовать в качестве стратиграфического маркера в Западной Сибири. Новые данные по диноцистам имеют большое значение не только для решения проблемных вопросов региональной стратиграфии, но также вносят вклад в банк данных по неморским динофлагеллатам, цисты которых в ископаемом состоянии встречаются гораздо реже морских.

Полученные данные свидетельствуют о том, что границу между палеогеном и неогеном в Западной Сибири целесообразнее проводить по основанию бещеульского горизонта, а абросимовский горизонт включить в верхний олигоцен (хаттский ярус). В таком случае в состав верхнего олигодена будет входить уже не три, а семь ортозон — четыре ортозоны журавского горизонта (R_5E_3h , N_4E_3h , R_6E_3h , N_5E_3h) и три ортозоны абросимовского горизонта, которые будут теперь обозначаться R_7E_3h , N_6E_3h , R_8E_3h (см. рис. 7). Новые данные необходимо учитывать при составлении и разработке новой Унифицированной региональной стратиграфической схемы по палеогену и неогену.

Работа выполнена по проекту плана НИР VIII.68.1.3 «Стратиграфия, палеогеография и комплексное обоснование реперных корреляционных уровней мезозоя и кайнозоя Сибири и сопредельного Арктического шельфа» и при поддержке в рамках программ Президиума РАН 23 «Фундаментальные проблемы океанологии; физика, геология, биология, экология» и «Происхождение биосферы и эволюция геобиологических систем», а также РФФИ (гранты 07-05-00582, 08-05-00344).

ЛИТЕРАТУРА

Архипов С.А., Вдовин В.В., Мизеров Б.В., Николаев В.А. Западно-Сибирская равнина. М., Наука, 1970, 279 с.

Ахметьев М.А., Александрова Г.Н., Амон Э.О., Беньямовский В.Н., Бугрова Э.М., Васильева О.Н., Глезер З.И., Железко В.И., Запорожец Н.И., Козлова Г.Э., Николаева И.А., Орешкина Т.В., Панова Л.А., Радионова Э.П., Стрельникова Н.И., Яковлева А.И. Биостратиграфия морского палеогена Западно-Сибирской плиты // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2001, т. 9, № 2, с. 30—57.

Бойцова Е.П. Спорово-пыльцевые комплексы из морских и прибрежно-морских отложений северных и восточных чинков Устья // Тр. ВСЕГЕИ, новая серия, вып. 102, Л., Гостоптехиздат, 1964, с. 45—151.

Бойцова Е.П., Панова Л.А. Корреляция олигоценовых отложений Северного Устья, Северного Приаралья, Тургайской равнины и Западно-Сибирской низменности (по палинологическим данным) // Морской и континентальный палеоген Сибири. Новосибирск, Наука, 1973, с. 78—86.

- Волкова В.С.** Четвертичные отложения низовьев Иртыша и их биостратиграфическая характеристика. Новосибирск, Наука, 1966, 174 с.
- Волкова В.С.** Основные рубежи перестройки бореальной флоры Западной Сибири в олигоцене и миоцене // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10—11: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2008, т. 49, с. 325—328.
- Волкова В.С.** Стратиграфия и тренд палеотемператур в палеогене и неогене Западной Сибири (по данным палинологии) // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (7), с. 906—915.
- Волкова В.С., Кулькова И.А.** Климаты позднего олигоцена и неогена по палинологическим данным // Климаты Земли в геологическом прошлом, 1987, с. 154—163.
- Волкова В.С., Кулькова И.А.** Флористические сообщества олигоцена—раннего миоцена Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1996, т. 4, № 5, с. 83—92.
- Волкова В.С., Гнибиденко З.Н., Кулькова И.А.** О природе туртасского позднеолигоценового озера-моря в Западной Сибири // Геология и геофизика, 2000, т. 41 (1), с. 62 — 70.
- Волкова В.С., Кулькова И.А., Кузьмина О.Б.** Палиностратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Барабинско-Кулундинской фашиальной зоны Западной Сибири // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (11), с. 1017—1037.
- Гричук В.Л., Заклинская Е.Д.** Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М., Изд-во географической литературы, 1948, 323 с.
- Гнибиденко З.Н.** Палеомагнетизм кайнозоя Западно-Сибирской плиты. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2006, 161 с.
- Гнибиденко З.Н., Волкова В.С., Кузьмина О.Б., Доля Ж.А., Хазина И.В., Левичева А.В.** Стратиграфия, палеомагнетизм и палинологическая характеристики континентальных отложений палеогена и неогена юго-запада Западной Сибири // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (4), с. 586—605.
- Зальцман И.Г.** Стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Кулундинской степи. Красноярск, Краснояр. кн. изд-во, 1968, 150 с.
- Зыкин В.С.** Стратиграфия и эволюция природной среды и климата в позднем кайнозое юга Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во «Гео», 2012, 487 с.
- Кузьмина О.Б., Волкова В.С.** Стратиграфия и палинологическая характеристика олигоцен-миоценовых отложений по материалам бурения (скв. 01-БП) в Омском Прииртышье Западной Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 4: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2001, т. 42, с. 135—141.
- Кузьмина О.Б., Волкова В.С.** Первые находки динофлагеллат в континентальных верхнеолигоценовых отложениях журавской свиты (Западная Сибирь) // ДАН, 2004, т. 394, № 2, с. 1—5.
- Кузьмина О.Б., Волкова В.С.** Палиностратиграфия олигоценовых и миоценовых отложений Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2008, т. 16, № 5, с. 117—130.
- Кузьмина О.Б., Волкова В.С.** Проблема расчленения и обоснования возраста абросимовской свиты (поздний кайнозой, Западная Сибирь) по палинологическим данным // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 19: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2014, т. 55, с. 93—100.
- Кулькова И.А., Волкова В.С.** Ландшафты и климат Западной Сибири в палеогене и неогене // Геология и геофизика, 1997, т. 38 (3), с. 581—595.
- Мартынов В.А.** Расчленение и вопросы корреляции континентальных палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика, 1967 (1), с. 13—24.
- Мартынов В.А., Гнибиденко З.Н., Никитин В.П.** Нижний миоцен Тарского Прииртышья: стратиграфия, палеоботаника, палеомагнетизм // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1997, т. 5, № 4, с. 46—54.
- Меркулова К.А.** О границе палеогена и неогена в Западной Сибири (по данным спорово-пыльцевого анализа) // Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. М., Наука, 1971, с. 51—60.
- Никитин В.П.** Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Азиатской России. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2006, 227 с.
- Панова Л.А.** Олигоцен Западно-Сибирской низменности // Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. М., Наука, 1971, с. 40—51.
- Покровская И.М.** Пыльцевой анализ. М., Госгеолиздат, 1950, 570 с.
- Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кайнозой Западной Сибири / Ред. А.Э. Конторович.** Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002, 246 с.
- Стратиграфический кодекс России // Ред. А.И. Жамойда.** Издание третье. СПб., ВСЕГЕИ, 2006, 96 с.

Шацкий С.Б. Основные вопросы стратиграфии и палеогеографии Сибири // Палеоген и неоген Сибири. Новосибирск, Наука, 1978, с. 3—21.

Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка и схема. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2001, 84 с.

Batten D.J., Gray J., Harland R. Paleoenvironmental significance of a monospecific assemblage of dinoflagellate cysts from the Miocene Clarkia beds, Idaho, USA // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 1999, v. 153, p. 61—173.

Berggren W.A., Kent D.V., Swicher C.C., Aubry M.P. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy // *SEPM (Society for Sedimentary Geology)*. Oklahoma, USA, 1995, Special Publication, p. 129—212.

Dybkjær K. Dinocyst stratigraphy and palynofacies studies used for refining a sequence stratigraphic model—uppermost Oligocene to lower Miocene, Jylland, Denmark // *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 2004, v. 131, p. 201—249.

He C. Tertiary dinoflagellates and acritarchs from the coastal region of the Beibu Gulf // *Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*, 1984, v. 19, p. 143.

Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present // *Science*, 2001, v. 292, № 5517, p. 686—693.

*Рекомендована к печати 28 мая 2015 г.
Б.Н. Шурыгиным*

*Поступила в редакцию 3 марта 2014 г.,
после доработки — 6 августа 2014 г.*