

УДК 551.782.13(571.1)

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ИШИМСКОЙ СВИТЫ (ВЕРХНИЙ МИОЦЕН) В ТОБОЛ-ИШИМСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ

© 2019 г. О. Б. Кузьмина^{1, 2, *}, И. В. Хазина¹, П. В. Смирнов^{3, 4},
А. О. Константинов³, А. Р. Агатова^{5, 6}

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск

³ Тюменский индустриальный университет, Тюмень

⁴ Тюменский государственный университет, Тюмень

⁵ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск

⁶ Уральский федеральный университет, Екатеринбург

*e-mail: KuzminaOB@ipgg.sbras.ru

Поступила в редакцию 04.12.2017 г.

Получена после доработки 06.03.2018 г.

Принята к публикации 25.10.2018 г.

Впервые палинологическим методом детально изучены несколько обнажений ишимской свиты верхнего миоцена на юге Тюменской области у сел Пятково, Масали и Бигила. Выполнен ряд минералогических анализов этих отложений, а также радиоуглеродное датирование толщи, перекрывающей ишимскую свиту (четвертичные отложения). В ишимской свите аллювиально-озерного генезиса установлено четыре палинокомплекса (ПК): ПК1 с *Botryococcus*; ПК2 с *Botryococcus*, *Sigmapollis*; ПК3 с *Alnus*, *Polypodiaceae*, *Botryococcus*, *Sigmapollis*; ПК4 с *Betula*, *Alnus*, *Corylus*. Слои с ПК1, ПК2 и ПК3 прослежены в двух разрезах у сел Масали и Бигила. ПК4 обнаружен в песках и алевропелитах разреза у с. Пятково, его отличает значительное содержание разнообразной пыльцы умеренно-теплолюбивых широколиственных таксонов и присутствие редких типично миоценовых элементов (*Taxodiaceae*, *Nyssa*, *Tsuga*). Выполнено сравнение ПК3 и ПК4 с комплексами, известными из неогеновых отложений Западной Сибири.

В перекрывающей ишимскую свиту слоистой толще алевролитов в разрезе у с. Масали установлен ПК5 с *Betula*, *Herpae*, *Fungi*. Ранее эти отложения относили к позднемиоценовой павлодарской свите. Состав и структура ПК5 позволили сделать предположение о четвертичном возрасте вмещающих отложений. Радиоуглеродный анализ гумусового вещества, содержащегося в алевролитах, показал, что осадконакопление происходило в позднем неоплейстоцене в эпоху сартанского оледенения.

Впервые приведены сведения по микрофитопланктону (*Botryococcus*, *Pediastrum*, *Zygnemataceae*, *Sigmapollis*) и другим непыльцевым палиноморфам, содержащимся в ишимской свите (верхний миоцен) и в неоплейстоценовой толще. По палинологическим данным выделены этапы в развитии позднемиоценового ишимского бассейна, дана оценка типам растительности, окружавшей водоем, реконструированы особенности осадконакопления неоплейстоценовой толщи (в разрезе у с. Масали).

Ключевые слова: пыльца, споры, непыльцевые палиноморфы, минералогия, радиоуглеродный анализ, ишимская свита, верхний миоцен, верхний неоплейстоцен, Западно-Сибирская равнина

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-592X276103-123>

ВВЕДЕНИЕ

Осадочные отложения неоген-четвертичного возраста, развитые на юге Тюменской области, остаются до сих пор недостаточно изученными. Развернутые в настоящее время на территории Западно-Сибирской равнины геолого-съёмочные

работы с целью детализации и уточнения геологических карт масштаба 1 : 200 000 и 1 : 1 000 000 делают актуальными детальные исследования этих отложений. Кроме того, в последние годы на юге Тюменской области начаты комплексные научно-исследовательские работы по рас-

ширению минерально-сырьевой базы различных полезных ископаемых (Смирнов и др., 2016; Новоселов, 2016), которые также предполагают разработку более детальной стратиграфической основы. В связи с этим возникла потребность в микропалеонтологическом изучении песков и алевропелитов, обнажающихся в естественных оврагах в Упоровском районе Тюменской области. Согласно Государственной геологической карте (Геологическая..., 1989; Государственная..., 2009), эти отложения относятся к ишимской свите (верхний миоцен). В стратотипическом разрезе у г. Петропавловска свита охарактеризована позднмиоценовым комплексом млекопитающих (Унифицированные..., 2001; Зажигин и др., 2002; Зыкин, 2012), в то время как в районе исследований палеонтологическая характеристика свиты практически отсутствует (Государственная..., 2009). Палинологически свита также изучена недостаточно. Последние публикации по этой теме относятся к 1960–1970-м годам (Волкова, Панова, 1975). Сведения по минеральному и химическому составу пород весьма фрагментарны и практически не публиковались в геологической литературе, оставаясь в отчетах геологосъемочных партий.

Цель настоящей работы – биостратиграфическое и минералогическое изучение ишимской свиты и пограничных с ней отложений, вскрывающихся в естественных оврагах Тобол-Ишимского междуречья (Упоровский район

Тюменской области) (рис. 1). Обнажения располагаются в пределах западной части наклонной Ишимской равнины, которая представляет собой древнюю озерно-аллювиальную плоскую слабоволнистую равнину с линейно вытянутыми формами эолового и озерно-аллювиального рельефа: гривами и древними ложбинами стока (Атлас..., 1971). Территория отличается достаточно высокой для юга Тюменской области степенью расчлененности рельефа. Речная сеть в пределах района исследований относится к бассейну Карского моря; главная река – Тобол. Современная растительность представляет собой луговые злаково-разнотравные ассоциации, чередующиеся с березовыми и березово-осиновыми колками (подзона северной лесостепи). Абсолютные отметки высот для рассматриваемой территории составляют 50–150 м над уровнем моря.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИШИМСКОЙ СВИТЕ

Ишимская свита сложена песками и “мучнистыми” трепеловидными алевритами мощностью до 20 м (Унифицированные..., 2001). Свита входит в состав таволжанского горизонта Западной Сибири (рис. 2), включающего ряд свит с неясными объемами и взаимоотношениями (Зыкин, 2012).

Наиболее характерные разрезы свиты расположены на правом берегу р. Ишим между

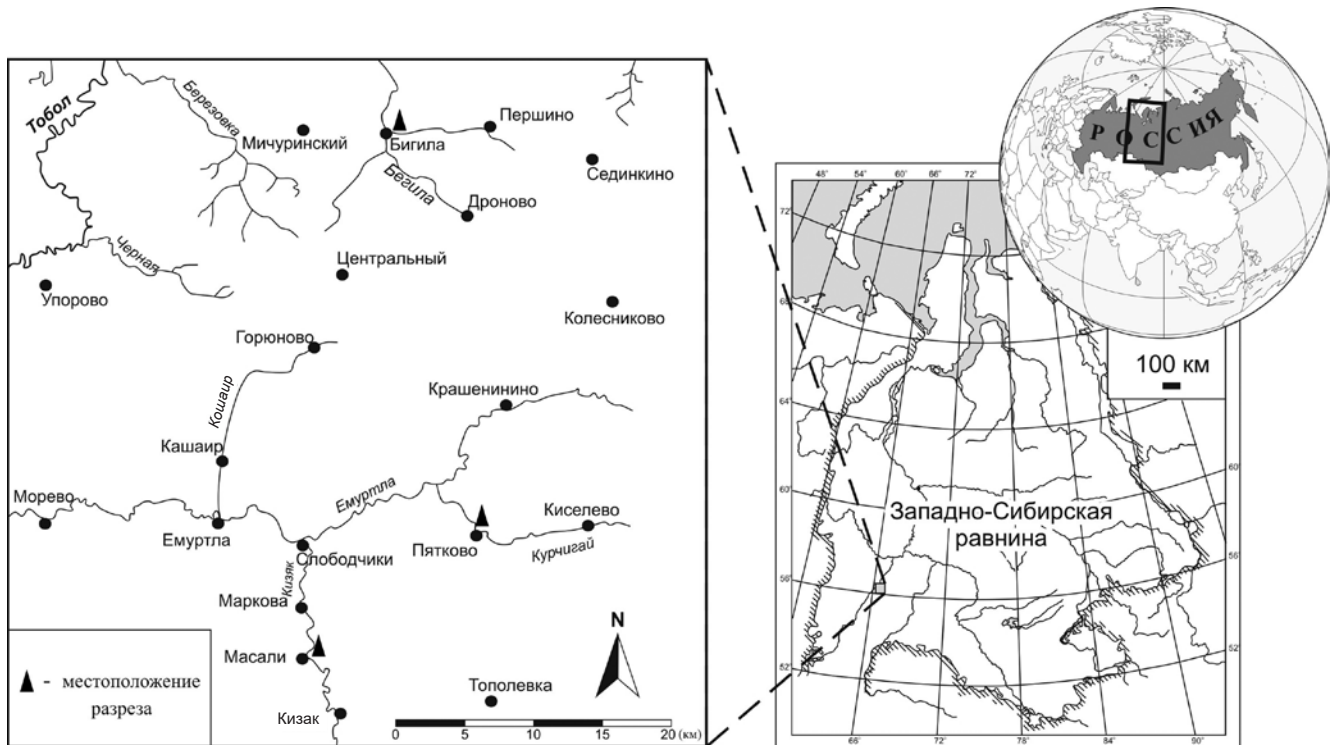


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов.

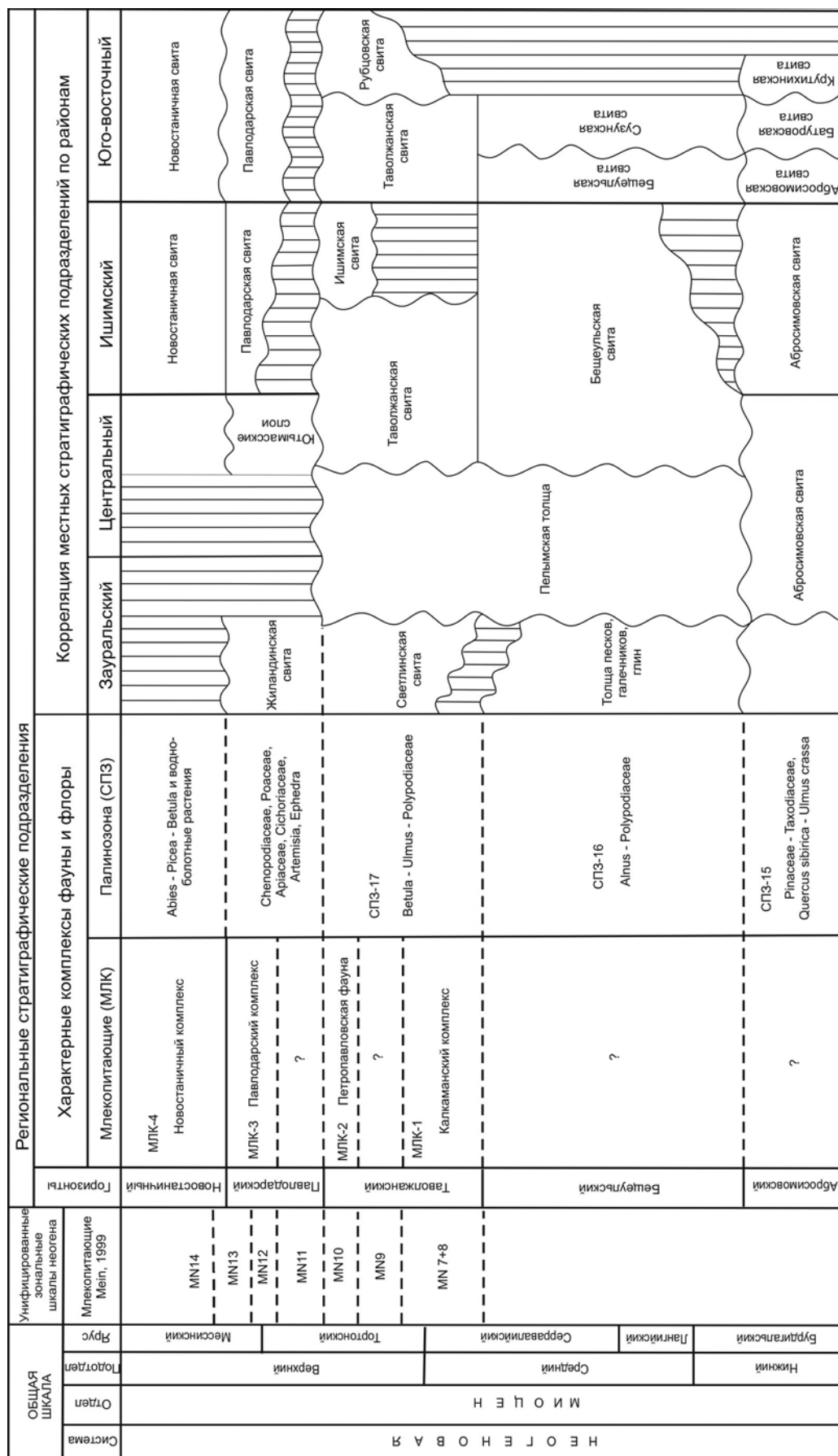


Рис. 2. Региональная схема (фрагмент) неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины (Унифицированные..., 2001).

г. Петропавловском и с. Арбатское (Зыкин, 2012). Здесь же находится стратотип свиты, который палеонтологически хорошо охарактеризован. В нем ишимская свита несогласно залегает на бещеульской свите (нижний–средний миоцен) и перекрывается новостаничной свитой (верхний миоцен–нижний плиоцен) (Зыкин, 2012). Отложения охарактеризованы позднемiocеновым комплексом млекопитающих (МЛК-2, рис. 2), который соотносится с зоной MN 10 млекопитающих неогена Евразии (Зажигин, Лопатин, 2002; Зажигин и др., 2002; Зыкин, 2012). В Западной Европе эта зона датирована 8.9–9.9 млн лет (Gradstein et al., 2012).

Естественные выходы ишимской свиты известны также и в Тобол-Ишимском междуречье (Государственная..., 2009). В этом районе нижняя часть свиты представлена песками светло-серыми до белых, с косой, линзовидной и диагональной слоистостью, мощностью 0.5–2.3 м. В некоторых разрезах на песках залегают супеси и алевроиты пойменной фации с субпараллельной слоистостью, мощностью 0.5–1.5 м. Завершает разрез характерная пачка светло-серых, почти белых “мучнистых” алевропелитов мощностью 3.5–3.8 м. По данным А.П. Астапова (1977) и П.П. Генералова и др. (1978), в этом районе ишимская свита с глубоким размывом залегает на туртасской свите (верхний олигоцен), иногда на бещеульской свите (нижний–средний миоцен), на отдельных участках несогласно перекрывается павлодарской свитой верхнего миоцена.

Согласно региональной стратиграфической схеме (Унифицированные..., 2001), свита входит в состав таволжанского горизонта, которому соот-

ветствует палинозона *Betula–Ulmus–Polypodiaceae* (СПЗ-17, рис. 2). Спорово-пыльцевой комплекс этой зоны близок к комплексу бещеульского горизонта (СПЗ-16 *Alnus–Polypodiaceae*), но отличается доминированием пыльцы *Betula*, подчиненным значением пыльцы *Alnus*, а также увеличением содержания пыльцы травянисто-кустарничковых растений и небольшим количеством типично миоценовых таксонов – умеренно-теплолюбивых *Juglans*, *Pterocarya*, *Ulmus*, *Quercus*, *Fagus*, *Corylus*, *Carya*, *Tsuga* (Волкова, Панова, 1975).

Споры и пыльца изучались в ишимской свите и ее фациальных аналогах (калкаманская, таволжанская свиты) Е.Д. Заклинской (1957) и В.С. Волковой (Тлеубердина и др., 1993) в Павлодарском Прииртышье, В.С. Волковой и Л.А. Пановой (1975) в Омско-Тарском Прииртышье, К.А. Меркуловой (1970) в районах Прииртышья и Барабы, А.П. Астаповым (1977), М.С. Зиньковой (1984) в пределах Тобол-Ишимского междуречья, Е.Д. Заклинской, И.Г. Ковалевской и Л.Н. Кондинской в Кулунде (Зальцман, 1968). Известно, что ишимская свита почти не содержит спор и пыльцы (Мартынов, Никитин, 1968; Генералов и др., 1978) либо содержит таксономически обедненные спектры преимущественно с *Alnus*, *Bryales*, *Polypodiaceae* (Волкова, Панова, 1975). В отчетах геолого-съёмочных партий упоминается также о том, что ряд таксонов при количественном анализе ишимской свиты по тем или иным причинам вовсе не учитывался (Геологическое..., 1976). На сегодняшний день отсутствуют описания конкретных разрезов таволжанского горизонта, и в частности ишимской свиты, с привязкой палинофлоры

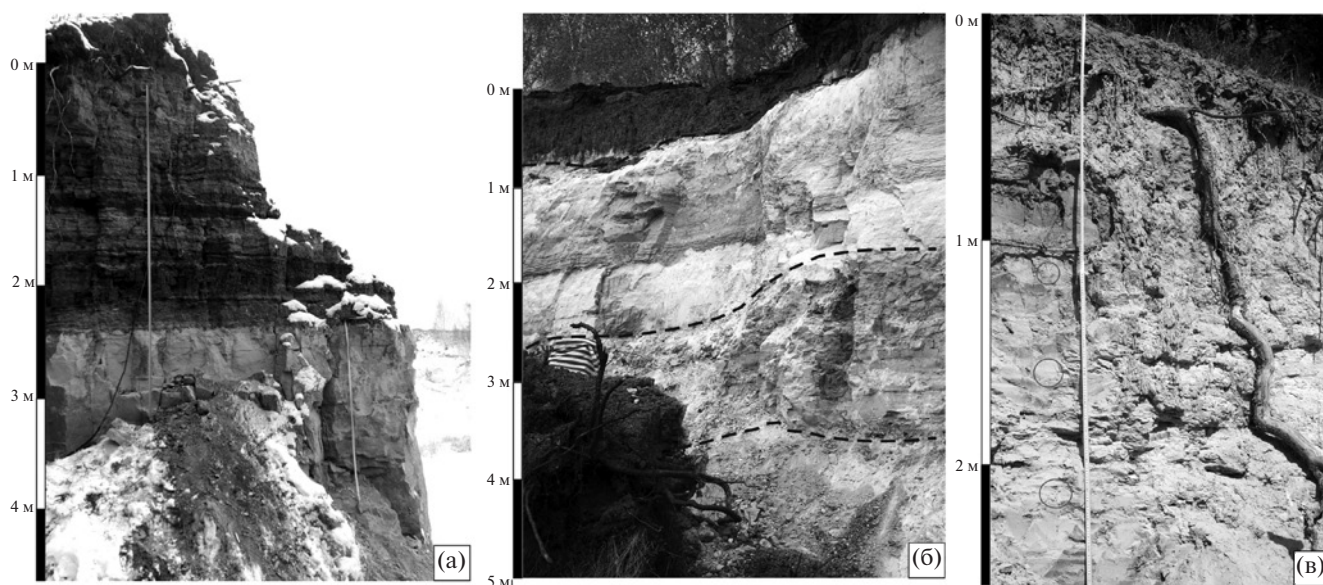


Рис. 3. Изученные разрезы, расположенные в оврагах у сел Масали (а), Бигила (б), Пятково (в). Пунктиром показаны границы слоев.

к определенным слоям (Зыкин, 2012), в связи с чем возникают сложности с обоснованием возраста и корреляцией (по палинологическим данным) отложений, вскрытых скважинами на территории Западной Сибири.

ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗОВ

Объектом настоящего исследования стала серия выходов ишимской свиты в оврагах, расположенных вблизи населенных пунктов Пятково, Масали и Бигила на юге Тюменской области в пределах Тобол-Ишимского междуречья (рис. 1, 3). На палинологический анализ из трех естественных обнажений ишимской свиты и перекрывающих ее отложений в общей сложности было отобрано 39 образцов, интервал опробования составлял 20–40 см. Описание всех изученных обнажений приводится снизу вверх.

Разрез у с. Масали. Расположен в овраге, в 1.2 км восточнее северной окраины села Масали (рис. 1, 3). Общая протяженность обнажения с северо-запада на юго-восток свыше 600 м. Абсолютная отметка залегания подошвы алевропелитов 109 м. В основании залегают пески, этот интервал разреза скрыт осыпью. Пески и алевропелиты ишимской свиты перекрыты слоистой, содержащей значительное количество гумусового вещества глинисто-песчаной толщей:

Слой 1. Пески мелкозернистые, светло-серые, вскрыты при расчистке слоя, скрытого мощной осыпью, до гл. 5 м.

Слой 2. Алевропелиты светло-серые до белых, с редкими пятнами и гнездами ожелезнения. Видимая мощность 2.4 м.

Слой 3. Алевриты глинистые, серые и светло-серые, со значительным содержанием песчаного материала и органического вещества, с редкими прослоями алевропелитовых пород, мощность 0.2 м.

Слой 4. Алевриты глинистые, темно-коричневые до черных, песчаные, со значительным содержанием органического вещества, мощность 0.5 м.

Слой 5. Алевриты глинистые, серые и светло-серые, с редкими прослоями более темных песчаных алевритов, содержащих значительное количество органического вещества, мощность 0.3 м.

Слой 6. Алевриты глинистые, темно-коричневые до черных, со значительным содержанием органического вещества, мощность 0.1 м.

Слой 7. Алевриты глинистые, серые и светло-серые, с ожелезнением в виде узких полос, со значительным содержанием песчаного материала и органического вещества, мощность 0.4 м.

Слой 8. Алевриты глинистые, светло-серые,

песчаные, со значительным содержанием органического вещества, мощность 0.4 м.

Видимая мощность ишимской свиты (слои 1, 2) в обнажении у с. Масали составляет 2.4 м, а мощность вышележащей слоистой толщи (слои 3–8) – 1.9 м. Общая мощность разреза около 4.3 м. На палинологический анализ отобрано 18 образцов, один образец взят на радиолеродное датирование.

Данный разрез был ранее изучен А.П. Астаповым (1977), позднее он приведен в работе П.П. Генералова и др. (1978). Пески и алевропелиты рассматриваются этими исследователями в составе ишимской свиты, а глинистая толща (слои 3–8) – в составе павлодарской свиты.

Разрез у с. Бигила. В 0.7 км на северо-восток от восточной окраины села Бигила опробован разрез (рис. 1, 3), в котором ишимская свита отчетливо подразделяется на три слоя: пески в основании (слой 1), выше алевропелиты с пятнами ожелезнения (слой 2) и перекрывающие их “отбеленные” алевропелиты (слой 3); абс. отм. залегания подошвы алевропелитов 112 м:

Слой 1. Пески мелкозернистые, косослоистые, с тонким чередованием светло-серых и буровато-серых прослоев, видимая мощность 1.2 м. В кровле слоя фиксируется прослой мощностью 5–10 см, сложенный крупнозернистыми, иногда гравийными песками с темноцветными минералами и галькой кварца, с косой, ленточной, диагональной слоистостью.

Слой 2. Алевропелиты светло-серые, желтовато-серые, “мучнистые”, с многочисленными пятнами ожелезнения, мощность слоя в обнажении варьирует по простиранию от 0.9 до 1.8 м.

Слой 3. Алевропелиты светло-серые, почти белые, “мучнистые”, с редкими пятнами ожелезнения, мощность слоя в обнажении варьирует от 1.5 до 2.0 м.

Слой 4. Современная почва, мощность по простиранию варьирует от 0.3 до 0.8 м.

Видимая мощность ишимской свиты в обнажении у с. Бигила варьирует по простиранию от 3.6 до 5 м. На палинологический анализ из данного обнажения отобрано 11 образцов.

В этом же восточном овраге между дер. Хорзово и Бигила А.П. Астаповым (1977) и Генераловым и др. (1978) изучен близкий по строению разрез (обн. 5-I, III), в котором также вскрыты пески и алевропелиты, относимые этими исследователями к ишимской свите. В цитируемых работах показано, что западнее ишимская свита перекрывается павлодарской свитой, возраст которой подтвержден данными по малакофауне и спорово-пыльцевым данными (Генералов и др., 1978).

Разрез у с. Пятково. В овраге в 0.5 км к северу от с. Пятково опробован небольшой разрез (рис. 1, 3), имеющий следующее строение:

Слой 1. Пески светло-серые, мелкозернистые, видимая мощность 0.1 м.

Слой 2. Алевропелиты светло-серые, почти белые, мощность 1.35 м.

Слой 3. Алевропелиты желтовато-серые, “мучнистые”, с многочисленными пятнами ожелезнения, мощность 0.25 м.

Слой 4. Современная почва, мощность 0.2 м.

Видимая мощность песков и алевропелитов в данном обнажении составляет около 1.7 м. На палинологический анализ отобрано 6 образцов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились методами палинологического, минералогического и радиоуглеродного анализа.

Палинологический анализ. Химико-техническая обработка проб и последующий палинологический анализ были выполнены в Лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН), Новосибирск. Обработка проведена по следующей методике, применяемой в ИНГГ СО РАН: 1) опробование образцов на реакцию с HCl (все образцы оказались некарбонатными); 2) удаление глинистых частиц в осадке с применением горячего раствора пиррофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), с последующим отмыванием дистиллированной водой до прозрачного столба воды над осадком; 3) разделение осадка на минеральную и органическую части в кадмиевой тяжелой жидкости ($\text{CdI} + \text{KI}$) с удельным весом 2.25 при помощи центрифугирования; 4) отмывание органического осадка от тяжелой жидкости дистиллированной водой; 5) сбор в пробирки, промывка и сушка мацерата с последующим добавлением глицерина.

Изучались в препаратах не только споры и пыльца наземных растений, но и непыльцевые палиноморфы, включая микрофитопланктон, споры и гифы грибов и др. Эти палиноморфы были выделены из породы вместе со спорами и пылью по вышеописанной методике обработки образцов для палинологического анализа. Для определения таксономической принадлежности и подсчета палиноморф применяли биологический световой микроскоп Zeiss Primo Star. Просмотр производили во временных препаратах при увеличении 600. Для получения достоверных данных насчитывали до 300–400 палиноморф. При низкой насыщенности мацерата палиноморфами под микроскопом просматривали полностью один временный препарат (размеры 2×2 см), приготовленный из осадка пробы. При расчете долевого участия отдельных таксонов в палиноспектре за 100% принимали сумму всех палиноморф.

Микрофотосъемку выполняли на микроскопе с цифровой фотокамерой в постоянных препаратах, приготовленных с использованием глицерин-желатина и парафина. Все препараты хранятся в Лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя ИНГГ СО РАН.

Минералогические исследования.

Проводились в основном для ранее не изученных алевропелитов ишимской свиты. Минералогические исследования включали электронную микроскопию, литолого-петрографический анализ в шлифах, рентгенофлуоресцентный и рентгеноструктурный анализ. Работы выполнены в Центре коллективного пользования многоэлементных и изотопных исследований на базе Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск), в Тюменском индустриальном университете и ООО “ЗапСибГЦ” (Тюмень).

Радиоуглеродный анализ. На радиоуглеродный анализ был отобран образец массой 5 кг из верхней части обнажения у с. Масали, из перекрывающих ишимскую свиту глинистых алевритов от светло-серых до темно-коричневых и бурых, нередко ожелезненных, со значительным содержанием органического вещества и небольшой примесью песчаного материала. Образец взят в 1.5 м ниже уровня дневной поверхности.

Датирование по гуминовым кислотам было проведено радиоуглеродным методом по стандартной методике (Арсланов, 1987) в Лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата ИГМ СО РАН (Новосибирск). Определение остаточной активности углерода выполнено на установке QUANTULUS-1220 (Liquid Scintillation Counters). Для расчета возраста использован период полураспада ^{14}C 5570 лет. Для перехода на период полураспада 5730 лет необходимо к дате ввести коэффициент 1.03. Возраст рассчитан от 1950 года. Калибровка радиоуглеродного возраста проводилась в программе CALIB Rev 7.0. 4 (Stuiver et al., 2014) с использованием калибровочной базы IntCal13 (Reimer et al., 2013). Дата приведена с доверительным интервалом 2σ .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Палинологическое исследование

Диаграммы распространения палиноморф в изученных разрезах приводятся на рис. 4–6, корреляция разрезов – на рис. 7. Описание палинокомплексов дано снизу вверх (от более древних к более молодым).

ПК1 с *Botryococcus* установлен в песках ишимской свиты в разрезах у сел Масали (слой 1, обр. 18) и Бигила (слой 1, обр. 10, 11). Споры и пыльца полностью отсутствуют.

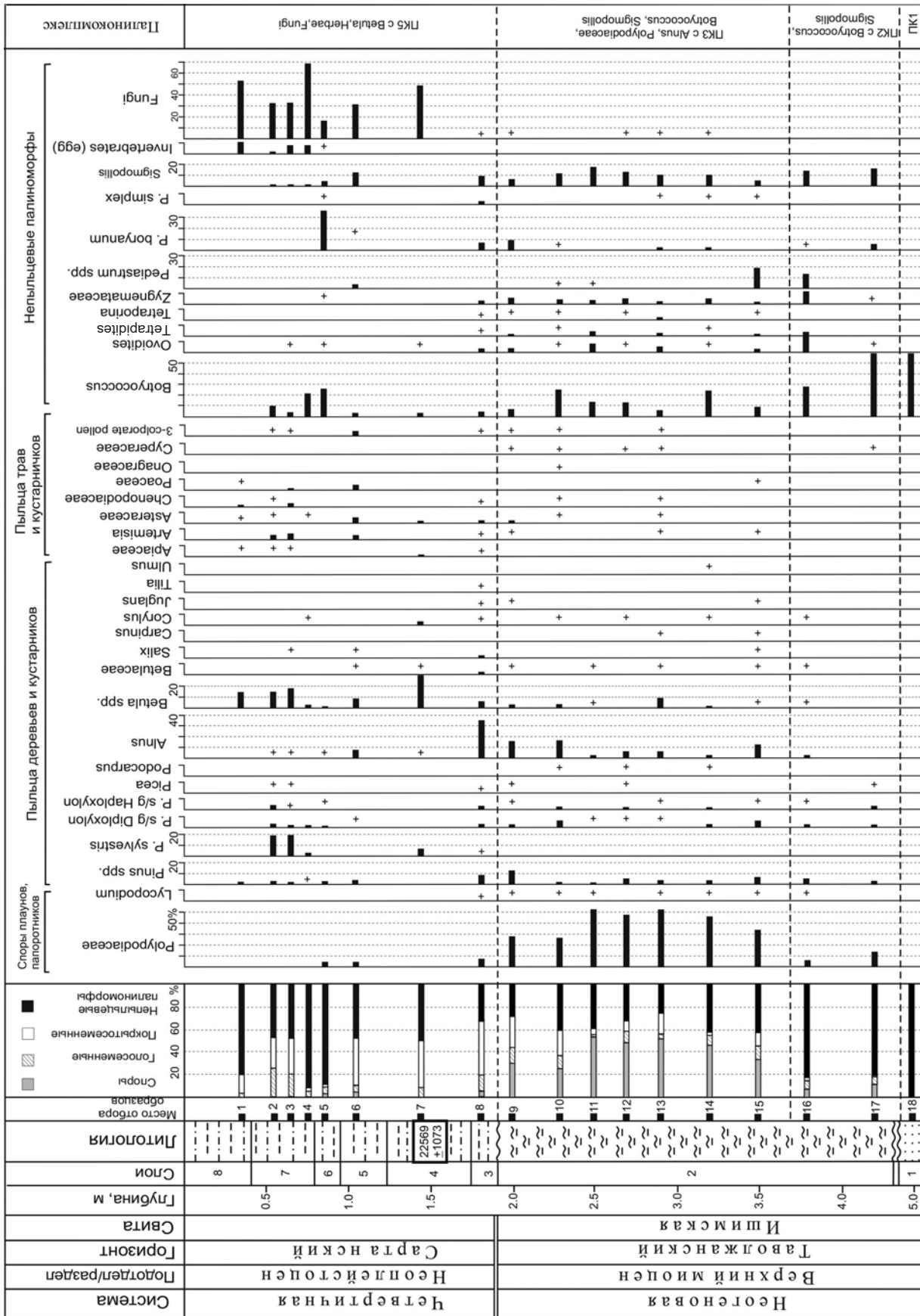
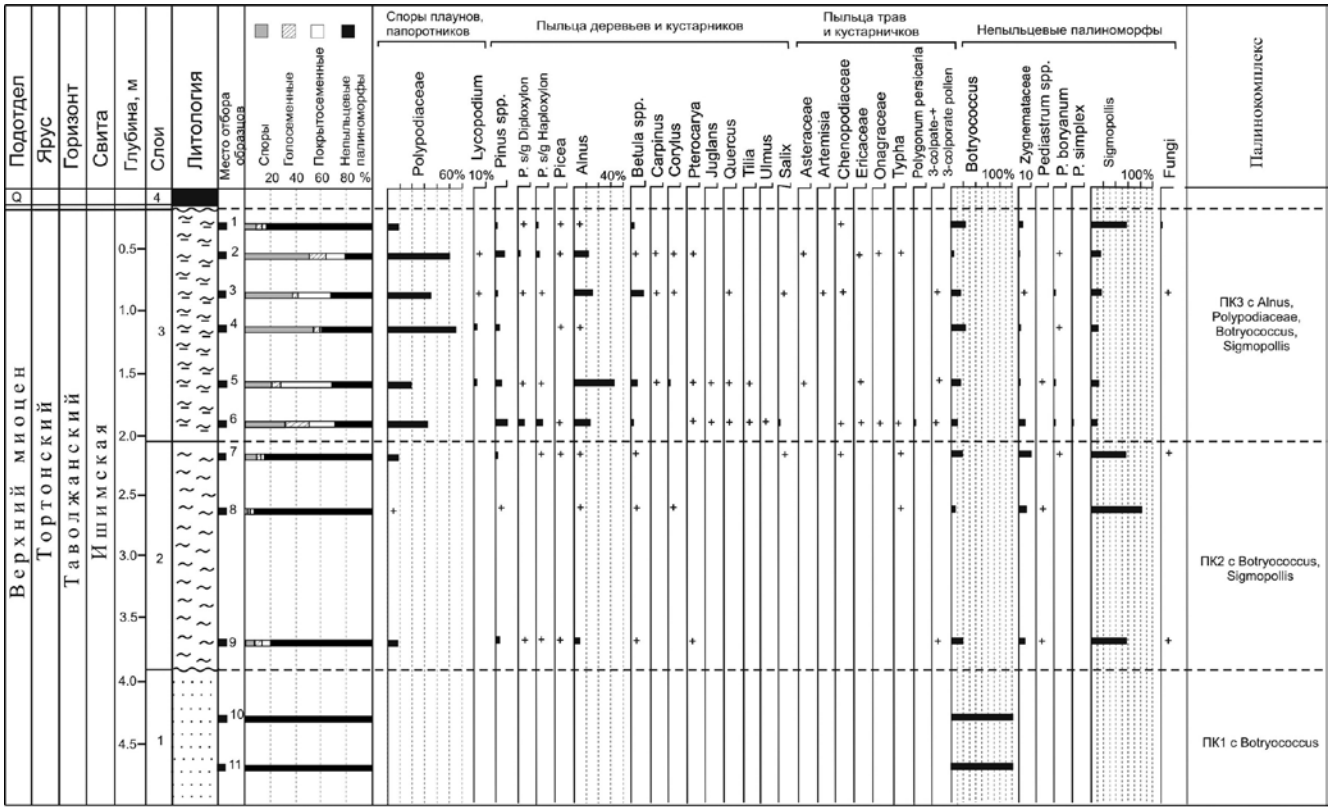


Рис. 4. Палинологическая диаграмма разреза у с. Масали.

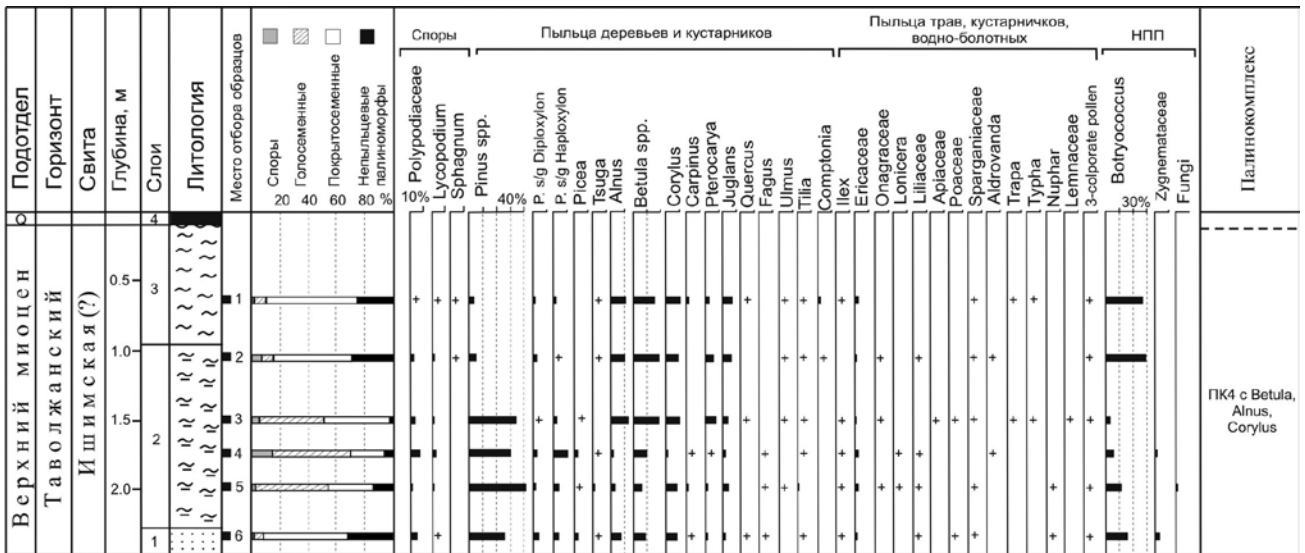
1 — пески; 2 — алевролиты "отбеленные", с редкими пятнами ожелезнения; 3 — глинистые пентамы ожезления; 4 — перерыв в осадконакоплении; 5 — содержание компонента менее 1%; ПК1 — палинокомплекс с Botryococcus.



1 - 2 - 3 - 4 + -5

Рис. 5. Палинологическая диаграмма разреза у с. Бигила.

1 – пески; 2 – алевропелиты ожелезненные; 3 – алевропелиты “отбеленные”, с редкими пятнами ожелезнения; 4 – современная почва; 5 – содержание компонента менее 1%.



1 - 2 - 3 - 4 + -5

Рис. 6. Палинологическая диаграмма разреза у с. Пятково. Условные обозначения см. рис. 5. Q – квартал, НПП – непыльцевые палиноморфы.

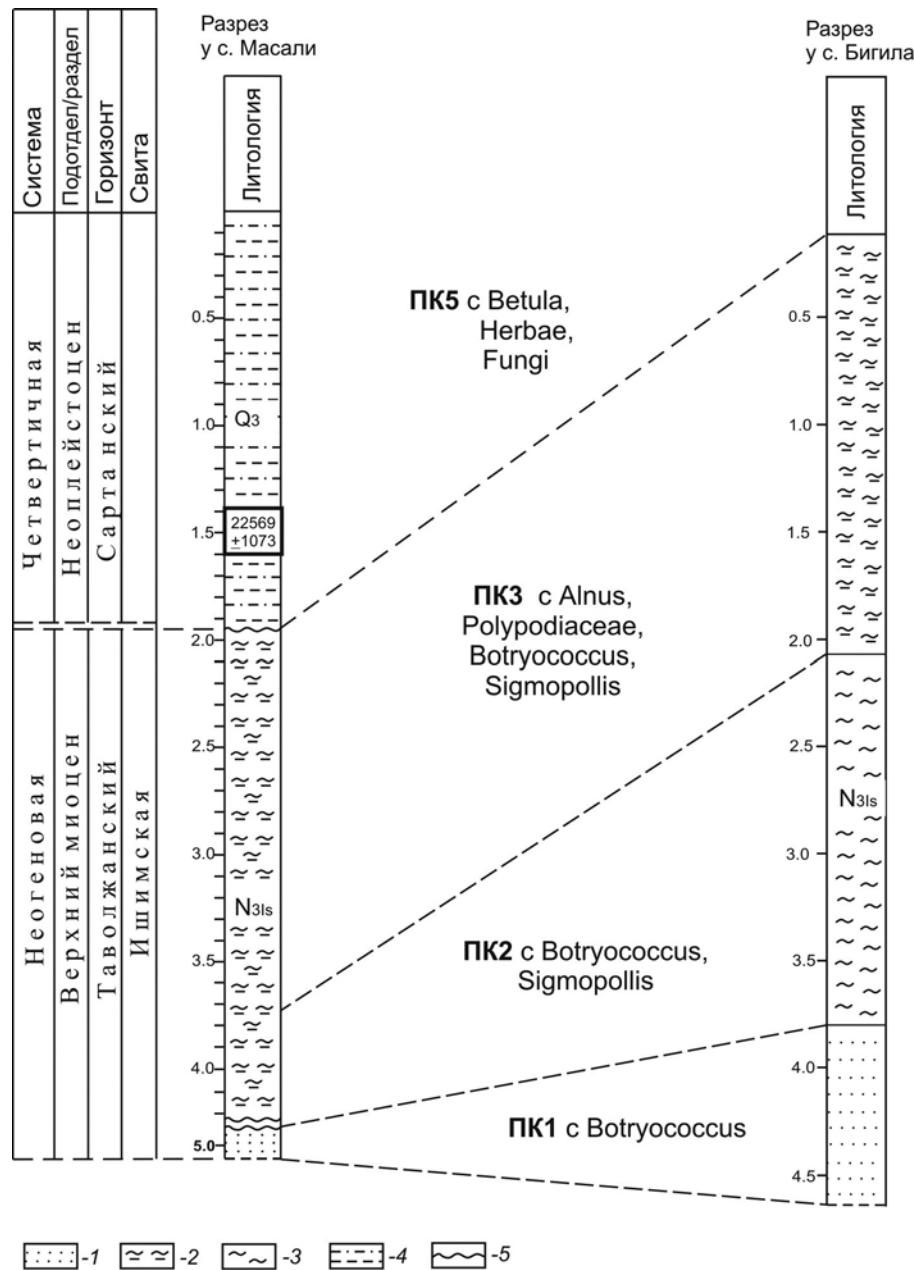


Рис. 7. Корреляция изученных разрезов по палинологическим данным.

1 – пески, 2 – алевропелиты “отбеленные”, 3 – алевропелиты железистые, 4 – глинистые алевролиты с органикой, 5 – перерыв в осадконакоплении, N_{3is} – ишимская свита, Q_3 – четвертичные отложения (неоплейстоцен).

Спектры содержат только зеленые колониальные водоросли *Botryococcus* (табл. I).

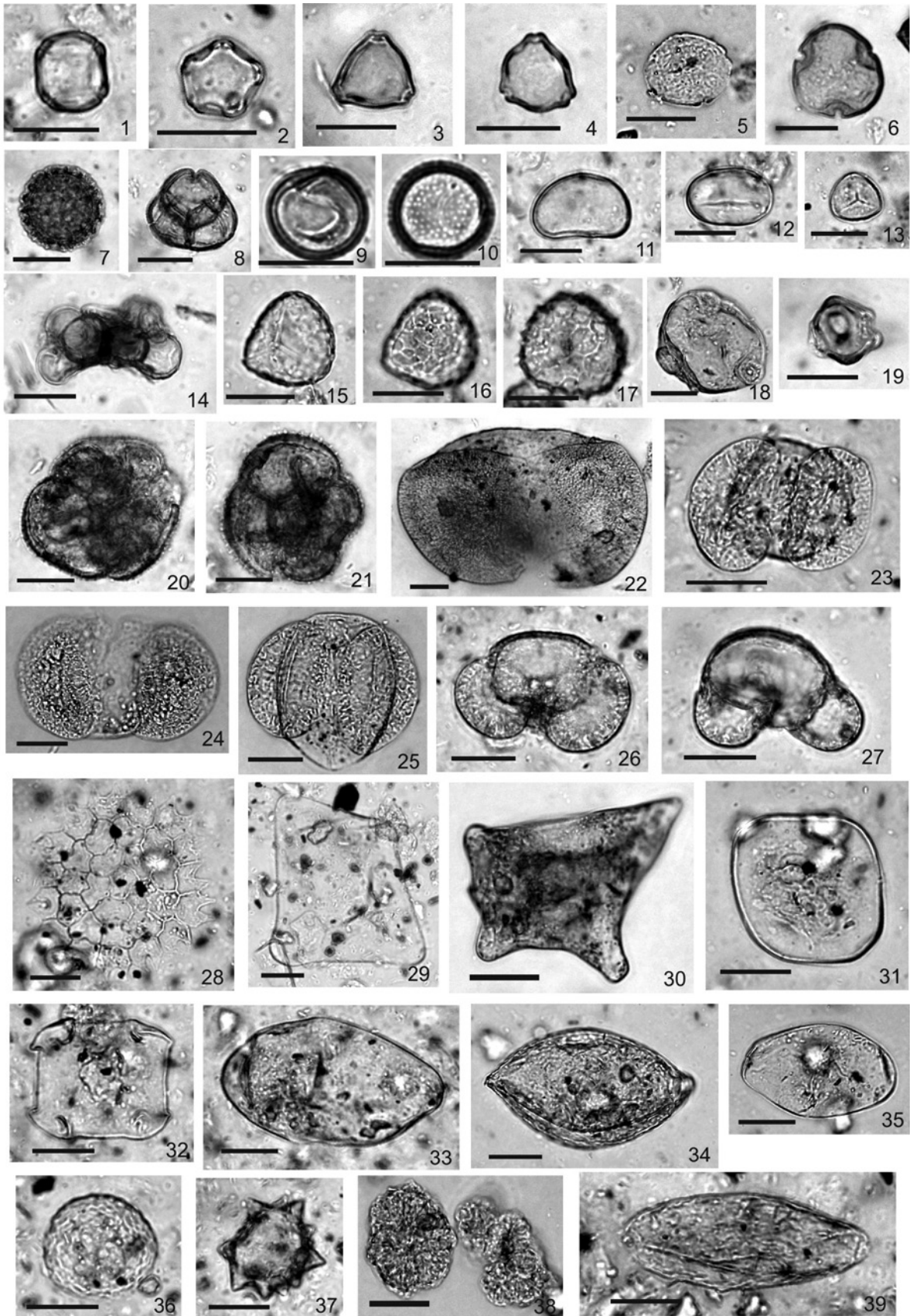
ПК2 с *Botryococcus*, *Sigmopollis* и небольшим участием спор и пыльцы растений выявлен из алевропелитов ишимской свиты в разрезах у сел Масали (нижняя часть слоя 2, обр. 16–17) и Бигила (слой 2, обр. 7–9).

Значительную часть данного палинокомплекса (более 50%) составляет микрофитопланктон: в разрезе у с. Масали в нем преобладает *Botryococcus* (до 60%), в разрезе у с. Бигила –

Sigmopollis sp. (~80%). Субдоминанты – микроводоросли сем. *Zygnemataceae*, *Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini, *Pediastrum* sp.

В ПК2 появляются немногочисленные споры и пыльца наземных растений. Споры принадлежат сем. *Polypodiaceae*, единично отмечен *Lycosporidium* sp. Присутствуют пыльцевые зерна сосновых *Pinus* s/g *Diploxylon* и s/g *Harpoxylon*, *Pinus* spp., *Picea* sp. Пыльца покрытосеменных многочисленна, встречается спорадически, представлена *Alnus* sp., *Betula* sp., *Salix* sp., *Typha* sp.

Таблица I



←

Таблица 1. Палиноморфы из песков и алевропелитов, обнажающихся в оврагах у сел Масали, Бигила и Пятково (Тюменская обл.). Длина масштабной линейки 20 мкм.

1–27 – пыльца и споры: 1, 2 – *Alnus* sp., разрез у с. Масали, обр. 10; 3, 4 – *Betula* sp., разрез у с. Пятково, обр. 5; 5 – *Ulmus* sp., разрез у с. Пятково, обр. 1; 6 – *Tilia* sp., разрез у с. Пятково, обр. 1; 7 – *Polygonum persicaria*, разрез у с. Бигила, обр. 6; 8 – *Ericaceae*, разрез у с. Бигила, обр. 6; 9 – *Sigmpollis* aff. Type 128A, разрез у с. Масали, обр. 10; 10 – *Sigmpollis* aff. Type 128B, разрез у с. Масали, обр. 10; 11, 12 – *Polypodiaceae*, разрез у с. Масали, обр. 10; 13 – *Sphagnum* sp., разрез у с. Бигила, обр. 6; 14 – *Azolla* sp., разрез у с. Пятково, обр. 1; 15–17 – *Lycorodium* sp., разрез у с. Пятково, обр. 4; 18 – *Onagraceae*, разрез у с. Пятково, обр. 5; 19 – *Тгара* sp., разрез у с. Пятково, обр. 1; 20, 21 – *Aldrovanda* sp., разрез у с. Пятково, обр. 4; 22 – *Picea* sp., разрез у с. Пятково, обр. 6; 23, 24 – *Pinus* s/g *Diploxylon*, разрез у с. Пятково, обр. 5; 25, 27 – *Pinus* s/g *Diploxylon*, разрез у с. Пятково, обр. 6; 26 – *Pinus* sp., разрез у с. Пятково, обр. 5; 28–39 – микрофитопланктон (разрез у с. Масали, обр. 10): 28 – *Pediastrum boryanum*, 29–32 – *Tetrapidites* spp.; 33–35, 39 – *Ovoidites* spp., 36 – *Patellaria* sp., 37 – *Planctonites stellarius*; 38 – *Botryococcus* sp.

ПК3 с *Alnus*, *Polypodiaceae*, *Botryococcus*, *Sigmpollis* выделен из светло-серых “мучнистых” алевропелитов (в разрезе у с. Масали – верхняя часть слоя 2, обр. 9–15, в разрезе у с. Бигила – слой 3, обр. 1–6). Его характеризует высокое содержание спор сем. *Polypodiaceae* (до 55%) и пыльцы *Alnus* spp. (до 32%); субдоминантной является пыльца *Betula* sp. (до 10%).

По сравнению с предыдущим комплексом (ПК2), в ПК3 пополнился состав пыльцы древесно-кустарниковых растений. Кроме пыльцы ольхи и березы, в ПК3 в незначительных количествах присутствует пыльца *Corylus* sp., *Ulmus* sp., *Salix* sp., единично отмечена пыльца широколиственных, принадлежащих родам *Pterocarya*, *Juglans*, *Tilia*.

В составе пыльцы травянисто-кустарниковых растений спорадически встречаются немногочисленные (1–5%) представители сем. *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Onagraceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Artemisia*.

На долю пыльцы голосеменных в ПК3 приходится до 20%. В основном это пыльца сосен – *Pinus* sp., *P. s/g Diploxylon*, *P. s/g Naploxylon*. Единично отмечены *Podocarpus* sp., *Picea* sp., *Tsuga* sp.

Данный ПК также характеризуется значительным количеством непыльцевых палиноморф, в основном микрофитопланктона. Чаще других встречается *Sigmpollis* sp. (от 15 до 58%) и *Botryococcus* (до ~25%), присутствуют также *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum* sp. (до ~9.3%), *P. simplex* Meyen, зигнемовые – *Ovoidites* sp., *O. ligneolus* Lubm., *Tetrapidites* spp., *Patellaria* sp.

ПК4 с доминированием пыльцы *Betula*, *Alnus*, *Corylus* и значительным содержанием пыльцы *Juglans* и *Pterocarya* установлен только в песках и алевропелитах в обнажении у с. Пятково (слои 1–3, обр. 1–6).

Пыльца покрытосеменных в ПК4 представлена довольно разнообразно, в группе древесно-кустарниковых растений преобладает пыльца *Betula* sp. (до 19%), субдоминантной является пыльца, принадлежащая родам *Corylus* (до

10.5%) и *Alnus* (до 10.6%). Относительно много пыльцы широколиственных, особенно *Pterocarya* sp. (до 6%) и *Juglans* sp. (до 7%), в незначительных количествах (менее 2%) присутствует пыльца *Quercus* sp., *Fagus* sp., *Carpinus* sp., *Ulmus* sp., единично – *Comptonia* sp., *Ilex* sp., *Nyssa* sp. Иногда встречается темноокрашенная пыльца покрытосеменных, переотложенная из палеоцен-эоценовых отложений (*Nudopollis* sp., *Tricolporopollenites* sp., *Triatriopollenites* sp.).

Весьма разнообразно в ПК4 представлена пыльца травянисто-кустарниковых и водно-болотных растений – *Aldrovanda* sp., *Sparganium* sp., *Nuphar* sp., *Тгара* sp., *Liliaceae*. Кроме того, довольно много пыльцы *Ericaceae*, единичны *Onagraceae*, *Cornaceae*, *Lonicera* sp. Доля такой пыльцы в ПК от 3.6 до 6.8%.

Процент участия спор в ПК4 невысок (2.2–12.8%), чаще других встречаются споры сем. *Polypodiaceae*, единичны *Lycorodium* sp., *Sphagnum* sp.

Содержание пыльцы голосеменных в спектрах непостоянно: обр. 3–6 (слои 1, 2) характеризуются высокой долей участия такой пыльцы (до 60.5%), тогда как алевропелиты слоя 2 (кровля) и слоя 3 (обр. 1, 2), напротив, содержат небольшое количество голосеменных (менее 10%). В составе голосеменных доминирует пыльца сосновых, единично отмечена пыльца *Abies* sp., *Tsuga* sp., *Podocarpus* sp., *Taxodiaceae/Cupressaceae*, *Glyptostrobus*.

ПК4 содержит значительное количество непыльцевых палиноморф, особенно зеленых водорослей *Botryococcus* (до 30%), спикул губок хорошей сохранности и цианобактерий рода *Anabaena*. Спикулы и цианобактерии зачастую составляют основной фон палинологических препаратов, приготовленных из осадка пробы (рис. 8), поэтому они не учитывались при подсчете палиноморф в спектрах и, соответственно, не отражены на диаграмме разреза у с. Пятково. В незначительных количествах в ПК4 присутствуют *Zygnemataceae*, *Sigmpollis* sp., *Fungi*.

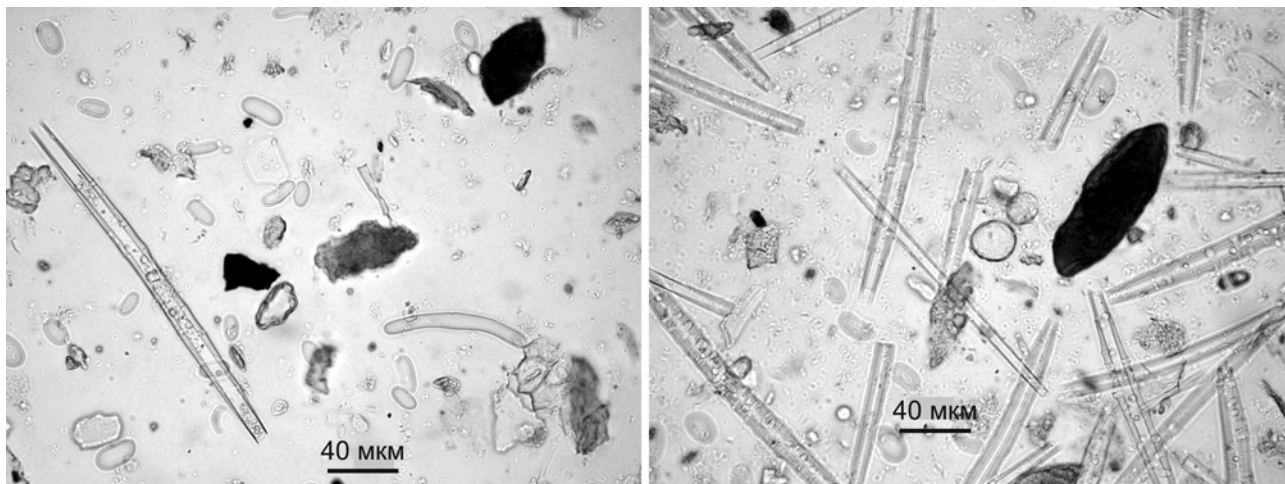


Рис. 8. Спикеры губок и остатки цианобактерий рода *Anabaena* в палинологическом препарате, ишимская свита (?), разрез близ с. Пятково, слой 2, обр. 5.

ПК5 с *Betula*, *Herbae*, *Fungi* выявлен в разрезе у с. Масали из глинистых алевролитов, перекрывающих алевропелиты ишимской свиты (слои 3–8, обр. 1–8). В составе покрытосеменных древесно-кустарниковых растений преобладает пыльца *Betula* sp. (до 30%), единично отмечена пыльца, принадлежащая родам *Alnus*, *Salix*, *Corylus*. Только в одном образце (слой 3, обр. 8) очень много пыльцы *Alnus* (32%), пыльца *Betula* содержится в подчиненном количестве (5%), а в составе покрытосеменных присутствуют единичные пыльцевые зерна широколиственных *Juglans* sp., *Pterocarya* sp. *Quercus* sp., скорее всего перетолженных. Спектр обр. 8 отличается от других спектров, входящих в состав ПК5. Тем не менее мы склонны не выделять его в качестве самостоятельного комплекса, поскольку полагаем, что он был сформирован в результате размыва подстилающих отложений (алевропелиты ишимской свиты).

Доля пыльцы травянисто-кустарниковых растений (*Herbae*) в ПК5 составляет до 19.5%. В этой группе нет явных доминантов, примерно в равных количествах отмечена пыльца, принадлежащая сем. *Apiaceae*, *Asteraceae* (подсем. *Cichorioideae*), *Chenopodiaceae*, *Convolvulaceae*, *Ericaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Lemnaceae*, а также родам *Artemisia*, *Rumex*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Sparganium*.

Содержание пыльцы голосеменных растений в ПК5 непостоянно и колеблется от 1.6 до 26.5%. Следует отметить присутствие в спектрах пыльцы сосновых (до 20%), которую можно уверенно идентифицировать как *Pinus sylvestris* L. (табл. II). В незначительных количествах отмечена пыльца *Pinus* s/g *Diploxylon*, *Pinus* s/g *Haploxylon*, *Pinus* sp., *Picea* sp.

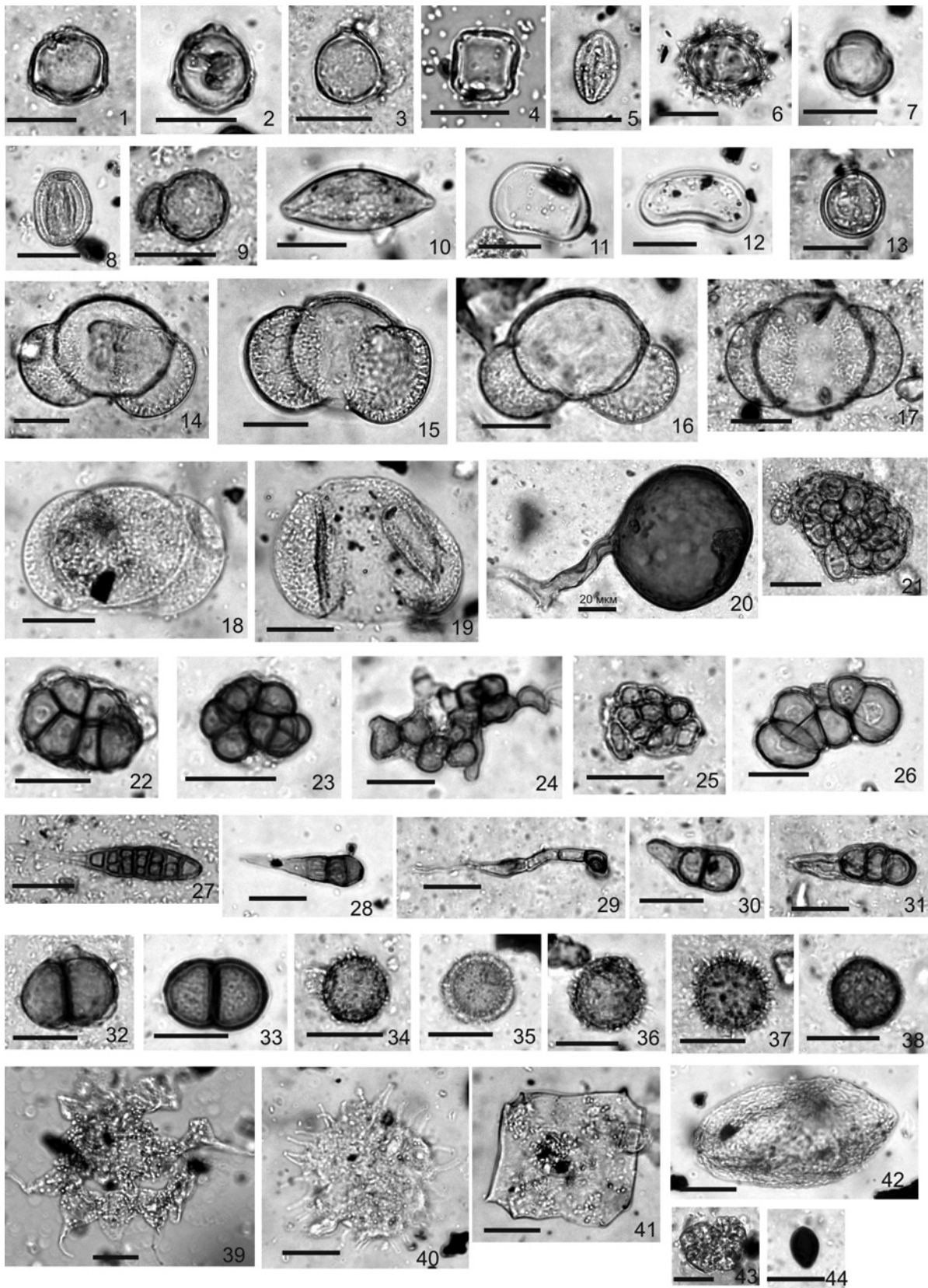
Споры составляют небольшую часть ПК5 (менее 10%), зачастую спектры содержат очень небольшое количество спор либо не содержат их вообще. Споры принадлежат сем. *Polypodiaceae*, единично отмечен *Lycopodium* sp.

Для ПК5 характерна высокая доля участия непыльцевых палиноморф (от 21 до 91%); в этой группе доминирующие позиции занимают споры разнообразных грибов (*Fungi*) – *Glomus* spp., *Alternaria*-type, *Multicellata*-type, *Podospora*-type, *Lycoperdon*-type, *Puccinia*-type, обнаружены также споры грибов, близкие к морфотипу HdV 10, выделенному из голоценового торфяника Германии (Shumilovskikh et al., 2015) (табл. II). Субдоминантом является микрофитопланктон, в основном *Botryococcus* и *Pediastrum bogyanum*, реже встречается *P. simplex*, спорадически – *Sigmopollis* sp., совсем редко – *Zygnemataceae*. Кроме того, в состав ПК5 входят такие палиноморфы, как яйца беспозвоночных (до ~10%), остатки почвенных клещей, крыльев насекомых.

Таблица II. Палиноморфы из неоплейстоценовых (сартанский век) отложений (разрез у с. Масали, Тюменская обл.). Длина масштабной линейки 20 мкм.

1, 2 – *Betula* sect. *Albae*, обр. 2; 3 – *Betula* sect. *Nanae*, обр. 1; 4 – *Alnus* sp., обр. 8; 5 – *Salix* sp., обр. 8; 6 – *Asteraceae*, обр. 8; 7 – *Artemisia* sp., обр. 5; 8 – 3-colpate-pollen, обр. 8; 9 – *Ranunculaceae*, обр. 3; 10 – ?*Alliaceae*, обр. 5; 11, 12 – *Polypodiaceae*, обр. 8; 13 – *Sigmopollis* aff. Type 128A, обр. 5; 14–17 – *Pinus sylvestris* L., обр. 2; 18, 19 – *Pinus* s/g *Haploxylon*, обр. 5; 20 – *Glomus* sp., обр. 2; 21–26 – *Multicellate*-type (fungi), обр. 2; 27, 28 – *Alternaria*-type (fungi), обр. 3; 29 – *Fungi*, обр. 2; 30, 31 – aff. HdV 10 (fungi), обр. 4; 32, 33 – *Puccinia*-type (fungi), обр. 5; 34–37 – *Lycoperdon*-type (fungi), обр. 2; 38 – ?*Fungi*, обр. 3; 39 – *Pediastrum simplex*, обр. 5; 40 – *P. bogyanum*, обр. 5; 41, 42 – *Zygnemataceae*, обр. 8; 43 – *Botryococcus*, обр. 5; 44 – *Podospora*-type (fungi), обр. 2.

Таблица II



Минералогические исследования

В пределах рассматриваемого района исследований ишимская свита объединяет слои разнозернистого песка и отбеленных трепеловидных алевропелитовых пород, считается геологически целостной и имеет мощность до ~5 м. Условно свиту можно разделить на три слоя, которые хорошо прослеживаются в изученном нами разрезе у с. Бигила (рис. 3). Нижний слой – песчаный, средний представлен алевропелитами с многочисленными пятнами ожелезнения, верхний слой – отбеленные “мучнистые” алевропелиты с редкими пятнами ожелезнения.

Нижний слой сложен песками светло-серыми, почти белыми, мелкозернистыми, с отдельными прослойками крупнозернистых песков, кремнево-кварцевого гравия и с галькой размером до 3–4 см. Слоистость в песках косая, линзовидно-косая, диагональная. Содержание SiO_2 достигает 95–96%, Al_2O_3 варьирует в пределах 1.4–2.2%, Fe_2O_3 – 0.4–1%, TiO_2 – до 0.91%, Cr_2O_3 – до 0.03%. В составе легкой фракции кварц составляет до 85.6–91.1%, количественное содержание тяжелых минералов незначительно. Кроме кварца в значительных количествах (от 5 до 7%) присутствуют слюда и ортоклаз, последний нередко каолинитизированный. Основными минералами глинистой составляющей являются монтмориллонит и гидрослюда.

Средний слой представлен алевропелитами, окрашен в более темный цвет, чем верхний слой, и характеризуется плитчатой отдельностью, по плоскостям которой развивается ожелезнение, связанное с наличием тонких пленок гидроокислов железа. Контакт с подстилающими песками обычно четкий, ровный, с признаками незначительного площадного размыва. Редко в средней пачке алевропелитов встречаются небольшие скопления черных марганцовистых конкреций палочковидных, узловатых, с мелкобугорчатой поверхностью.

Верхний слой представлен алевропелитами светло-серыми, почти белыми, рыхлыми, с массивной текстурой. Порода состоит из очень мелких обломков мелкоалевритовой и пелитовой размерности. Присутствуют немногочисленные мелкие чешуйки слюд и хлоритов. Отмечаются редкие мелкие и очень мелкие черные, реже бурые зерна углефицированного растительного детрита и обломочные зерна рудных минералов.

В целом алевропелитовые породы среднего и верхнего слоев характеризуются кремнистым составом и высокой дисперсностью. Для верхней части алевропелитовой пачки определены наибольшие значения содержания диоксида кремния и наименьшие оксидов литофильных элементов (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 и др.). Более подробно результаты минералогических исследований ишимской сви-

ты изложены в работах П.В. Смирнова (2016) и А.О. Константинова с соавторами (Konstantinov et al., 2018).

Радиоуглеродный анализ

Из глинистых алевролитов (слой 4, 1.5 м от уровня дневной поверхности), перекрывающих ишимскую свиту в обнажении близ с. Масали, получена радиоуглеродная дата 18690 ± 450 СОАН-9578. Калиброванный возраст отложений с доверительным интервалом 2σ составляет 22569 ± 1073 cal BP.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ишимская свита. П.П. Генералов и др. (1978) в одном из разрезов ишимской свиты (Хорзовский овраг) выделили из аллювиальных песков палинокомплекс лесного типа с доминирующими *Alnus* (38%), *Pinus* (29%), спорами *Bryales* (17%) и единичными *Betula*, *Juglans*, *Pterocarya*. В других обнажениях, упоминаемых в цитируемой работе, пески и алевропелиты ишимской свиты практически не содержат спор и пыльцы, характеризуются обилием спор *Bryales* и органических образований, вероятно, водного происхождения, а также включают единичные пыльцевые зерна *Alnus*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae* (Генералов и др., 1978; Государственная..., 2009). Согласно выводам Генералова и др. (1978), спорово-пыльцевые спектры из ишимской свиты в данном районе не позволяют использовать их для корреляции. Проведенное нами исследование позволило проследить изменения в распределении палиноморф в этих отложениях. В разрезах у сел Масали и Бигила ишимская свита характеризуется тремя палинокомплексами (ПК1, ПК2, ПК3), сменяющимися друг друга снизу вверх по разрезу (рис. 4, 5). Эти два разреза хорошо сопоставляются друг с другом (рис. 7) и, судя по всему, относятся к одному осадочному циклу. ПК1 и ПК2 содержат очень мало спор и пыльцы либо только микрофитопланктон – палиноморфы, которые имеют широкий возрастной диапазон распространения и не дают информации о возрасте отложений. ПК3 с *Alnus*, *Polypodiaceae*, *Botryococcus*, *Sigmapollis* имеет сходство со спорово-пыльцевыми комплексами, выявленными ранее из таволжанской и ишимской свит в Омско-Тарском Прииртышье (Волкова, Панова, 1975). В цитируемой работе приводятся два типа комплексов – *Alnus*, *Betula*, *Polypodiaceae* из таволжанской свиты и *Alnus*, *Polypodiaceae*, *Bryales* из ишимской свиты. Все рассматриваемые комплексы объединяет доминирование *Alnus*, *Polypodiaceae*, низкая доля участия широколиственных древес-

ных и их сходство с комплексом бещеульского горизонта, от которого они отличаются более бедным таксономическим составом. На сегодняшний день нет возможности сравнить отложения с ПК3 со стратотипом ишимской свиты (г. Петропавловск), поскольку, согласно исследовавшим его палинологам Г.М. Братцевой, К.А. Меркуловой и Л.А. Пановой (Мартынов, Никитин, 1968), последний содержит лишь единичные *Alnus*, *Bryales*, *Polypodiaceae*. В этой связи приоритетной задачей на будущее является детальное палинологическое изучение стратотипа ишимской свиты.

ПК4, выявленный из песков и алевропелитов в разрезе у с. Пятково (рис. 6), по процентному соотношению основных компонентов, а также по содержанию пыльцы умеренно-теплолюбивых широколиственных и “экзотов” существенно отличается от палинокомплексов из разрезов Масали и Бигила. ПК4 близок по составу к комплексу таволжанского горизонта *Betula–Ulmus–Polypodiaceae* (СПЗ-17, Унифицированные..., 2001): для них характерна доминирующая роль пыльцы *Betula*, значительное участие пыльцы умеренно-теплолюбивых широколиственных, травянисто-кустарничковых и водно-болотных растений. Кроме того, в ПК4 единично присутствуют такие “экзоты”, как *Comptonia*, *Pex*, *Nyssa*, *Taxodium*, *Tsuga*, *Podocarpus* – таксоны, которые были широко распространены во флорах олигоцена–раннего неогена Западной Сибири, позднее их роль свелась к минимуму вплоть до полного исчезновения в четвертичное время. Слои с близким по составу комплексом были выявлены из средней части таволжанской свиты на юге Западной Сибири (Кузьмина, Волкова, 2008). Тем не менее однозначно определить возраст отложений с ПК4 и их соотношение с отложениями, содержащими ПК1–3, в сводном разрезе пока не представляется возможным, поскольку близкие по составу спектры известны и из более молодых, плиоценовых, отложений Западной Сибири (Унифицированные..., 2001). Не исключено, что пески и алевропелиты разреза Пятково, внешне весьма схожие с таковыми из разрезов у сел Масали и Бигила, все же относятся к другому седиментационному циклу. Для того, чтобы решить этот вопрос, необходимы дополнительные исследования с привлечением данных по фаунистическим остаткам.

Проведенные минералогические исследования песков и алевропелитов, отобранных из трех естественных разрезов (Масали, Бигила, Пятково), не выявили существенных различий в литологии пород; их минеральный состав и структурно-текстурные особенности идентичны, что говорит о сходных условиях их образования (Новоселов, 2016). Алевропелиты ишимской

свиты в целом характеризуются кремниевым составом, при незначительном содержании глинистой компоненты, высокой дисперсностью, высокой удельной поверхностью и малой пористостью.

Согласно предыдущим исследованиям (Астапов, 1977; Астапов и др., 1979; Астапов, Дрожащих, 1980), ишимская свита представляет собой целостный осадочный ритм, который формировался в два этапа. Начальный этап (песчаные фации) ознаменовался эрозионным взрезом и заложением долин. Верхняя часть ишимской свиты (алевропелиты), по мнению А.П. Астапова (1977), соответствует широкой полосе озерного мелководья. Полученные нами палинологические данные также позволяют проследить несколько этапов в развитии ишимского бассейна седиментации и окружавшей его наземной растительности.

Отложения с ПК1 (пески ишимской свиты в разрезах у сел Масали и Бигила) соответствуют этапу вреза речной сети. Пески не содержат спор и пыльцы наземной растительности, в них в больших количествах присутствуют только зеленые водоросли рода *Botryococcus*. Представители этого рода являются космополитами, они известны в ископаемом состоянии с докембрия до наших дней (Cook et al., 2011). *Botryococcus* широко распространен, предпочитает пресноводные мелкие, в том числе временные, слегка заболоченные водоемы (Van Geel, 2001). Есть данные о том, что *Botryococcus* может обитать и в глубоководных водоемах с относительно низким уровнем содержания питательных веществ, где его высокие концентрации связывают с сокращением растительного покрова в прибрежной зоне водоема (Davis, 1999). Присутствие в спектре только *Botryococcus*, по мнению палеоальгологов (Jankovská, Komárek, 2000), является индикатором относительно экстремальных, неблагоприятных условий, препятствующих появлению в спектре других зеленых водорослей. Спектры с доминирующим *Botryococcus* были выявлены из осадков, сформировавшихся в относительно холодных, чистых олиготрофных, даже дистрофных водоемах (Jankovská, Komárek, 2000). Таким образом, на этапе вреза речной сети ишимский бассейн седиментации характеризовался низким уровнем содержания питательных веществ. Наличие песчаного базального горизонта с косою слоистостью между песками и алевропелитами указывает на значительный, но кратковременный привнос обломочного материала. Вероятно, это было обусловлено активизацией тектонических или эрозионных процессов. Состав ПК1, возможно, отражает сокращение состава наземной растительности по бортам речной долины в этот

период, но, скорее всего, споры и пыльца просто не сохранились в песках ишимской свиты из-за неблагоприятных условий седиментации (высокая скорость накопления осадка, щелочная среда и т.п.).

Последовавший затем озерный этап в развитии ишимского палеобассейна (представлен в разрезах у сел Масали и Бигила) по палинологическим данным можно подразделить на два подэтапа. Первому соответствуют отложения с ПК2, который характеризуется обилием состава микрофитопланктона, появлением спор папоротников (*Polypodiaceae*) и единичной пыльцы древесной растительности. По-видимому, берега водоема заселила пионерная растительность. В литературе описаны случаи, когда представители сем. *Polypodiaceae* играют важную роль в растительных сообществах, являясь первыми колонизаторами берегов водоема (Lenz et al., 2007). Режим озерного водоема благоприятствовал появлению новых групп микроводорослей; хотя по-прежнему сохранилась ведущая роль *Botryococcus*, однако в спектрах в значимых количествах появились палиноморфы, отнесенные нами, предположительно, к зеленым микроводорослям формального рода *Sigmopolis* (табл. I, II). Интересно, что ранее такие палиноморфы из ишимской свиты палинологи традиционно относили к спорам бриевых мхов (*Bryales*), о чем упоминается в ряде публикаций (Волкова, Панова, 1975; Генералов и др., 1978) и геологических отчетах (Геологическое..., 1976). Следует отметить, что эта ошибка на раннем этапе исследований была свойственна не только отечественным палинологам. Зарубежные палинологи также отмечают, что зачастую спорово-пыльцевые диаграммы, в частности, плейстоценовых отложений содержат кривые со спорами *Bryales*, достоверность определений которых недостаточно обоснована, и эти кривые могут также включать (ошибочно) и цисты водорослей (Dickson, 1973).

Несколько видов рода *Sigmopolis* было выявлено и описано из озерных отложений палеогенового и неогенового возраста Северной Америки, палиноморфы были отнесены к микроводорослям – индикаторам пресноводных условий осадконакопления (Hedlund, 1965; Nichols, Brown, 1992). Позднее Krutzsch (1970) морфологически схожие с *Sigmopolis* палиноморфы описал как *Monogemhites pseudosetarius*, отметив также, что, вероятнее всего, это цисты микроводорослей. Представители *Sigmopolis* в больших количествах характерны для кайнозойских (с олигоцена по плиоцен) отложений пресноводного генезиса Центральной Европы (Van Geel et al., 1989), встречаются и в олигоцене Западной Сибири (Александрова и др., 2017). Близкие по

морфотипу к *Sigmopolis* палиноморфы обнаружены в голоцене Центральной Европы, они описаны как Type 128A, 128B (Van Geel et al., 1989); упоминается, что они характерны прежде всего для эвтрофных и олиготрофных водоемов. Авторы упомянутого исследования полагают, что это цисты, которые продуцируются широко распространенными пресноводными обитателями, однако до сих пор доподлинно неизвестно, что это за организмы.

Кроме *Sigmopolis* spp. в озерном бассейне появились прочие зеленые микроводоросли – аналоги современных зигнемовых, а также *Pediastrum boryanum*, *P. simplex*, *Pediastrum* sp. Современные представители *Zygnemataceae* обитают в мелких, стагнированных, богатых кислородом пресноводных озерах, прудах, лужах или на влажной почве (Van Geel, 2001). Вид *Pediastrum boryanum* – космополит, его появление в спектрах обычно связывают с более глубокими пресноводными олиготрофными водами (Cook et al., 2011). *Pediastrum simplex* отсутствует в более холодных районах умеренных зон и может указывать на термально благоприятный период (растет только в течение теплого сезона в году) (Jankovská, Komárek, 2000; Komárek, Jankovská, 2001). Таким образом, накопление осадков, содержащих ПК2, происходило в условиях неглубокого пресноводного мезо-олиготрофного озерного бассейна, по-видимому, вдали от береговой линии. Пыльца хвойных, скорее всего, является заносной, поскольку доля такой пыльцы в комплексе очень низкая.

Второму озерному подэтапу соответствуют отложения с ПК3, в котором увеличивается доля участия пыльцы и спор наземных растений, что может говорить о дальнейшем развитии растительного покрова на прилегающей к озеру территории, а также о благоприятных условиях осадконакопления, способствовавших сохранению таких палиноморф. В ПК3 в составе древесных пород начинает доминировать пыльца ольхи, которая является основным компонентом приречных (пойменных) лесов и эдификатором болотных растительных сообществ в ассоциации с березой и сосной. Кроме того, многие ее виды являются пионерными, т.е. первыми заселяют пожарища, вырубки, сменяясь позднее другими древесными породами. Количество пыльцы умеренно-теплолюбивых пород в ПК3 незначительно, отсутствует пыльца “экзотов”, зато существенно увеличивается процент спор *Polypodiaceae*. Появление в составе ПК3 единичной пыльцы травянисто-кустарничковых и водно-болотных таксонов может указывать на формирование осадков в относительной близости к береговой линии. Состав микрофитопланктона, по сравнению с ПК2, не изменился, одна-

ко доля *Botryococcus* и *Sigmarpollis* уменьшилась. Осадконакопление происходило в условиях водоема, по берегам которого и в поймах впадающих в него рек были развиты мелколиственные березово-ольховые леса с папоротниками в подлеске, опушки были заняты травянистой растительностью, в прибрежной части водоема произрастали водно-болотные растения.

Отложения с ПК4 (разрез у с. Пятково) формировались в условиях эвтрофного водоема с высоким содержанием питательных веществ, в теплых благоприятных климатических условиях. Осадконакопление происходило вблизи от берега, о чем говорят также данные минералогического анализа: алевропелиты разреза Пятково более опесчаненные, по сравнению с алевропелитами разрезов Масали и Бигила. ПК4 отличается богатым составом пыльцы древесных, в нем в значимых количествах присутствует пыльца широколиственных, в первую очередь *Corylus*, в меньшей степени *Pterocarya*, *Juglans*, *Comptonia*, *Tilia* и др. Такая пыльца обладает малой летучестью и оседает, как правило, в пределах ареала распространения (Заклинская, 1951). В ПК4 очень разнообразно представлена пыльца травянисто-кустарничковых и водно-болотных растений. Современные представители родов *Aldrovanda*, *Nuphar*, *Typha*, *Typha* произрастают по берегам и на поверхности озер, речных стариц, тяготея более к стоячим либо медленно текущим водам (Куприянова, Алешина, 1972). Состав спор и пыльцы ПК4 указывает на развитие мелколиственных ольхово-березовых лесов с участием широколиственных, берега водоема были заняты водно-болотной растительностью. Многочисленные спикеры губок и остатки цианобактерий *Anabaena*, зачастую составляющие основной фон палинологических препаратов, подготовленных из проб разреза Пятково, имеют хорошую сохранность и вполне могут быть инситу. *Anabaena* — цианобактерии, обитатели эвтрофных водоемов, термофилы (Van Geel et al., 1994), являются индикаторами роста поступления питательных веществ с берега. Губки — признак теплых, эвтрофных пресноводных и мелководных условий (Harrison, 1988).

Неоплейстоценовые отложения. Первоначально предполагалось, что слоистая толща алевроитов, перекрывающая ишимскую свиту в разрезе у с. Масали, относится к павлодарскому горизонту. Действительно, этот интервал разреза А.П. Астапов (1977) и Генералов с соавторами (1978) относили к павлодарской свите, однако никакого палеонтологического обоснования этому они не приводили. В результате предварительного палинологического анализа из отложений был выявлен ПК5, отличающийся от комплексов подстилающей ишимской свиты в данном раз-

резе, а также от комплексов, описанных из собственно павлодарской свиты в данном районе (Генералов и др., 1978). Было высказано предположение о том, что толща алевроитов формировалась, скорее всего, в четвертичном периоде (Кузьмина и др., 2016). Радиоуглеродный анализ подтвердил это предположение и позволил уточнить возраст: формирование отложений, содержащих ПК5, происходило в начале эпохи сарганского оледенения. Климат этого времени характеризуется как холодный и сухой (Волкова и др., 2002). Спорово-пыльцевая часть ПК5 позволяет реконструировать существование лесной мелколиственной растительности с доминированием березы, опушки леса и другие открытые участки были заняты разнотравьем.

Следует отметить, что спектры, характеризующие неоплейстоценовую толщу, условно объединены в один комплекс (ПК5). Они неоднородны по количественному составу основных таксонов и, вероятно, отражают быстро меняющиеся условия осадконакопления, возможно связанные с оживлением неотектонических движений. Резкую и достаточно быструю смену условий отражает и литологическое строение этой толщи: темные, почти черные, богатые гумусом алевроиты чередуются со светло-серыми, обедненными органикой алевроитами (рис. 3, 4). Палиноспектр из нижней части толщи (слой 3, обр. 8) более всего отличается от остальных. Его характеризует доминирование пыльцы *Alnus*. В спектре также обнаружены единичные широколиственные (*Pterocarya*, *Juglans*), что свидетельствует о переотложении.

Палиноспектры, выявленные из слоев 4–8 (обр. 1–7), объединяет значительный процент содержания спор грибов (рис. 4). Такие споры не распространяются на большое расстояние и потому могут являться индикаторами местных условий осадконакопления. В озерных осадках споры грибов обычно встречаются редко, но характерны для торфяных отложений, сформировавшихся в относительно засушливых условиях (Van Geel, 2001). В образце 2 (слой 7) в составе непыльцевых палиноморф доминируют хламидоспоры почвенных грибов рода *Glomus*, что является показателем усиления темпов эрозии почвы (Cook et al., 2011). В образцах 4, 5 (слои 6, 7) доля пыльцы древесных и травянисто-кустарничковых сведена к минимуму (рис. 4), одновременно в комплексе резко возрастает участие микрофитопланктона *Botryococcus* и *Pediastrum boryanum*, что указывает на сокращение наземной растительности, окружающей водоем. В таком сочетании эти микроводоросли встречаются в небольших дистрофных озерах с чистой водой и в торфяных болотах (Jankovská, Komárek, 2000). Вверх по

разрезу снова наблюдается восстановление наземной растительности, причем в составе древесных значительно увеличивается роль сосен, а доля участия микрофитопланктона, напротив, снижается. Слоистая толща представляет собой осадки торфяного болота, формировавшиеся в условиях постоянных колебаний степени увлажненности этого болота в относительно холодном и сухом климате сартанского времени. Согласно региональной схеме четвертичных отложений (Унифицированная..., 2000), на данной территории картируются отложения I надпойменной террасы (аллювиальные, озерные пески, суглинки, глины).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований ряда естественных выходов ишимской свиты (верхний миоцен) и перекрывающей ее неоплейстоценовой толщи (разрез у с. Масали) в Тобол-Ишимском междуречье (Упоровский район Тюменской области) получена детальная палинологическая характеристика отложений, выявлены пять палинокомплексов. Слои с тремя из них (ПК1, ПК2, ПК3) прослежены в ишимской свите в разрезах у сел Масали и Бигила. Этапу врезки речной сети соответствует бедный в таксономическом отношении ПК1 с *Botryococcus*, что говорит о неблагоприятных условиях осадконакопления, не способствовавших сохранению спор и пыльцы. Последовавший затем озерный этап можно подразделить на два подэтапа: (1) пресноводный мезо-олиготрофный водоем, берега которого постепенно начала заселять растительность, в частности папоротники (ПК2); (2) пресноводный мезо-олиготрофный водоем с полноценной растительностью (древесные, травы, папоротники) по берегам (ПК3). ПК3 из алевропелитов ишимской свиты близок по составу к спорово-пыльцевому комплексу с *Alnus*, *Betula*, *Bryales*, *Polypodiaceae*, выявленному ранее из ишимской свиты в Омско-Тарском Прииртышье (Волкова, Панова, 1975).

Соотношения отложений с ПК4 (разрез у с. Пятково) с отложениями, содержащими ПК1–ПК3, в сводном разрезе пока остаются неясными. Анализ структуры и состава палинокомплексов показал, что отложения с ПК4 формировались в другой фациальной зоне, нежели осадки с ПК1–3. ПК4 отражает осадконакопление в условиях пресноводного, относительно мелкого, тепловодного, эвтрофного водоема с богатой прибрежной растительностью. Вполне возможно, что отложения с ПК4 относятся к другому седиментационному циклу, нежели отложения с ПК1–3. Возраст отложений с ПК4 пока также трудно оценить,

используя только палинологические данные; необходимо привлечь данные по фаунистическим остаткам.

Определен возраст толщи, перекрывающей ишимскую свиту в разрезе у с. Масали, рассматриваемой ранее в составе павлодарской свиты (Астапов, 1977). Согласно полученной радиоуглеродной дате, отложения формировались в позднем неоплейстоцене, в эпоху сартанского оледенения. Состав палиноспектров толщи свидетельствует об осадконакоплении в относительно холодных и сухих условиях.

Впервые приведены подробные сведения о составе микрофитопланктона и других непыльцевых палиноморф, входящих в состав палинокомплексов ишимской свиты и перекрывающей ее неоплейстоценовой толщи в Тобол-Ишимском междуречье. Показано, что палиноморфы, которые ранее традиционно относили к спорам бриевых мхов (*Bryales*), вполне могут принадлежать водному микрофитопланктону неясного систематического положения; в настоящей работе такие палиноморфы отнесены к формальному роду *Sigmopollis*.

Благодарности. Авторы выражают благодарность М.А. Ахметьеву, Н.Ю. Филипповой и В.С. Зыкину за конструктивные замечания и рекомендации, послужившие улучшению качества статьи.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках госзаданий ИНГГ СО РАН (проект ФНИ № 0331-2019-0004) и ИГМ СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова Г.Н., Орешкина Т.В., Смирнов П.В., Константинов А.О., Кузьмина О.Б.* Данные о возрасте и генезисе отложений верхнего кайнозоя Тюменской области (Западная Сибирь), обогащенных биокремнистым материалом // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 4. С. 62–88.
- Арсланов А.А.* Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. 298 с.
- Астапов А.П.* Континентальный олигоцен–неоген Тобол-Ишимского междуречья. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: Наука, 1977. 21 с.
- Астапов А.П., Дрожжащих Н.Б.* Палеогеография Тюменского Зауралья в позднем олигоцене // Вопросы геологического картирования Западной Сибири и севера Урала. Труды ЗапСибНИГНИ. 1980. Вып. 153. С. 3–7.
- Астапов А.П., Дрожжащих Н.Б., Генералова Р.С.* Палеогеография палеогена и неогена юга Тюменской области в связи с оценкой перспектив территории на нерудное сырье. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1979. 120 с.
- Атлас Тюменской области. Вып. 1. Москва–Тюмень: ГУГК, 1971. 10 л.

- Волкова В.С., Панова Л.А. Палинологическая характеристика неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины // Палинология кайнозоя в Сибири. Новосибирск: Наука, 1975. С. 34–54.
- Волкова В.С., Архипов С.А., Бабушкин А.Е., Кулькова И.А., Гуськов С.А., Кузьмина О.Б., Левчук Л.К., Михайлова И.В., Сухорукова С.С. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Кайнозой Западной Сибири. Ред. Волкова В.С. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “ГЕО”, 2002. 246 с.
- Генералов П.П., Астапов А.П., Дрожжих Н.Б. Неоген северной части Тобол-Ишимского междуречья // Палеоген и неоген Сибири (палеонтология и стратиграфия). Отв. ред. Шацкий С.В. Новосибирск: Наука, 1978. С. 116–127.
- Геологическое строение и полезные ископаемые листов 0-42-ХІХ–ХХІІ, ХХІV–ХХІХ. Отчет по Договору 609-Д о проведении групповой геологической съемки и геологического доизучения. Тюмень, 1976 г.
- Геологическая карта масштаба 1:1000 000 (первое издание), лист О(41)42. Ленинград: ВСЕГЕИ, 1989. www.geolkart.ru
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000 000 (третье поколение). Серия Западно-Сибирская. Лист О-42-Тобольск. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009. 300 с. +6 вкл.
- Зажигин В.С., Лопатин А.В. История Dipodoidea (Rodentia, Mammalia) в миоцене Азии. 6. Лофодонтные Lophocricetinae // Палеонтол. журн. 2002. № 4. С. 62–71.
- Зажигин В.С., Лопатин А.В., Покатилов А.Г. История Dipodoidea (Rodentia, Mammalia) в миоцене Азии. 5. Lophocricethus (Lophocricetinae) // Палеонтол. журн. 2002. № 2. С. 62–75.
- Заклинская Е.Д. Материалы к изучению состава современной растительности и ее спорово-пыльцевых спектров для целей биостратиграфии четвертичных отложений (широколиственный и смешанный лес) // Тр. Ин-та геологических наук. Геол. сер. 1951. Вып. 127. № 40. 100 с.
- Заклинская Е.Д. Стратиграфическое значение пыльцы голосеменных кайнозойских отложений Павлодарского Прииртышья и Северного Приаралья. Отв. редактор Гричук В.П. // Труды ГИН. 1957. Вып. 6. 220 с.
- Зальцман И.Г. Стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Кулундинской степи. Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1968. 150 с.
- Зинькова М.С. Особенности растительных ассоциаций миоцена южной части Тюменской области // Спорово-пыльцевой метод при реконструкции палеорастительности и определении биофаций. Ред. С.И. Пуртова. Тюмень: Изд-во ЗапСибНИГНИ, 1984. С. 112–115.
- Зыкин В.С. Стратиграфия и эволюция природной среды и климата в позднем кайнозое юга Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2012. 487 с.
- Кузьмина О.Б., Волкова В.С. Палиностратиграфия континентальных олигоцен-миоценовых отложений юга Западной Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16. № 5. С. 87–100.
- Кузьмина О.Б., Хазина И.В., Смирнов П.В., Константинов А.О. Новые палинологические данные из ишимской свиты верхнего миоцена (разрез Массали, Западно-Сибирская равнина) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Международный научный конгресс. Международная научная конференция “Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология”, Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г. Сборник материалов в 4 т. Новосибирск, 2016. Т. 1. С. 83–88.
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Руководство в трех томах. Ленинград: Наука, 1972. Т. 1. 171 с.
- Мартынов В.А., Никитин В.П. К стратиграфии неогеновых отложений южной части Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика. 1968. № 12. С. 3–15.
- Меркулова К.А. Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения верхнеолигоценых и миоценовых отложений Обь-Иртышского междуречья. Автореферат дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1970. 22 с.
- Новоселов А.А. Литолого-петрографическая характеристика алевропелитовых отложений ишимской свиты западной части Тобол-Ишимского междуречья // Георесурсы. 2016. Т. 18. № 3. Ч. 2. С. 251–255.
- Смирнов П.В., Константинов А.О., Иванов К.С. Вещественный состав и физические свойства алевропелитовых пород ишимской свиты юга Тюменской области. Возможные направления их использования // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 1. С. 40–47.
- Тлеубердина П.А., Волкова В.С., Гутиева Н., Каипова Г.О., Луцаева Т.Т., Лычев Г.Ф., Пута О.М., Тютюкова Л.А., Чхиквадзе В.М. Фауна позвоночных Калкамана (Павлодарское Прииртышье) // Материалы по истории фауны и флоры Казахстана. Т. 12. Фаунистические и флористические комплексы мезозоя и кайнозоя Казахстана. Алматы: Изд-во Академии наук Республики Казахстан, 1993. С. 132–157.
- Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка и схема. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2001. 84 с.
- Cook E.J., van Geel B., van den Kaars S., van Arkel J. A review of the use of non-pollen palynomorphs in palaeoecology with examples from Australia // Palynology. 2011. V. 35 (2). P. 155–178.
- Davis O.K. Pollen analysis of Tulare Lake, California: great basin-like vegetation in Central California during the full glacial and early Holocene // Rev. Palaeobot. Palynol. 1999. V. 107. P. 249–257.
- Dickson J.H. Bryophytes of the Pleistocene: The British Record and its Chorological and Ecological Implications. Cambridge University Press, 1973. 247 p.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. The Geological Time Scale 2012. Elsevier, 2012. P. 793–853.

- Harrison F.W.* Utilization of freshwater sponges in paleolimnological studies // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 1988. V. 62. Iss. 1–4. P. 387–397.
- Hedlund R.W.* *Sigmopollis hispidus* gen. et sp. nov. from Miocene sediments, Elko County, Nevada // *Pollen et Spores.* 1965. V. 7. P. 89–92.
- Jankovská V., Komárek J.* Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in palaeoecology // *Folia Geobotanica.* 2000. V. 35. P. 59–82.
- Komárek J., Jankovská V.* Review of the green algal genus *Pediastrum*: implication for pollen-analytical research // *Bibliotheca Phycologica.* Berlin–Stuttgart: Cramer J., 2001. 108 p.
- Konstantinov A.O., Smirnov P.V., Kuzmina O.B., Khazina I.V., Batalin G.A., Gareev B.I.* The Late Miocene politic siltstone of the Ishim Formation (Southwestern Siberia): mineralogical and geochemical characterization and prospects for further use // *Acta Geodyn. Geomater.* 2018. V. 15. № 3 (191). P. 259–275.
- Krutzsch W.* Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1970. Lf. VII. 175 p.
- Lenz O.K., Wilde V., Riegel W.* Recolonization of a Middle Eocene volcanic site: quantitative palynology of the initial phase of the maar lake of Messel (Germany) // *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2007. V. 145. P. 217–242.
- Mein P.* European Miocene Mammal biochronology // *The Miocene Land Mammals of Europe.* München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 1999. P. 25–38.
- Nichols D.J., Brown J.L.* Palynostratigraphy of the Tullock Member (Lower Paleocene) of the Fort Union Formation in the Powder River Basin, Montana and Wyoming // *Evolution of sedimentary basins – Powder River Basin.* Ch. F. U.S. Geol. Surv. Bull. 1992. № 1917–F. P. F1–F35.
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Haflidason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Turney C.S.M., van der Plicht J.* IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP // *Radiocarbon.* 2013. V. 55(4). P. 1869–1887.
- Shumilovskikh L.S., Schlütz F., Achterberg I., Bauerochse A., Leuschner H.H.* Non-pollen palynomorphs from Mid-Holocene peat of the raised bog Borsteler Moor (Lower Saxony, Germany) // *Studia Quaternaria.* 2015. V. 32. № 1. P. 5–18.
- Stuiver M., Reimer P.J., Reimer R.* CALIB 7.0.4. Calib Manual. Quaternary Isotope Laboratory, University of Washington, 2014.
- Van Geel B.* Non-pollen palynomorphs // *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments.* Eds. Smol J.P., Birks H.J.B., Last W.M. Dordrecht: Kluwer, 2001. Vol. 3. P. 99–119.
- Van Geel B., Coope G.R., van der Hammen T.* Palaeoecology and stratigraphy of the late glacial type section at Usello (the Netherlands) // *Rew. Palaeobot. Palynol.* 1989. V. 60. P. 25–129.
- Van Geel B., Mur L.R., Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T.* Fossil akinetes of Aphanizomenon and Anabaena as indicators for medieval phosphate-eutrophication of Lake Gosciadz (Central Poland) // *Rew. Palaeobot. Palynol.* 1994. V. 83. P. 97–105.

Рецензенты М.А. Ахметьев,
В.С. Зыкин, Н.Ю. Филиппова

PALYNOLOGICAL PROFILE AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF THE ISHIM FORMATION (UPPER MIOCENE) IN TOBOL-ISHIM INTERFLUVE, WESTERN SIBERIA

O. B. Kuzmina^{a, b}, I. V. Khazina^a, P. V. Smirnov^{c, d},
A. O. Konstantinov^c, A. R. Agatova^{e, f}

^a Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

^b Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

^c Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

^d Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Germany

^e Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirsk, Russia

^f Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

For the first time some outcrops of the Upper Miocene Ishim Formation on the south of Tyumen Area near Pyatkovo, Masali and Bigila villages are studied by palynological method in detail. A series of mineralogical analyzes of these sediments and radiocarbon analysis of the Quaternary sediments overlying the Ishim Formation are done. Four palynocomplexes (PC) are established in the Ishim Formation: PC1 with *Botryococcus*; PC2 with *Botryococcus*, *Sigmopollis*; PC3 with *Alnus*, *Polypodiaceae*, *Botryococcus*, *Sigmopollis*; PC4 with *Betula*, *Alnus*, *Corylus*. The layers with PC1, PC2 и PC3 are traced in two outcrops near Masali and Bigila Villages. PC4 is revealed from the sands and aleuropelits of the outcrop near

Pyatkovo Village, it is characterized by a significant content of diverse pollen of temperate thermophilic broad-leaved taxa and by the presence of rare typical Miocene elements (Taxodiaceae, Nyssa, Tsuga). The PC3 and PC4 are compared with the complexes well known from the Neogene sediments of Western Siberia.

PC5 with *Betula*, *Herbae*, *Fungi* is revealed from the bedded silts overlying the Ishim Formation in Masali outcrop. Previously, these sediments were attributed to the Late Miocene Pavlodar Formation. The composition and the structure of PC5 allowed making an assumption about Quaternary age of the enclosing sediments. Radiocarbon analysis of the organic substance from the silts showed, that these sediments were accumulated in the Late Pleistocene (Sartan Ice Age).

For the first time the information about microphytoplankton (*Botryococcus*, *Pediastrum*, *Zygnemataceae*, *Sigmopollis*) and other nonpollen palynomorphs, contained in Ishim Formation (Upper Miocene) and in Pleistocene sediments, is given. On palynological data, some stages of development of the Late Miocene Ishim Basin and the type of vegetation surrounding this basin are considered. The depositional environment of Pleistocene sediments (Masali outcrop) is reconstructed.

Keywords: pollen, spores, nonpollen palynomorphs, mineralogy, radiocarbon analysis, Ishim Formation, Upper Miocene, Upper Pleistocene, West Siberian Plain.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-592X276103-123>