

## Новые данные о четвертичных отложениях Печоро-Вычегодско-Камского водораздела

Л. Н. Андреичева, В. А. Исаков, Т. И. Марченко-Вагапова

Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54,  
e-mails: andreicheva@geo.komisc.ru; isakovvlad94@gmail.com; timarchenko@geo.komisc.ru

Поступила в редакцию 20.12.2023 г., принята к печати 12.03.2024 г.

**Объект исследования.** Четвертичные отложения в шести скважинах, две из которых находятся в верховье р. Нем, а четыре – в верхних течениях рек Сев. и Юж. Мылва (Усть-Куломский район Республики Коми). **Цель работы.** Генетическое расчленение четвертичных отложений в районе исследований и установление местоположения питающих провинций на основе литологического изучения осадков – выявления их структурных особенностей и минерального состава. **Методы.** Отложения изучены гранулометрическим и минералогическим методами, а в образцах из скв. 20841 (N 62.00873, E 55.24246) выделены споры и пыльца, исследованы палинологические спектры. **Результаты.** На основе структурных характеристик четвертичных отложений в разрезах проведено их генетическое расчленение. В минеральном составе тяжелой фракции осадков обнаружены повышенные содержания ильменита (до 45%) и эпидота (до 38%) – характерных минералов Северо-Восточной терригенно-минералогической провинции, включающей Новую Землю, Пай-Хой и Полярный, и Приполярный Урал. В результате изучения палинологии аллювиальных и озерных отложений в скв. 20841 выделены три спорово-пыльцевых комплекса. **Выводы.** Разрезы изученных скважин слагают аллювиальные, озерные (лимний) и ледниковые (морены и флювиогляциальные образования) отложения. Минеральный состав тяжелой фракции отложений свидетельствует об участии в их формировании уральских магматических и метаморфических пород, а поступление минералов со стороны Камы, где широко развиты отложения плиоцена, представляется весьма сомнительным. Два палинологических комплекса формировались, вероятно, в среднем неоплейстоцене в родионовское (шкловское) межледниковье, а третий, характеризующий достаточно суровые климатические условия, – в начальную фазу бызовского (ленинградского) мегаинтерстадиала позднего неоплейстоцена.

**Ключевые слова:** гранулометрический состав, минеральный состав, аллювий, лимний, морена, флювиогляциальные отложения, палинология

### Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках темы НИР “Эволюция биоты и среды ее обитания как основа расчленения и геологической корреляции осадочного чехла Печорской плиты и ее складчатого обрамления” ГР № 122040600008-5. Изучение минерального состава проводилось в ЦКП “Наука” Института геологии Коми НЦ УрО РАН

## New data on Quaternary deposits of the Pechora-Vychegda-Kama watershed

Lyudmila N. Andreicheva, Vladislav A. Isakov, Tatyana I. Marchenko-Vagapova

N.P. Yushkin Institute of Geology, FRC Komi SC UB RAS, 54 Pervomaiskaya st., Syktyvkar 167982, Russia,  
e-mails: andreicheva@geo.komisc.ru; isakovvlad94@gmail.com; timarchenko@geo.komisc.ru

Received 20.12.2023, accepted 12.03.2024

**Research subject.** Quaternary deposits in six wells. Two wells (No. 20830 and 20831) are located on the upper Pechora, and four wells (No. 20837, 20839, 20840 and 20841) are located in the upper reaches of the Vychegda River. **Aim.** Identification of the geological structure of Quaternary deposits in the research area and carrying out their facies-genetic division. **Methods.** The sediments were studied by granulometric and mineralogical methods, and in samples from well No. 20841, spores and pollen were isolated and palynological spectra were studied. **Results.** The facies-genetic division of Quaternary deposits was carried out based on changes in the structural features in the sections. The mineral composition of the heavy fraction of sediments is characterized by increased contents of ilmenite (up to 45%) and epidote (up to 38%), which are characteristic minerals of the North-Eastern terrigenous-mineralogical province, including Novaya Zemlya, Pай-Khoi and the Polar and Subpolar Urals. As a result of the palynological study of alluvial and lacustrine sediments in the well No. 20841 three spore-pollen complexes were identified. **Conclusions.** Alluvial, lacustrine (limny) and glacial deposits

**Для цитирования:** Андреичева Л.Н., Исаков В.А., Марченко-Вагапова Т.И. (2024) Новые данные о четвертичных отложениях Печоро-Вычегодско-Камского водораздела. *Литосфера*, 24(6), 1014-1028. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-6-1014-1028>

**For citation:** Andreicheva L.N., Isakov V.A., Marchenko-Vagapova T.I. (2024) New data on Quaternary deposits of the Pechora-Vychegda-Kama watershed. *Lithosphere (Russia)*, 24(6), 1014-1028. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-6-1014-1028>

© Л.Н. Андреичева, В.А. Исаков, Т.И. Марченко-Вагапова, 2024

(moraines and fluvio-glacial sediments) were identified in the well sections. The mineral composition of the heavy fraction indicates the participation of Ural igneous and metamorphic rocks in their formation, and the supply of minerals from the Kama, where Pliocene deposits are widely developed, seems very doubtful. Two palynological complexes were formed in the Middle Neopleistocene during the Rodionovian (Shklovian) interglacial, probably, and the third, characterizing rather harsh climatic conditions, in the initial phase of the Byzovian (Leningrad) megainterstadial of the Late Neopleistocene.

**Keywords:** granulometric composition, mineral composition, palynology, alluvium, limnium, moraine, fluvio-glacial deposits

#### Funding information

This study has been carried out following the plans of the research of the Institute of Geology "Evolution of biota and its habitat as the basis for the division and geological correlation of the sedimentary cover of the Pechora plate and its folded frame" GR No. 122040600008-5. Analytical mineralogical data were derived at the Center for Collective Use "Geo Science" of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

#### Acknowledgements

The authors are indebted to Deputy Director of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Paleogeography of the Quaternary Period Andrey V. Panin for providing the well cores for this study.

## ВВЕДЕНИЕ

На территории исследований (рис. 1) четвертичные отложения перекрывают породы верхней перми, залегающие преимущественно ниже уреза воды в реках. На участках, где пермские породы выходят на поверхность и слагают берега, реки имеют быстрое течение и русла их изобилуют порогами. Там, где размываются только отложения квартера,

долины их становятся широкими, с хорошо выраженным комплексом аккумулятивных террас.

Изменение характера долины реки отчетливо выражено на участке, где р. Инат – правый приток Сев. Мылвы – пересекает полосу развития верхнепермских пород, представленных красными глинами с прослоями тонкозернистых глинистых песчаников и с конкрециями мергелистых известняков. Длина Сев. Мылвы – левого притока р. Печоры –

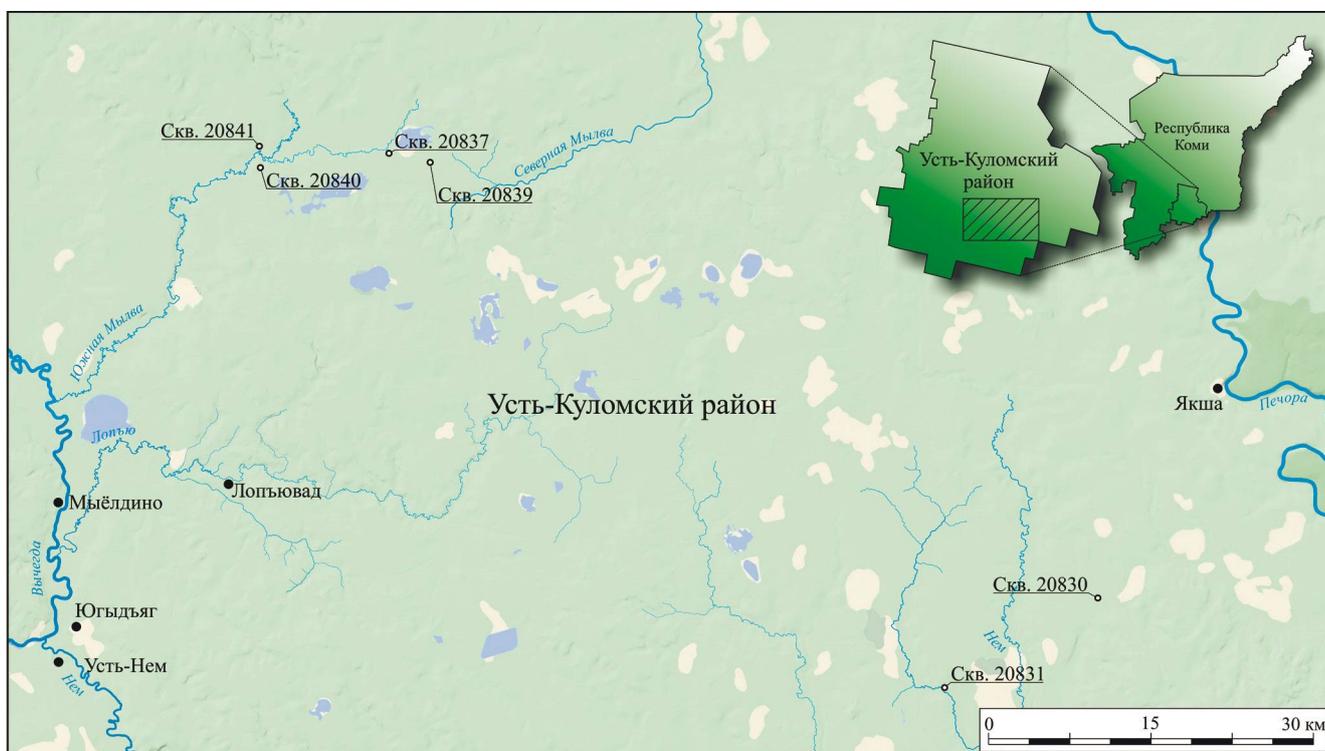


Рис. 1. Местоположение изученных скважин.

Fig. 1. Location of the studied wells.

составляет 210 км, почти на всем протяжении рекой подмывается песчаная боровая терраса высотой до 9 м. Лишь на одном участке река вскрывает берег, сложенный ледниковыми отложениями. Северная Мылва с низкими пойменными берегами и извилистым руслом (Производительные..., 1953) занимала, вероятно, ложбину какого-то позднеледникового “праптока” со стоком в Каму, которая, в свою очередь, была унаследована современными бассейнами верховий рек Печоры и Вычегды. В настоящее время водораздел между реками сглажен и практически не выражен в рельефе. В рыхлых песках древнего “праптока” рекой разработана широкая долина, в которой при слиянии с долиной Печоры сформировалось крупное озеровидное расширение. Весь бассейн Сев. Мылвы занимает территорию с абсолютными отметками 95–140 м, и лишь в верховье реки водораздел превышает 150 м.

Абсолютная высота плато, с которого берет начало р. Юж. Мылва (приток р. Вычегды), составляет 196 м. В районе устья р. Нем, где выступают горизонтально залегающие пермские отложения, долина Вычегды занимает более низкое гипсометрическое положение.

Для территории исследований характерен конечно-моренный ландшафт с многочисленными озерами и торфяниками, на что указывал еще В.В. Ламакин (1948). Геоморфологической особенностью зоны дегляциации на Печоро-Вычегодско-Камском водоразделе является наличие мощной толщи флювио- и лимногляциальных образований, сформированных, вероятно, во время деградации среднеледниковой вычегодской (московской) ледниковой покрова. Но эти отложения могли образоваться и в позднем неоплейстоцене, при стационарном положении валдайского покровного ледника, значительно севернее, в пределах Большеземельской тундры, когда в процессе развития оледенения формировались огромные приледниковые бассейны. Сток воды из них осуществлялся в южном направлении в бассейны рек Камы и Волги по древним долинам, которые, прорвав долинные водоразделы, превратились в мощные “праптоки”. Такая сквозная долина, представляющая собой волок, соединяет верховья рек Сев. и Юж. Мылва. В озеровидных расширениях древней речной сети широкое развитие имеют весьма своеобразные песчаные и супесчаные ленточноподобные осадки с редкими прослоями глин, слагающие днища озерных впадин и перекрытые в настоящее время более молодым аллювием. Отсутствие в разрезе типичных ленточных глин И.И. Краснов еще в 1944 г. объяснял неподходящими условиями для их накопления, поскольку обширные приледниковые озера Печоро-Вычегодско-Камского водораздела были проточными и соединялись между собой системой долин, по которым шел сток в бассейн Камы (Краснов, 1944).

Статья посвящена изучению гранулометрического и минерального состава отложений квартера в скважинах Печоро-Вычегдско-Камского водораздела, представленных аллювием, лимнием, мореной и флювиогляциальными осадками. Цель наших исследований состояла в выявлении структурных особенностей и минерального состава отложений для оценки возможности использования гранулометрических и минералогических данных при генетическом и стратиграфическом расчленении осадочных толщ и их корреляции. Решение этой задачи представляется актуальным, поскольку картирование четвертичных отложений, как известно, проводится по результатам выяснения их генетической и возрастной принадлежности, а также особенностей площадного распространения. Кроме того, одной из задач настоящей работы являлось выяснение местоположения геологических объектов, за счет обломочного материала которых формировались отложения.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В целях установления характера перестройки долин рек Печоры и Вычегды и связи их с бассейном р. Камы в верховьях притоков Печоры и Вычегды были пробурены скважины. Изучение четвертичных отложений проведено в шести скважинах, две из которых – скв. 20830 и 20831 – расположены в верхнем течении р. Нем, а четыре – скв. 20837, 20839, 20840 и 20841 – пробурены в верховьях рек Сев. и Юж. Мылва. Для генетического и стратиграфического расчленения четвертичной толщи отложения, вскрытые скважинами, проанализированы гранулометрическим и минералогическим методами, и лишь в образцах из одной скважины (20841) удалось выделить и изучить палинологические спектры. Образцы из скважин отбирались через 0.5 м.

Гранулометрический анализ 150 образцов проведен в целях получения структурной характеристики отложений: размеров слагающих частиц ( $d_{cp}$ ) и степени их сортировки ( $S_s$ ) – важного, а при изучении скважинного материала – основного показателя установления их генетической принадлежности. Анализ выполнялся по методике Н.А. Качинского (1958) с применением ситового и пипеточного методов. Суммарная карбонатность определялась при предварительной обработке образцов пород раствором 10%-й соляной кислоты. Разделение материала на фракции песчано-гравийной размерности ( $>1$ , 1.0–0.5, 0.5–0.25 и 0.25–0.1 мм) проводилось методом мокрого ситования, а глинисто-алевритовая фракция размером менее 0.1 мм исследовалась пипеточным методом. Результаты гранулометрического анализа интерпретировались с помощью гистограмм и кумулятивных кривых, определены средние диаметры зерен  $d_{cp}$  и коэффициен-

ты сортировки  $S_c$ . Использовался способ выражения сортированности отложений через нормированную энтропию, обусловленную только массой фракций и не зависящую от размера зерен. По мнению В.И. Белкина и И.В. Рязанова (1972), предпочтительнее использовать именно нормированную энтропию. Коэффициент сортировки при этом меняется от нуля до единицы, увеличиваясь в направлении улучшения сортированности отложений: при наихудшей сортировке  $S_c = 0$ , для однофракционных отложений  $S_c = 1$ .

В целях определения местоположения питающей провинции при осадконакоплении проводилось изучение минерального состава тяжелой фракции. В процессе предварительной подготовки проб для проведения минералогического анализа из 200-граммовой навески отмывалась фракция менее 0.01 мм. Оставшаяся часть пробы подразделялась на гранулометрические фракции, которые далее подвергались бромформированию, магнитной сепарации, взвешивались и затем изучались под бинокляром и в иммерсионных препаратах. При необходимости уточнения диагностики минералы исследовались фотометодом (Герасимов и др., 1975) и на сканирующем электронном микроскопе фирмы JEOL (модель JSM-6400) в ЦКП “Геонаука” Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

Процентное содержание тяжелых минералов определялось в мелкопесчаной фракции (0.25–0.1 мм), достаточно представительной по весу и набору тяжелых минералов и доступной для изучения. К тому же эта фракция наиболее полно отражает состав питающих провинций, как местных и транзитных, так и удаленных (Андреичева, 1992, 2002). В составе тяжелой фракции выделяются 25–30 минералов. При рассмотрении особенностей минерального состава в целях корреляции отложений акцент делался на содержание доминирующих в тяжелой фракции минералов: ильменита, эпидота, амфиболов и гранатов, в отдельных случаях отмечались повышенные концентрации титановых (рутил, титанит, лейкоксен) и метаморфических (ставролит, силлиманит, кианит) минералов. Состав тяжелых минералов изучен в 58 образцах.

Для определения стратиграфической принадлежности отложений и климатических условий осадконакопления проводился спорово-пыльцевой анализ (СПА). Лабораторная подготовка проб для палинологического анализа осуществлялась по общепринятым методикам: сепарационной В.П. Гричука (Гричук, Заклинская, 1948), щелочной Ленарта фон Поста (Пыльцевой анализ, 1950) и ацетоллизной Г. Эрдтмана (Erdtman, 1992). Палиноморфы изучались под микроскопом “Motic VA 300” при увеличениях 400 и 600, в каждом образце определялось не менее 300 зерен пыльцы и спор. Палинологические диаграммы строились с помощью программы “TILIA”. Интерпретация и расчет результа-

тов СПА проводились групповым способом. Споры и пыльца в спектрах объединялись в группы (пыльца деревьев и кустарников, пыльца трав, споры), далее определялось процентное содержание видов спор и пыльцевых зерен от отмеченных форм. Палинологическим методом изучены 72 образца, но споры и пыльца обнаружены лишь в 10 образцах в скв. 20841.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Гранулометрический состав

**Скв. 20830** (N 61.65280, E 56.64980) глубиной 24 м вскрывает различные по структуре и степени сортированности отложения гравийно-песчаного либо песчано-гравийного состава с галькой и дресвой, которые по результатам гранулометрического анализа подразделены на пачки, слагающие генетически разные толщи.

В основании разреза скважины на глубине 24–21.5 м вскрыты несортированные отложения (пачка 1). Нижние 0.5 м (глубина 24.0–23.5 м) сложены мореной, представленной суглинком тяжелым, очень плотным с  $S_c = 0.03$  и  $d_{cp} = 0.078$  мм, насыщенным обломками пород различной размерности, на которой лежит перлювий – мелкий галечник в песчано-гравийном заполнителе с  $S_c = 0.04$  и  $d_{cp} = 1.556$  мм. Пачка 1 перекрыта песком мелко- и среднезернистым с гравием мощностью 1.5 м, возможно, флювиогляциального генезиса (пачка 2). Морена и флювиогляциальные отложения, слагающие пачки 1 и 2, могут быть объединены в ледниковый комплекс – толщу I. Выше вскрыта 1.5-метровая пачка 3 хорошо сортированного ( $S_c = 0.61$ ) мелко- и среднезернистого песка ( $d_{cp} = 0.239$  мм) с редкими включениями растительного детрита (р.д.), на основании чего можно предположить озерный генезис этой пачки, соответствующей толще II. На этом песке на глубине 18–16.5 м залегают практически несортированный крупно- и среднезернистый песок с гравием и галькой ( $S_c = 0.10$  и  $d_{cp} = 1.482$  мм) – пачка 4. Выше лежит мощная толща песчаных осадков практически однородной структуры, условно подразделенная на три пачки (5–7), в которых по результатам гранулометрического анализа меняются соотношения песка. Пачка 5 вскрыта на глубине 16–15 м и представлена мелко- и среднезернистым хорошо сортированным ( $S_c = 0.63$ ) песком со средним диаметром зерен  $d_{cp} = 0.296$  мм, где фракция 0.5–0.25 мм доминируют, составляя в среднем 74.3%. Пачка 6, сложенная мелко- и среднезернистым песком, выделена в интервале глубин 15–8 м по присутствию в структуре осадка гравийной (>1 мм) и крупнопесчаной (1.0–0.5 мм) фракций, практически не содержащихся в составе подстилающих и перекрывающих песков. Отложения

хорошо сортированы:  $S_c = 0.59$ , средний диаметр зерен  $d_{cp} = 0.267$  мм. Пачка 7, слагающая интервал с глубины 8 м до устья скважины, представлена более тонкими, чем ниже по разрезу, средне- и мелкозернистыми песками с  $d_{cp} = 0.179$  мм и  $S_c = 0.53$ . Полученные данные изучения структуры отложений показали отчетливое уменьшение среднего диаметра зерен и степени его сортировки вверх по разрезу, что свидетельствует, скорее всего, об аллювиальном генезисе осадков (Рейнек, Сингх, 1981). Пески, слагающие пачки 4–7, на основе результатов гранулометрического состава объединены в аллювиальную толщу III, в которой выделены две основные фации – пристрежневой аллювий и отложения прирусловой отмели (Лаврушин, 1961). Выделенные по структурным особенностям семь пачек отложений в разрезе скв. 20830 объединены в три толщи: ледниковую, озерную (лимническую) и флювиальную (русловых водных потоков).

**Скв. 20831** (N 61.58263, E 56.39408) глубиной всего 6.6 м заложена на дне долины, наследуемой р. Молог. Разрез имеет трехчленное строение. По гранулометрическим данным первая пачка выделена в интервале глубин 6.6–5.5 м, вторая – 5.5–4.0 м, третья – с глубины 4 м до устья скважины. Пачка 1 сложена мореной, представленной песчано-алевритовыми несортированными отложениями ( $S_c = 0.04–0.08$ ) с существенным содержанием гравия и щебня. Соотношение гравийной, песчаной, алевритовой и глинистой фракций определяется следующими средними показателями: 36.4:29.8:30.9:2.9 ( $d_{cp} = 0.558$  мм). Пачка 2 представлена песком мелко- и среднезернистым с повышенным содержанием фракции  $>1$  мм – 19.9%. Песчаная фракция доминирует, составляя 72.2%, алевритовая и глинистая фракции содержатся в подчиненном количестве – 4.7 и 3.3% соответственно ( $d_{cp} = 0.288$  мм и  $S_c = 0.37$ ). Генезис осадков, слагающих эту пачку, скорее всего, флювиогляциальный, на что может косвенно указывать их повышенная карбонатность (5.20%) по сравнению с аллювием (1.79%), вероятно связанная с различными динамическими условиями при формировании отложений в водно-ледниковой и речной обстановках. Пачки 1 и 2 логично объединить в толщу I отложений ледникового генезиса. В пачке 3, соответствующей толще II, вскрывается мелко- и среднезернистый хорошо сортированный аллювиальный песок с соотношением средних содержаний гравийной, песчаной, алевритовой и пелитовой фракций, составляющим соответственно 1.1:95.2:2.3:1.5 (в %). Коэффициент сортированности ( $S_c$ ) составляет 0.61, снижаясь вверх по толще от 0.68 до 0.58. Средний диаметр зерен  $d_{cp}$  равен 0.261 м, в этом же направлении он уменьшается от 0.287 до 0.222 мм. Результатом расчленения отложений в скв. 20831 явилось выделение двух генетических толщ – ледниковой и русловых водных потоков (аллювиальной).

Таким образом, в основании разреза мощностью до 24 м, вскрытого скважинами 20830 и 20831 в верховье р. Нем, залегают отложения ледникового комплекса видимой мощностью до 4 м: морена и перекрывающие ее флювиогляциальные образования. Выше лежит 1.5-метровая пачка лимния, перекрытого мощным (до 18 м) аллювием.

Как отмечалось, четвертичные отложения изучены еще в четырех скважинах (20837, 20839, 20840 и 20841), пробуренных в верховьях рек Сев. и Юж. Мылва, их глубины составляют от 16.5 до 27.5 м.

**Скв. 20837** (N 62.00993, E 55.45762) глубиной 16.5 м находится в ложбине, соединяющей Сев. и Юж. Мылву, по которой протекает р. Уктол. По результатам гранулометрического анализа отложений и их генетического расчленения в скважине выделены семь пачек осадков, слагающих две генетически разные толщи. В основании разреза на глубине 16.5–11.0 м лежат ледниковые образования – толща I. Нижняя часть ледниковой толщи мощностью 4.5 м представлена мореной (пачка 1) – очень слабосортированной валунной супесью ( $S_c = 0.10–0.15$ ), которая перекрыта метровой пачкой, скорее всего, флювиогляциальных средне- и мелкозернистых песков с содержанием гравия до 13.4% и  $S_c = 0.33$  (пачка 2). На ледниковых отложениях залегает 11-метровая толща II средне- и мелкозернистых и алевритовых песков предположительно аллювиального генезиса, в которой выделены пять пачек. Хорошо сортированные пески ( $S_c = 0.45–0.69$ ) – пачки 3, 5 и 7 – переслаиваются со слабосортированными ( $S_c = 0.23–0.37$ ) алевритовыми песками, слагающими пачки 4- и 6-метровой мощности. Песок из пачки 4 на глубине 10–9 м содержит 18% гравийной фракции ( $>1$  мм), тогда как в составе песка из пачки 6 (глубина 6.5–5.5 м) этой фракции нет.

**Скв. 20839** (N 62.00303, E 55.52893) на всю глубину до 16.5 м сложена песками с прослоями алевритов и глин. По результатам гранулометрического анализа в разрезе выделяются четыре пачки отложений, объединенные в две толщи разного генезиса. Нижняя пачка 1 (интервал глубин 16.5–11.5 м) сложена довольно хорошо сортированными ( $S_c = 0.44$ ) средне- и мелкозернистыми алевритистыми песками и алевритовой глиной с редкими включениями р.д. Для глины характерна высокая суммарная карбонатность – 6.48%, что может быть связано как с расположением озера в холодной климатической зоне, где растворимость карбонатных обломков понижена, так и с малой глубиной озера. Пачка 1, соответствующая толще I, имеет, скорее всего, озерный генезис. Лежащие выше песчаные отложения мощностью 8.5 м, имеющие трехчленное строение (пачки 2–4), объединены в толщу II. Пачка 2 мощностью 3 м представлена хорошо сортированным ( $S_c = 0.53$ ) мелкозернистым

песком, на котором залегают несколько хуже сортированный ( $S_c = 0.41$ ) мелкозернистый глинисто-алевритовый песок мощностью 3 м (пачка 3). Еще выше, в интервале глубин 5.5–3.0 м, вскрыта пачка глинисто-песчаного алеврита, степень сортировки которого еще ниже – 0.31 (пачка 4). Относительно генетической приуроченности толщи II можно предположить, что это аллювий, поскольку здесь вверх по слою также снижается сортированность песка  $S_c$  – от 0.53 до 0.31 – и средний диаметр зерен  $d_{cp}$  – от 0.102 до 0.053 мм. При полевом описании скв. 20839 отмечено, что верхние 3 м сложены мелко- и среднезернистым песком с гравием и мелкой галькой, переходящим кверху в суглинок с примесью тонкозернистого песка. Но из этой части разреза образцы не отбирались и не анализировались, поэтому генетическая приуроченность их остается неясной.

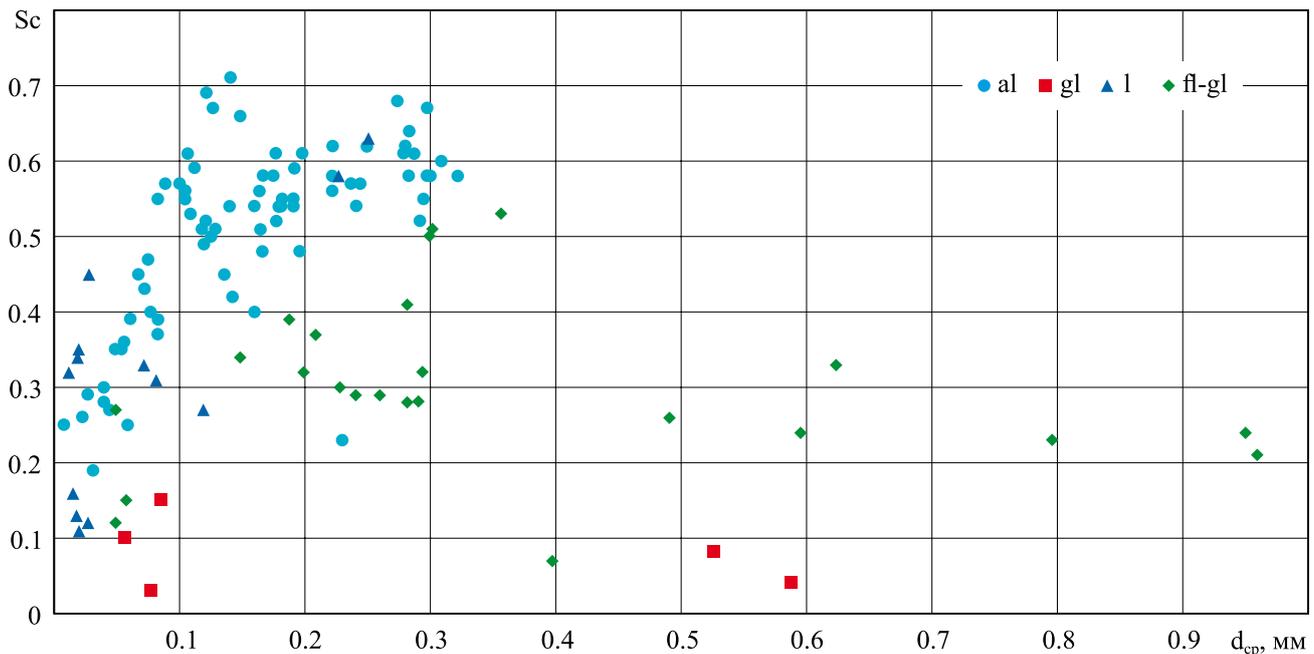
**Скв. 20840** (N 61.99992, E 55.24525) глубиной 21 м вскрыла разрез переслаивающихся песков и алевритов. По результатам гранулометрического анализа в разрезе выделены четыре толщи отложений разной мощности и генетической принадлежности. В основании разреза скважины на глубине 21–19 м залегают озерные глинистые алевриты со средней степенью сортированности материала –  $S_c = 0.34$  (толща I). Озерные алевриты перекрыты хорошо сортированным песком алевритовым ( $S_c = 0.50$ ), представляющим собой аллювий (толща II) мощностью 4.5 м (19.0–14.5 м), до глубины 15 м сложенный русловой фацией (пачка 2), а выше – 0.5-метровой пачкой (3) пойменных глинистых алевритов. Над аллювием на глубине 14.5–13.5 м вскрыт песок алевритистый с гравием ( $S_c = 0.34$ ,  $d_c = 0.149$ ) – пачка 4. Выше залегают суглинок буровато-серый слабосортированный ( $S_c = 0.18$ ) мощностью 8 м с включениями обломков пород размером до 5 см. Вероятно, суглинок имеет ледниковый генезис, и он выделен в моренную пачку 5, а перекрывающий его слабосортированный ( $S_c = 0.22$ ) разнозернистый песок с гравием и галькой – в пачку 6. С учетом залегания морены между пачками 4 и 6 можно предположить их флювиогляциальное происхождение. Формирование пачки 4 происходило, вероятно, на стадии наступания ледника, а пачки 6 – в регрессивную фазу оледенения. Отложения пачек 4 и 5 объединены нами в комплекс ледниковых отложений – толщу III, а флювиогляциальные отложения пачки 6 соответствуют толще IV. Верхняя часть разреза мощностью 2.5 м сложена аллювием, представленным хорошо сортированным ( $S_c = 0.58$ ) мелко- и среднезернистым песком (толща V).

В **скв. 20841** (N 62.00873, E 55.24246) – самой глубокой из изученных скважин (27.5 м), расположенной на пойме р. Юж. Мылва, в пределах абс. отметок 130.0–102.5 м вскрыт разрез переслаивающихся песков и алевритов. Гранулометри-

ческие данные позволили выделить здесь три толщи осадков различной мощности, структуры и степени сортированности. Нижние 12 м разреза в интервале глубин 27.5–15.5 м (толща I) сложены хорошо сортированными песками (пачки 1, 3, 5), коэффициент сортировки которых составляет 0.44–0.57, и двумя метровыми пачками (2 и 4) довольно слабосортированных алевритов ( $S_c = 0.24$ –0.28). Представляется, что выделенные и объединенные в толщу I пять пачек песков и алевритов формировались в аллювиальной обстановке. На глубине 15.5–9 м (пачка 6) залегают слабосортированный песок ( $S_c = 0.29$ ) со значительным содержанием гравия, гальки и щебня, в среднем составляющим 24.8%, а в отдельных пробах количество фракции более 1 мм возрастает до 33.6–41.5%. По причине отсутствия текстурных характеристик осадков, слагающих эту пачку, которая в разрезе соответствует толще II, установление их генезиса проблематично, но не исключается образование этих отложений во флювиогляциальных условиях. Выше 9 м вскрыта 7-я пачка осадков мощностью 5 м (толща III), представленная алевритами с высоким (37.1%) содержанием песка и со слабой степенью сортировки материала ( $S_c = 0.24$ ). Пачка, скорее всего, имеет озерный генезис. В верхних 4 м разреза пробы не отбирались, поэтому генетическая приуроченность их не установлена.

Общая мощность разреза, вскрытого скважинами в верховьях рек Сев. и Юж. Мылва, составляет 42.5 м. В нижних 12 м разреза в скв. 20841 (абс. отметки 102.5–114.5 м) аллювиальные отложения перекрыты флювиогляциальными осадками мощностью 6.5 м, на которых лежит 6-метровая толща лимния. Тот же лимний слагает основание разреза в скв. 20840 на абсолютных отметках 121–119 м. Выше залегают аллювий мощностью 4.5 м, перекрытый 11-метровой толщей гляциальных образований: мореной и флювиогляциальными отложениями, выше лежит аллювий (2.5 м). В разрезе скв. 20839 выделена 5-метровая толща озерных осадков и перекрывающий их аллювий мощностью 8.5 м. В скв. 29837 вскрыты отложения различного генезиса: основание разреза слагает морена (4.5 м), перекрытая метровой пачкой флювиогляциальных отложений, на которых лежит 11-метровая толща аллювия.

На графике соотношения коэффициентов сортировки  $S_c$  и средних диаметров зерен  $d_{cp}$  отложений в скв. 20830–20841 (рис. 2) достаточно хорошо видно, что отложения различных генетических типов располагаются в разных областях, но иногда частично перекрывают друг друга. Морена имеет низкий коэффициент сортировки (от 0.03 до 0.15). Флювиогляциальные отложения занимают более обширную область за счет вариаций в широких пределах коэффициента сортированности –  $S_c$  от 0.07 до 0.53 – и среднего диаметра –  $d_{cp}$  от 0.049



**Рис. 2.** Соотношение коэффициентов сортировки  $S_c$  и средних диаметров зерен  $d_{cp}$  отложений в скв. 20830–20841.

Отложения: al – аллювиальные, gl – ледниковые, l – лимний, fl-gl – флювиогляциальные.

**Fig. 2.** Sorting coefficient  $S_c$  and average grain diameter  $d_{av}$  ratio of sediments in wells No. 20830–20841.

Sediments: al – alluvial, gl – glacial, l – lacustrine, fl-gl – fluvioglacial.

до 0.96 мм. Для аллювиальных осадков также характерна различная степень сортированности материала, но существенно более высокая, чем у других типов отложений –  $S_c = 0.19–0.71$ , и более крупный средний диаметр зерен – до 0.322 мм. Лимний имеет среднюю степень сортированности материала ( $S_c = 0.11–0.45$ ) и преимущественно более тонкий средний диаметр (0.012–0.082 мм) по сравнению с аллювиальными отложениями. Исключение составляют несколько образцов, лучше сортированных ( $S_c = 0.72–0.63$ ) и более крупнозернистых ( $d_{cp} = 0.119–0.251$  мм), сформированных, скорее всего, в прибрежной части озера.

В итоге на основе полученных структурных особенностей отложений в изученных скважинах проведено их генетическое расчленение (рис. 3). К сожалению, это расчленение выполнено без учета текстурных особенностей осадков, которые невозможно выявить при изучении скважинного материала, поэтому является в значительной степени гипотетическим.

### Палинологический состав

Отложения скв. 20841 изучены спорово-пыльцевым методом. По результатам анализа выделены три палинологических комплекса (рис. 4).

**I комплекс** характеризует глинисто-песчаные аллювиальные отложения с глубины 23.5–22.5 м. В общем составе спектра преобладает пыльца древесных пород (до 60.8%) при значительном участии трав (до 57%). Среди пыльцы древесных растений доминирует таковая хвойных растений: участие пыльцы *Picea* sp. достигает 31.7%, *Pinus sylvestris* – до 17%, в единичных случаях встречается *Abies* sp. Пыльца рода *Betula* sp. отмечена в значительно меньшем количестве: *Betula* sect. *Albae* (до 6.7%), *Betula* sect. *Fruticosae* (до 3.5%), *Betula nana*, *Alnus* sp. (единичны). Встречены единичные экземпляры пыльцы широколиственных пород – *Ulmus* sp., *Quercus* sp.

Среди пыльцы травянистых растений преобладает пыльца маревых *Chenopodiaceae* (29.5%), встречаются злаки *Poaceae*, осоки *Cyperaceae*, полыни *Artemisia* sp., *Ericaceae/Vacciniaceae*. Состав мезофильного разнотравья представлен видами семейств *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Onagraceae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Polemoniaceae*, *Cichoriaceae*, *Valerianaceae*, *Brassicaceae* и др. Среди немногочисленных споровых растений доминируют папоротники из семейства *Polypodiaceae* (почти 9.6%) и *Sphagnum* sp. (5.5%). Остальные: плауны *Lycopodium* sp., *L. clavatum*, *L. selago*, а также виды *Osmunda* sp., *Selaginella*

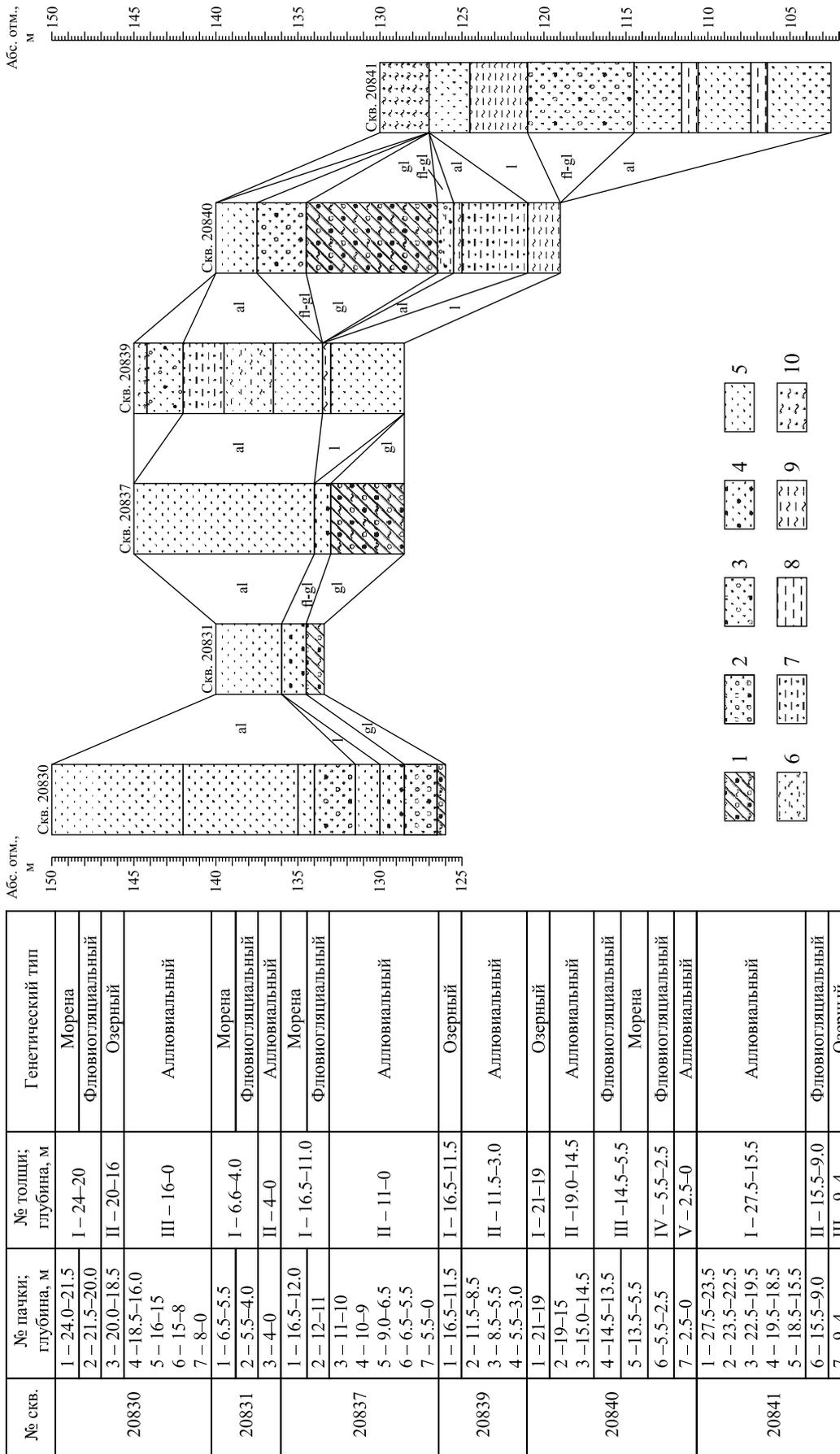


Рис. 3. Сопоставление разрезов четвертичных осадков по генетическим типам в скважинах 20830–20841.

1 – морена; 2 – мелкий галечник в песчано-гравийном заполнителе; 3 – песок с гравием и галькой; 4 – песок с гравием; 5 – песок; 6 – песок глинисто-алевритистый; 7 – песок алевритистый; 8 – алеврит; 9 – глина алевритистая; 10 – суглинок. Отложения: al – аллювиальные, gl – ледниковые, l – лимный, fl-gl – флювиогляциальные, l – озерные.

Fig. 3. Facies-genetic comparison of the Quaternary sediments sections in wells No. 20830–20841.

1 – moraine; 2 – small pebbles in sand and gravel filler; 3 – sand with gravel and pebbles; 4 – sand with gravel; 5 – sand; 6 – clayey-silty sand; 7 – silty sand; 8 – silt; 9 – silty clay; 10 – loam. Sediments: al – alluvial, gl – glacial, l – lacustrine, fl-gl – fluvio-glacial, l – lacustrine.

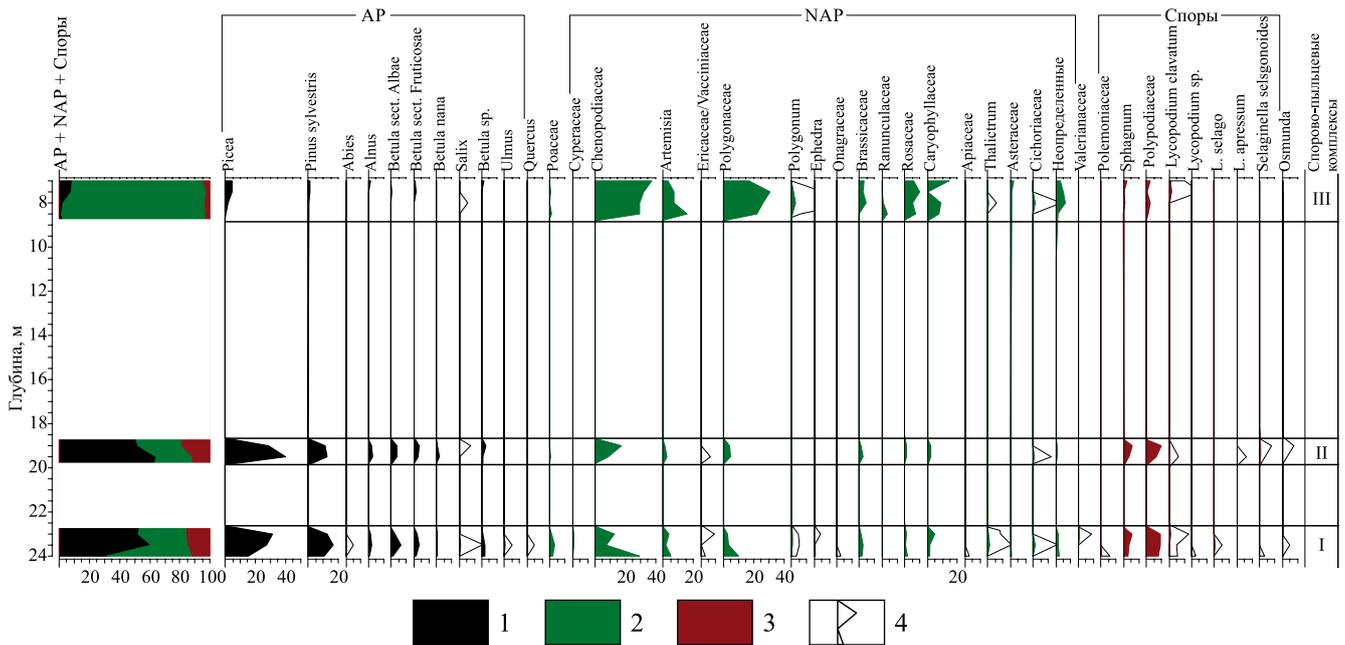


Рис. 4. Спорно-пыльцевая диаграмма отложений в скв. 20841.

1 – пыльца древесных растений и кустарников (AP), 2 – пыльца кустарничков и травянистых растений (NAP), 3 – споры, 4 – дополнительный белый контур показывает увеличение базового таксона в 10 раз для отражения незначительных содержаний спор и пыльцы.

Fig. 4. Spore-pollen diagram of sediments in the well No. 20841.

1 – pollen of woody plants and shrubs (AP), 2 – pollen of shrubs and herbaceous plants (NAP), 3 – spores, 4 – additional white curves represent  $\times 10$  exaggeration of base curves to show the small presence of taxa.

*selaginoides* отмечаются в значительно меньшем количестве.

Судя по составу спектров, комплекс отражает развитие еловых лесов с примесью сосны, пихты, березы и единичным участием широколиственных пород. На открытых территориях развивались луговые формации.

**II комплекс** выделен в песчано-глинистом алевролите на глубине 19.5–18.5 м. В составе спектра доминирует пыльца древесных пород (до 64.4%) и трав (до 29%). Споры составляют до 19%. Среди пыльцы древесных растений по-прежнему преобладает пыльца хвойных растений: участие пыльцы *Picea* sp. достигает 40%, *Pinus sylvestris* – почти 13%, пыльца *Abies* sp. не отмечается. Представители *Betula* sect. *Albae* составляют до 3.7%, *Betula* sect. *Fruticosae* – до 3.5%, *Betula nana*, *Alnus* sp., *Salix* sp. единичны. Широколиственные породы не встречены.

Среди пыльцы травянистых растений доминирующую позицию сохраняет пыльца маревых *Chenopodiaceae* (17.4%), присутствуют злаки *Poaceae*, осоки *Cyperaceae*, полины *Artemisia* sp., *Ericaceae/Vacciniaceae*. В незначительном количестве отмечается пыльца мезофильного разнотравья, представленная видами семейств *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Cichoriaceae*,

*Brassicaceae* и др. Среди немногочисленных споровых растений господствуют папоротники из семейства *Polypodiaceae* (10%) и *Sphagnum* sp. (7.5%). Остальные: плауны *Lycopodium* sp., *Osmunda* sp., *Selaginella selaginoides*, содержатся в значительно меньшем количестве.

Комплекс отражает произрастание еловых-сосновых лесов с примесью березы, из состава которых исчезают пихта и широколиственные породы.

**III комплекс** характеризует озерный глинистый алевролит с глубины 8.5–7.0 м. В этом комплексе, по сравнению с другими, преобладает пыльца травянистых растений (96.2%), пыльца древесных пород и споры занимают подчиненное положение. Отмечена пыльца деревьев: *Picea* sp. (4.5%) и *Pinus sylvestris*, *Betula* sect. *Albae*, *Betula* sect. *Fruticosae*, *Betula* sp., *Alnus* sp., *Salix* sp.

Среди пыльцы трав доминирует пыльца маревых *Chenopodiaceae* (37.6%) и гречишных *Polygonaceae* (30.5%). Достаточно высокий процент составляет пыльца *Caryophyllaceae* (14.6%) и *Rosaceae* (9.7%). Пыльца других трав отмечена в незначительном количестве. Среди немногочисленных споровых растений отмечены папоротники из семейства *Polypodiaceae*, *Sphagnum* sp. и *Lycopodium clavatum*.

Комплекс отражает преобладание в растительном покрове травянистых сообществ из маревых, гречишных, гвоздичных и розоцветных, а также существование весьма разреженных березовых-еловых редколесий.

Таким образом, на основании высокой концентрации пыльцы ели и сосны, участия пихты и широколиственных пород, а также высокого содержания пыльцы *Chenopodiaceae* и единичных спор *Osmunda* sp. в общем составе I и II палинологических комплексов можно с высокой долей вероятности связать время их формирования со средним неоплейстоценом в родионовское межледниковье, возможно с верхним климатическим оптимумом (Дурягина, Коноваленко, 1993). III комплекс, сформированный в основном травянистыми растениями, характеризует достаточно суровые климатические условия и, вероятно, представляет собой начало бызовского мегаинтерстадиала.

### Минеральный состав тяжелой фракции

В скв. 20830 в толщах I, II, сложенных ледниковыми (мореной и флювиогляциальными отложениями) и озерными осадками, выход тяжелой фракции (ВТФ) варьируется в пределах 0.78–1.58%. Содержание тяжелых минералов в перекрывающей аллювиальной толще III существенно ниже и составляет 0.34–0.56%. По минеральному составу тяжелой фракции в разрезе скважины, как и по результатам структурных особенностей отложений, выделяются семь пачек.

Пачка 1, сложенная мореной и перекрывающим ее перлювием, залегает в основании разреза скважины на глубине 24.0–21.5 м. Тяжелые минералы составляют гранат(10.6%)-ильменит(11.1%)-амфибол(24.8%)-эпидотовую(27.3%) ассоциацию с повышенным содержанием гидроксидов Fe – 7.6%. В пачке 2, во флювиогляциальных осадках, тяжелые минералы представлены сходной гранат(10.8%)-амфибол(26%)-эпидотовой(30.3%) ассоциацией с пониженной концентрацией ильменита (7.5%) и повышенной (7.8%) – минералов титановой группы и гидроксидов Fe (5.3%). Не исключено, что сходство минерального состава тяжелой фракции в обеих пачках, составляющих ледниковую толщу I, связано с поступлением материала при формировании флювиогляциальных отложений из морены.

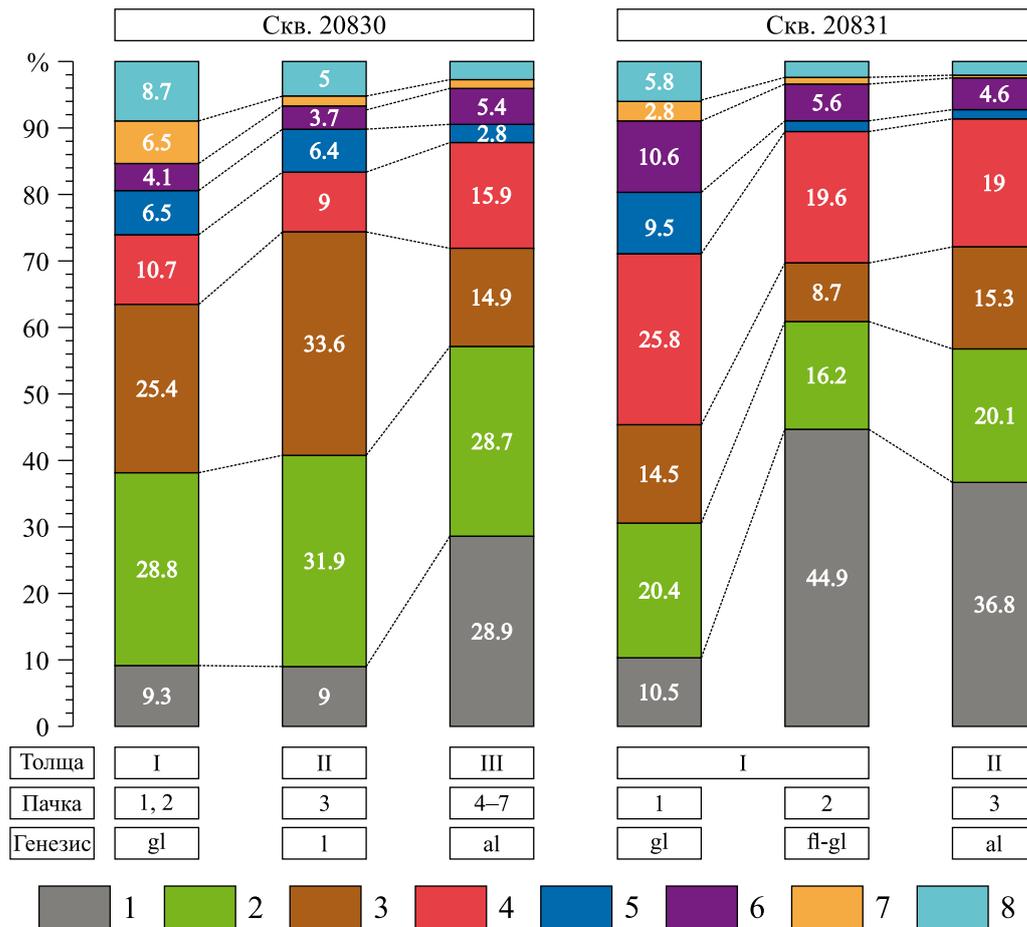
В составе тяжелой фракции пачки 3 доминируют амфиболы и эпидот, составляя соответственно 33.6 и 31.9%. По 9% приходится на ильменит и гранаты, содержание титановых минералов (рутил, титанит, лейкоксен) – 6.4%, метаморфических (кианит, ставролит, силлиманит) – 3.7%. Пачка 3, сложенная лимнием, соответствует толще II.

Аллювий, вскрытый в интервале глубин 18.5–0 м, по минеральному составу подразделен на четыре пачки (4–7). Ильменит(11.1%)-гранат(13.6%)-

амфибол(17.4%)-эпидотовая(35.6%) ассоциация минералов слагает тяжелую фракцию осадков при-стрежневого аллювия (пачка 4), в ней также значительны содержания титановых и метаморфических минералов, составляющих 5.8 и 8.7% соответственно. В составе тяжелой фракции пачки 5 доминирует эпидот – 37.5%, количество ильменита составляет 26.1%, амфиболов – 19.8%, гранатов – 10.4%. В пачке 6 тяжелые минералы слагают амфибол(11.5%)-гранат(14.3%)-эпидот(21.5%)-ильменитовую(44.4%) ассоциацию. Аналогичная амфибол(10.8%)-эпидот(20.1%)-гранат(25.3%)-ильменитовая(33.9%) минеральная ассоциация характерна и для 7-й пачки аллювиальных песков. В связи с практически одинаковой структурой аллювиальных пачек и близким минеральным составом тяжелой фракции в них представляется логичным объединение пачек 4–7 в единую аллювиальную толщу III, в которой тяжелые минералы образуют амфибол(14.9%)-гранат(15.9%)-эпидот(28.7%)-ильменитовую(28,9%) ассоциацию. Содержание титановых и метаморфических минералов соответственно составляет 2.8 и 5.4% (рис. 5).

В отложениях ледникового комплекса (пачки 1 и 2) присутствуют гидроксиды Fe, составляющие в среднем 6.5%. Содержание титановых минералов в разрезе изменяется от 2.8 до 6.4%, в аллювиальных отложениях оно самое низкое – 2.8%. Суммарное количество метаморфических минералов в аллювии, напротив, высокое – в среднем 5.4%, а в пристрежневой фации достигает 8.7%. Обращает на себя внимание повышенная средняя концентрация ильменита (28.9%) в аллювиальной толще III.

В скв. 20831 по минеральным ассоциациям тяжелой фракции осадков, как и по результатам granulometric состава, выделяются три пачки на тех же глубинах (6.6–5.5, 5.5–4.0, 4.0–0 м). В первой пачке – морене с ВТФ = 0.42% – установлена ильменит(10.5%)-амфибол(14.5%)-эпидот(20.4%)-гранатовая(25.8%) минеральная ассоциация с повышенными суммарными количествами титановых и метаморфических минералов, составляющими 9.5 и 10.6% соответственно. Для флювиогляциальных отложений, слагающих пачку 2, характерен самый высокий в разрезе ВТФ, равный 0.64%, тяжелые минералы представлены ильменитом (44.9%), гранатом (19.6%) и эпидотом (16.2%), роль амфиболов понижена (8.7%). Пачки 1 и 2 представляют собой ледниковую толщу, но объединять их по результатам минерального состава нет оснований. В пачке 3 минеральный состав аллювия аналогичен таковому в скв. 20830 и характеризуется амфибол (15.3%)-гранат (19%)-эпидот (20.1%)-ильменитовой (36.8%) ассоциацией тяжелых минералов. ВТФ также самый низкий в разрезе и составляет лишь 0.23%; здесь тоже понижено содержание титановых и метаморфических минералов, а количество



**Рис. 5.** Минеральный состав мелкопесчаной фракции отложений в скв. 20830 и 20831.

1 – ильменит, 2 – эпидот, 3 – амфиболы, 4 – гранаты, 5 – группа титановых минералов, 6 – группа метаморфических минералов, 7 – гидроксиды Fe, 8 – минералы, составляющие 1–2% и менее. Отложения: gl – ледниковые, fl-gl – флювиогляциальные, l – озерные, al – аллювиальные.

**Fig. 5.** Mineral composition of the fine sand fraction of sediments in wells No. 20830 and 20831.

1 – ilmenite, 2 – epidote, 3 – amphibole, 4 – garnet, 5 – group of titanium minerals, 6 – group of metamorphic minerals, 7 – Fe hydroxides, 8 – minerals constituting 1–2% or less. Sediments: gl – glacial, fl-gl – fluvoglacial, l – lacustrine, al – alluvial.

последних в аллювии, как и в скв. 20830, преобладает над титановыми (см. рис. 5).

В скв. 20837 пачка I (морена) с ВТФ, равным 0.65%, характеризуется гранат(14.9%)-амфибол(17.9%)-эпидотовой(23.7%) ассоциацией тяжелых минералов с пониженным содержанием ильменита – 8.2%, титановые минералы составляют 6.9%, метаморфические – 4.7%, существенно количество гидроксидов Fe – 8.5%. Для пачки 2, сложенной флювиогляциальными отложениями, где ВТФ равен 0.40, характерна иная ассоциация тяжелых минералов: амфибол(13.8%)-гранат(15.2%)-эпидот(19.1%)-ильменитовая(43%). Выше по разрезу в аллювиальных песках (толща II) с ВТФ, составляющим 0.42%, тяжелые минералы образуют амфибол(16.6%)-эпидот(17.2%)-гранат(21.2%)-ильменитовую(36.8%) ассоциацию (рис. 6). Содержа-

ние титановых и метаморфических минералов, а также гидроксидов Fe в тяжелой фракции флювиогляциальных и аллювиальных отложений весьма незначительно – по 1.5–3.0%.

В скв. 20839 минеральный состав изучен во всех слоях песков и алевритов, за исключением алевритовой глины из пачки 2 (озерная толща I), где состав минералов не определялся, поскольку она содержит лишь 8.6% мелкозернистого песка, из которого невозможно выделить необходимое количество материала для определения минерального состава тяжелой фракции.

Характерной особенностью тяжелой фракции отложений в этой скважине являются повышенные содержания гидроксидов Fe (16.1–30.3%), которые, как известно, образуются при химическом выветривании руд и горных пород, а также в про-

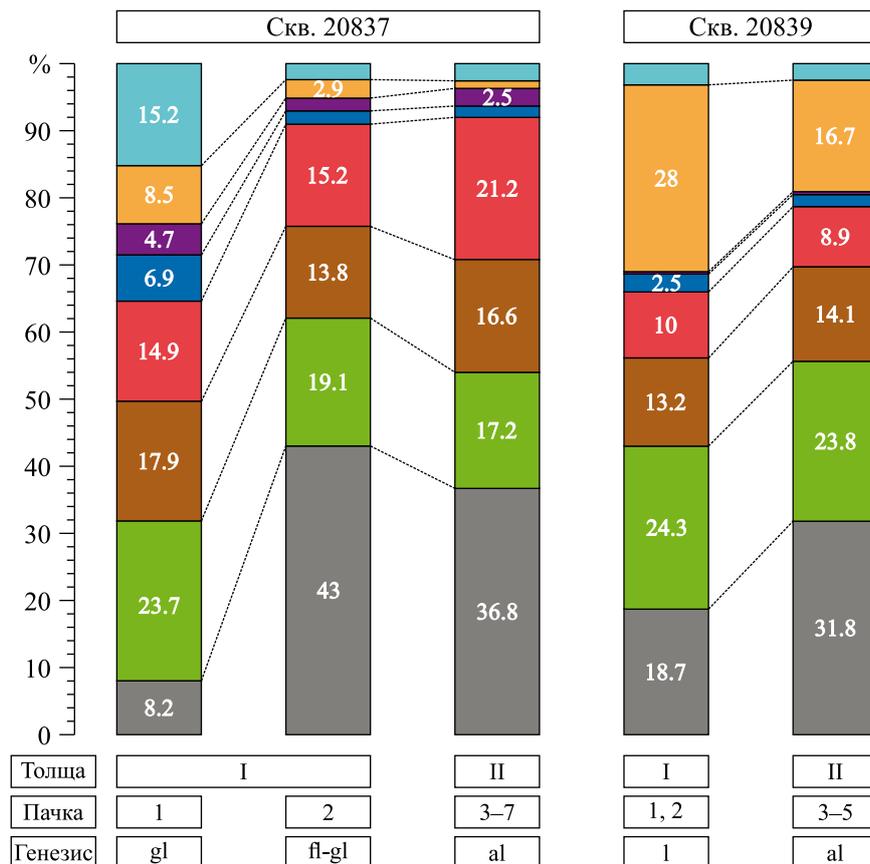


Рис. 6. Минеральный состав мелкопесчаной фракции отложений в скв. 20837 и 20839.

Условные обозначения – см. рис. 5.

Fig. 6. Mineral composition of the fine sand fraction of sediments in wells No. 20837 and 20839.

Explanations – see Fig. 5.

цессе осадконакопления в озерных и болотных водоемах. В озерных песках пачки 1 с ВТФ, равным 0.10%, выделена гранат(10%)-амфибол(13.2%)-ильменит(18.7%)-эпидотовая(24.3%) ассоциация тяжелых минералов с содержанием гидроксидов Fe 28%. Озерные отложения перекрыты предположительно аллювием 8-метровой мощности (толща II), в которой выделены пачки 3–5. Для этих отложений характерен низкий ВТФ – 0.09–0.25. В пачке 3 в составе тяжелых минералов доминирует ильменит – 31.7%, содержания амфиболов и эпидота почти равны – 18 и 19.4% соответственно, гидроксиды Fe составляют 16%, гранаты – 8.6%. В пачке 4 (см. рис. 6) тяжелые минералы содержатся в мизерном количестве – 0.09%, образуя амфибол(14.8%)-эпидотовую(23.7%) ассоциацию с самым низким в разрезе содержанием гранатов (5.3%) и аномально высоким (30.3%) – гидроксидов Fe. Тяжелые минералы в пачке 5 слагают гранат(12.8%)-эпидот(28.4%)-ильменитовую(40.9%) ассоциацию, количество амфиболов составляет 9.3%, содержание гидроксидов Fe здесь понижено до 3.8%. Столь

высокая концентрация ильменита связана, видимо, с избирательным свойством минералов накапливаться в определенных гранулометрических фракциях, это отметили многочисленные исследователи (Раукас, 1961; Гайгалас, 1964; Климашускас, 1965; Астапова, 1969, 1978; Рухина, 1973; Осовецкий, 1986), указывая, что ильменит обычно концентрируется в алевритовой фракции (0.1–0.01 мм), содержание которой в сл. 5 составляет 51.4%. В целом аллювиальная толща II характеризуется амфибол(14.1%)-эпидот(23.8 %)-ильменитовой(31.8%) ассоциацией тяжелых минералов с содержанием гранатов 8.9%, количество гидроксидов Fe повышено до 16.7% (см. рис. 6).

В скв. 20840 во всех выделенных по структурным особенностям осадках изучен минеральный состав тяжелой фракции. Не определялся он лишь в озерных глинистых алевритах, слагающих толщу I, поскольку количество фракции 0.25–0.1 мм здесь еще меньше – 1.2%, чем в озерных осадках скв. 2039. В толще II, сложенной аллювием, тяжелая фракция, выход которой незначителен

(0.18%), образует гранат(10.8%)-амфибол(17.3%)-ильменит(24%)-эпидотовую(24.1%) минеральную ассоциацию (рис. 7). Для песков этой толщи характерны высокие содержания сидерита (от 17% в нижней части слоя до 13.7% в верхней), который в разрезе скв. 20840 больше нигде не отмечается, а также присутствие гидроксидов Fe (1.4–4.7%). В пачке 4, сформированной предположительно во флювиогляциальной обстановке на стадии наступания ледника, тяжелые минералы, составляющие 0.30%, слагают амфибол(10.5%)-эпидот(22%)-гранат(14.8%)-ильменитовую(35.5%) ассоциацию. В пачке 5 – морене – доминирующим минералом тяжелой фракции также является ильменит, количество которого колеблется в пределах 30.2–41.1% (в среднем 35.6%). Содержание эпидота составляет 22.8%, амфиболов – 17.8%, гранатов – 15%. Пачки 4, 5 слагают ледниковую толщу III. В вышележащей пачке 6, сложенной флювиогляциальными образованиями и соответствующей толще IV, тяжелые минералы образуют

ильменит(11.4%)-гранат(13.7%)-амфибол(15.5%)-эпидотовую(23.3%) ассоциацию. Особенностью этой толщи являются высокие содержания титановых и метаморфических минералов, соответственно составляющих 8.5 и 5.5%, и повышенное количество гидроксидов Fe – 14.3%. Аллювий толщи V характеризуется самым высоким в разрезе ВТФ – 1.06% – и амфибол(15.8%)-эпидот(17.4%)-гранат(22.4%)-ильменитовой(34%) ассоциацией тяжелых минералов (см. рис. 7). В целом же количество гранатов возрастает вверх по разрезу скважины от 10.8 до 22.4%. В этом же направлении отчетливо увеличивается ВТФ – от 0.18 до 1.06%.

Разрез песков и алевритов в скв. 20841 по гранулометрическим показателям подразделен на три толщи. В основании скважины выделена толща I, сложенная аллювиальными песками с ВТФ, равным 0.53%. Тяжелая фракция образует амфибол(16.6%)-ильменит(16.7%)-гранат(19.7%)-эпидотовую(25.9%) минеральную ассоциацию с повышенными суммарными содержаниями титано-

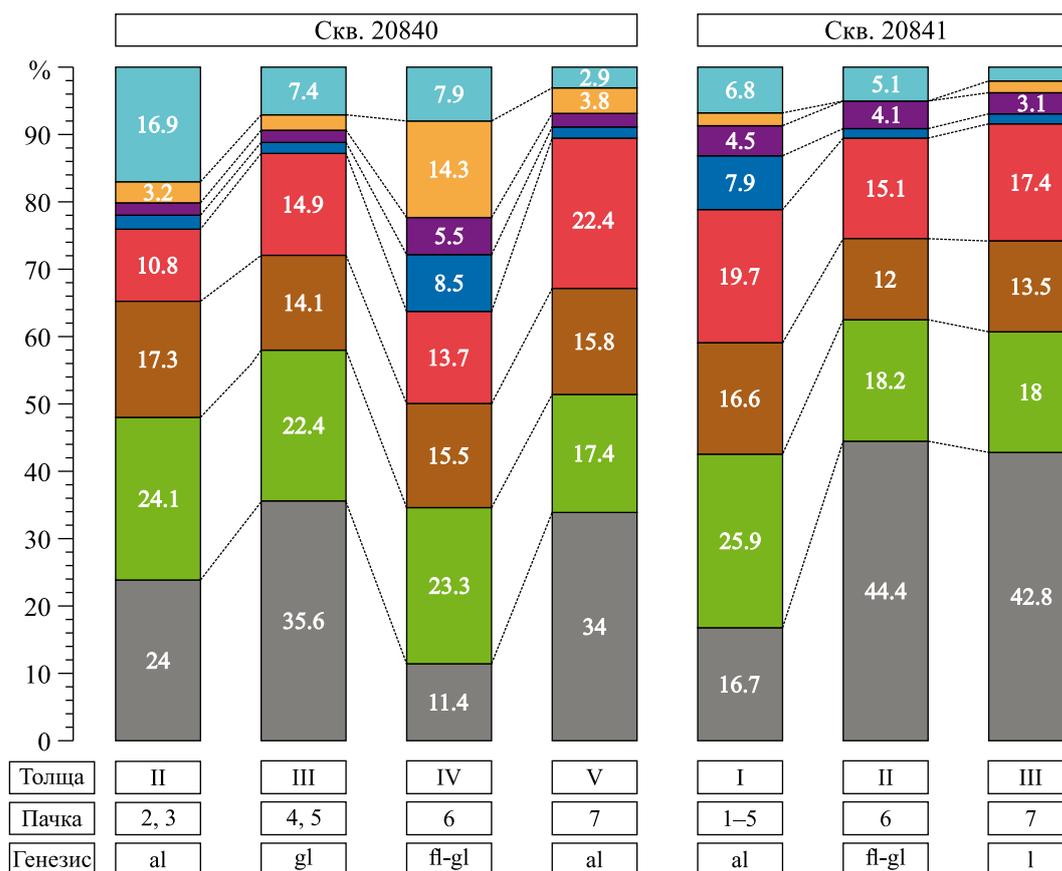


Рис. 7. Минеральный состав мелкопесчаной фракции отложений в скв. 20840 и 20841.

Условные обозначения – см. рис. 5.

Fig. 7. Mineral composition of the fine sand fraction of sediments in wells No. 20840 and 20841.

Explanations – see Fig. 5.

вых и метаморфических минералов, соответственно составляющих 7.9 и 4.5%. Во флювиогляциальных отложениях толщи II, представленных песком грубозернистым с гравием и галькой, и в озерных песчаных алевритах, слагающих толщу III, тяжелые минералы образуют весьма сходные минеральные ассоциации со средними содержаниями амфиболов – 12.0 и 13.5% соответственно, гранатов – 15.1 и 17.4%, эпидота – 18.2 и 18.0% и с возросшими почти в 3 раза концентрациями ильменита по сравнению с толщиной I и составляющими 44.4 и 42.8% соответственно (см. рис. 7). В тяжелой фракции озерных отложений содержится сидерит в количестве 5–6%. ВТФ в обеих толщах одинаков – по 0.96%.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые выполнено литологическое изучение отложений квартала в скважинах верховий рек Печоро-Вычегодско-Камского водораздела и проведено их генетическое расчленение. В разрезах скважин выделены аллювиальные, озерные (лимнические) и ледниковые (морены и флювиогляциальные осадки) отложения.

В долине верхнего течения р. Нем изученные четвертичные отложения мощностью 24 м имеют трехчленное строение. В основании разреза прослеживаются ледниковые образования – морена и флювиогляциальные отложения – видимой мощностью 4 м. Выше залегают озерные осадки мощностью 1.5 м, перекрытые 18-метровой толщиной аллювия.

В верховьях рек Сев. и Юж. Мылва четырьмя скважинами вскрыт разрез общей мощностью 42.5 м (абс. отметки 102.5–145.0 м). Нижняя часть его сложена 12-метровой толщиной аллювия, перекрытой флювиогляциальными отложениями мощностью до 6.5 м. Выше залегают озерные осадки мощностью не больше 6 м. Выше лежащий аллювий мощностью 4.5 м вскрыт лишь в скв. 20840, где перекрывается 11-метровой толщиной ледниковых отложений – мореной и флювиогляциальными образованиями. Венчает разрез аллювий мощностью от 2.5 до 11.0 м.

Минеральный состав тяжелой фракции четвертичных отложений, вскрытых скважинами на территории исследований, отличается повышенными концентрациями ильменита (до 45%) и эпидота (до 38%), которые являются характерными минералами Северо-Восточной терригенно-минералогической провинции, включающей Новую Землю, Пай-Хой, а также Полярный и Приполярный Урал (Батурин, 1947). Подобный комплекс тяжелых минералов связан, скорее всего, с поступлением их в четвертичные отложения из магматических и метаморфических пород Урала. Отложения плиоцена, широко развитые в долине р. Камы, вряд ли принимали участие в формировании отложений квартала изученной территории.

В результате изучения аллювиальных и озерных осадков в скв. 20841 палинологическим методом выделены три спорово-пыльцевых комплекса. Время формирования двух комплексов можно с высокой долей вероятности связать со средним неоплейстоценом в ридионовское межледниковье. Третий комплекс, характеризующий достаточно суровые климатические условия, образовался, вероятно, в начальную фазу бызовского мегаинтерстадиала.

### Благодарности

Авторы выражают признательность заместителю директора Института географии РАН заведующему отделом палеогеографии четвертичного периода А.В. Панину за предоставленный для изучения керн скважин.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреичева Л.Н. (1992) Основные морены европейского Северо-Востока России и их литостратиграфическое значение. СПб.: Наука, 125 с.
- Андреичева Л.Н. (2002) Плейстоцен Европейского Северо-Востока. Екатеринбург: УрО РАН, 323 с.
- Астапова С.Д. (1969) О выборе фракции морен для корреляции. *Тезисы докладов Межведомственного совещания по методике изучения терригенных отложений четвертичного возраста*. Таллин, 4.
- Астапова С.Д. (1978) Особенности вещественного состава морен Белоруссии. *Вещественный состав основных морен*. М.: ГИН РАН, 109-117.
- Батурин В.П. (1947) Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 338 с.
- Белкин В.И., Рязанов И.В. (1972) Понятие и меры гранулометрической сортированности и однородности. *Тезисы V Коми республиканской науч. молодежн. конф.* Сыктывкар: Геопринт, вып. 5, 184-185.
- Гайгалас А.И. (1964) Минералогический петрографический состав морен плейстоцена юго-восточной Литвы. *Тр. АН ЛитССР*, сер. Б. Вильнюс, 4(39), 185-211.
- Герасимов В.Н., Доливо-Добровольская Е.М., Каменцев И.Е., Кондратьев В.В., Косой А.Л., Лесюк Г.И., Рождественская И.В., Строганов Е.В., Филатов С.К., Франк-Каменская О.В. (1975) Руководство по рентгеновскому исследованию минералов. (Под ред. В.А. Франк-Каменецкого). Л.: Недра, 399 с.
- Гричук В.П., Заклинская Е.Д. (1948) Анализ ископаемых пылей и спор и его применение в палеогеографии. М.: ОГИЗ; Географгиз, 224 с.
- Дурягина Д.А., Коноваленко Л.А. (1993) Палинология плейстоцена северо-востока европейской части России. СПб.: Наука, 124 с.
- Качинский Н.А. (1958) Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: АН СССР, 192 с.
- Климашаускас А.Ю. (1965) Гранулометрические свойства и закономерности гранулометрического состава моренных отложений юго-восточной Литвы. *Стратиграфия четвертичных отложений и палеогеография антропогена юго-восточной Литвы*. Т. 2. Вильнюс, 39-103.

- Краснов И.И. (1944) Четвертичные отложения Молотовской и Свердловской областей. *Геология СССР*. Т. 12. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 327-369.
- Лаврушин Ю.А. (1961) Типы четвертичного аллювия нижнего Енисея. *Тр. Геол. ин-та*, вып. 47. М.: Изд-во АН СССР, 103 с.
- Ламакин В.В. (1948) Древнее оледенение на северо-востоке Русской равнины. *Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, (12), 18-37.
- Осовецкий Б.М. (1986) Тяжелая фракция аллювия. Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 259 с.
- Производительные силы Коми АССР*. Т. 1. (1953) (Под ред. А.А. Чернова). М.: Изд-во АН СССР, 463 с.
- Пыльцевой анализ. (1950) (Сост. А.Н. Гладкова, В.П. Гричук, Е.Д. Заклинская, В.В. Зауер, И.М. Покровская, Н.Д. Радзевич, С.Р. Самойлович, М.А. Седова, Н.К. Спельмак). М.: Госгеолитиздат, 571 с.
- Раукас А.В. (1961) Минералогия морен Эстонии. *Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. Наук*, **10**(3), 244-258.
- Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. (1981) Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 439 с.
- Рухина Е.В. (1973) Литология ледниковых отложений. Л.: Недра, 176 с.
- Erdtman G. (1992) Erdtman's Handbook of Palynology. (Eds S. Nilsson, J. Praglowski). Copenhagen: Munksgaard, 580 p.
- Andreicheva L.N. (2002) Pleistocene of the European Northeast. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 323 p. (In Russ.)
- Andreicheva L.N. (1992) The basal moraines of the European Northeast of Russia and their lithostratigraphic significance. St.Petersburg, Nauka Publ., 125 p. (In Russ.)
- Astapova S.D. (1978) Features of the material composition of moraines in Belarus. *Material composition of the main moraines*. Moscow, GIN RAN Publ., 109-117. (In Russ.)
- Astapova S.D. (1969) On the selection of the moraine fraction for correlation. *Abstracts of reports of the Interdepartmental meeting on methods for studying terrigenous sediments of Quaternary age*. Tallinn, 4. (In Russ.)
- Baturin V.P. (1947) Petrographic analysis of the geological past based on terrigenous components. Moscow-Leningrad, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 338 p. (In Russ.)
- Belkin V.I., Ryazanov I.V. (1972) The concept and measures of granulometric sorting and uniformity. *Theses of the V Komi Republican Scientific Youth Conference*. Syktyvkar, Geoprint Publ., vyp. 5, 184-185. (In Russ.)
- Duryagina D.A., Konvalenko L.A. (1993) Pleistocene palynology of the Northeast of European Russia. St.Petersburg, Nauka Publ., 124 p. (In Russ.)
- Erdtman G. (1992) Erdtman's Handbook of Palynology. (Eds S. Nilsson, J. Praglowski). Copenhagen, Munksgaard, 580 p.
- Gaigalas A.I. (1964) Mineralogical and petrographic composition of Pleistocene moraines in southeastern Lithuania. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Lithuanian SSR*, **4**(39). Vil'nyus, 185-211. (In Russ.)
- Gerasimov V.N., Dolivo-Dobrovolskaya E.M., Kamentsev I.E., Kondratyev V.V., Kosoy A.L., Lesyuk G.I., Rozhdestvenskaya I.V., Stroganov E.V., Filatov S.K., Frank-Kamenskaya O.V. (1975) Guide to X-ray studies of minerals. (Ed. V.A. Frank-Kamenetsky). Leningrad, Nedra Publ., 399 p. (In Russ.)
- Grichuk V.P., Zaklinskaya E.D. (1948) Analysis of fossil pollen and spores and its application to paleogeography. Moscow, OGIZ; Geografiz Publ., 224 p. (In Russ.)
- Kachinskii N.A. (1958) Mechanical and microaggregate composition of soil, methods for its study. Moscow, AN SSSR Publ., 192 p. (In Russ.)
- Klimashauskas A.Yu. (1965) Granulometric properties and patterns of granulometric composition of moraine deposits of Southeastern Lithuania. *Stratigraphy of Quaternary sediments and the anthropocene paleogeography of Southeastern Lithuania*. V. 2. Vil'nyus, 39-103. (In Russ.)
- Krasnov I.I. (1944) Quaternary deposits of the Molotov and Sverdlovsk regions. *Geology of the USSR*, V. 12, 327-369. (In Russ.)
- Lamakin V.V. (1948) Ancient glaciation in the Northeast of the Russian Plain. *Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period. Academy of Sciences of the USSR*, **12**, 18-37. (In Russ.)
- Lavrushin Yu.A. (1961) Types of Quaternary alluvium of the lower Yenisei. *Proceedings of the Geological Institute*. Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, vyp. 47, 103 p. (In Russ.)
- Osovetskii B.M. (1986) Heavy fraction of alluvium. Irkutsk, Irkutsk University Publishing House, 259 p. (In Russ.)
- Pollen analysis. (1950) (Comp. A.N. Gladkova, V.P. Griчук, E.D. Zaklinskaya, V.V. Sauer, I.M. Pokrovskaya, N.D. Radzевич, S.R. Samoilovich, M.A. Sedova, N.K. Spel'mak). Moscow, Gosgeolizdat Publ., 571 p. (In Russ.)
- Productive forces of the Komi ASSR*. V. 1. (1953) (Ed. A.A. Chernov). Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, **1**, 463 p. (In Russ.)
- Raukas A.V. (1961) Mineralogy of moraines in Estonia. *News of the Academy of Sciences of the ESSR. Series of physical, mathematical and technical sciences*, **10**(3), 244-258. (In Russ.)
- Reineck G.E., Singh I.B. (1981) Environments of the terrigenous sedimentation. Moscow, Nedra Publ., 439 p. (In Russ.)
- Rukhina E.V. (1973) Lithology of glacial deposits. Leningrad, Nedra Publ., 176 p. (In Russ.)

## REFERENCES