

**ПЕРИГЛЯЦИАЛ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ
РАВНИНЫ
И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**МАТЕРИАЛЫ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

**РОСТОВ ВЕЛИКИЙ
25–26 АВГУСТА 2023 г.**



**Ростов Великий
Москва
2023**

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
Российской академии наук



основан в 1918 году



Российский
научный фонд



**ПЕРИГЛЯЦИАЛ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ
РАВНИНЫ
И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**МАТЕРИАЛЫ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

РОСТОВ ВЕЛИКИЙ, 25–26 АВГУСТА 2023 г.

Ростов Великий
Москва
2023

УДК 551.89

ББК 26.82

Утверждено к печати Учёным советом Института географии РАН

Редакционная коллегия:

А. О. Макеев (МГУ имени М. В. Ломоносова),

А. В. Панин (ИГ РАН),

Д. А. Субетто (РГПУ им. А. И. Герцена)

Редакция, вёрстка:

Е. Д. Шеремецкая (ИГ РАН)

Рецензенты:

проф., д.г.н. С. И. Большов (МГУ имени М. В. Ломоносова)

проф., д.г.н. А. В. Чернов (МППГУ)

Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири. Материалы Всероссийской научной конференции. Ростов Великий, 25–26 августа 2023 г. [Электронное издание] – М.: ИГ РАН, 2023. 212 с.

ISBN 978-5-89658-069-0

Настоящий сборник представляет доклады, сделанные на Всероссийской научной конференции «Перигляциал Восточно-Европейской равнины», посвященной проблемам комплексного изучения палеогеографии, четвертичной геологии и геоморфологии поздневалдайской криолитозоны. География представленных исследований распространялась и на территорию Западной Сибири, что учтено в названии сборника. Материалы рассматривают ряд актуальных вопросов: реконструкции природных обстановок бывшей перигляциальной зоны по данным изучения озёрных и болотных архивов, восстановление времени и условий формирования криогенных реликтов и палеопочв в строении разрезов рыхлых отложений и пространственной организации почвенного покрова. Обсуждаются проблемы стратиграфии верхнечетвертичных толщ и происхождения покровных суглинков и лёссов, палеогидрологии рек и перестроек гидрографической сети. Сборник будет интересен специалистам в области четвертичного периода, географии почв и палеопочвоведения, геоморфологии, палеолимнологии, а также студентам и аспирантам перечисленных специальностей.

УДК 551.89

ББК 26.82

ISBN 978-5-89658-069-0

© Текст. Авторы, 2023

© ИГРАН, 2023

© МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023

© РГПУ им. А. И. Герцена, 2023

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ДЕТАЛЬНОМ ИЗУЧЕНИИ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЖДУРЕЧИЙ

**Е. Д. Шеремецкая ^{1,*}, Е. В. Гаранкина ², Ю. В. Шишкина ²,
В. И. Журавлева ³, О. А. Богданова ², И. Г. Шоркунов ^{1,2},
В. А. Лобков ^{1,2}**

¹ *Институт географии РАН, Москва, Россия*

² *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия*

³ *АНО «ОИП Центра педагогического мастерства», Москва, Россия*

** E-mail: sheremetskaya@igras.ru*

Гранулометрический (механический) анализ — один из самых распространенных видов лабораторных исследований осадочных рыхлых обломочных пород и почв. Развитие лазерной дифрактометрии делает его одним из самых массовых, позволяя получать сопоставимые результаты для сотен образцов за короткое время. Накопленные базы данных в свою очередь позволяют типизировать гранулометрические распределения с целью составления «портрета» генетических типов отложений и почвенных тел для регионов со сходным палеогеографическим развитием. На основании множественных результатов исследования рыхлых отложений (бассейн Средней Протвы, Борисоглебская возвышенность, Суздальское плато Владимирского Ополя) предложены уточнение классификации рыхлых осадочных обломочных горных пород, модальный метод обработки результатов механического анализа и типизации гранулометрических распределений. Выделен ряд модальных фракций (глобальных и локальных максимумов распределения минеральных частиц по размерным фракциям), воспроизводящихся с высокой долей постоянства ($< 1 \mu\text{m}$, $2.5\text{--}3.2 \mu\text{m}$, $12.5\text{--}16 \mu\text{m}$ и $25\text{--}32 \mu\text{m}$; реже — интервалы в пределах $40\text{--}80 \mu\text{m}$), отвечающих за стратиграфическое расчленение междуречных покровов, а также их фациально-генетическое расчленение.

Ключевые слова: гранулометрический анализ, модальный анализ, покровные отложения, междуречья, гранулометрическая типизация

Гранулометрический (механический) анализ — распространенный вид лабораторных исследований осадочных рыхлых обломочных пород и почв, традиционно используемый в почвоведении, геоморфологии и палеогеографии. Развитие современных

технологий (в т.ч. лазерной дифрактометрии) делает его одним из самых массовых, позволяя получать сопоставимые результаты для десятков и даже сотен образцов за короткое время. С высокой долей самостоятельности результаты гранулометри-

ческого состава используются для выделения в разрезах стратиграфических единиц и характеристики физико-динамических условий осадконакопления. Подтвержденные данными других аналитических исследований, они могут быть использованы в целях определения степени унаследованности отложениями размерных характеристик пород областей питающих провинций и вклада постседиментационных преобразований в общий геологический облик различных генетических типов отложений (Палеогеографические ..., 2012). В XX столетии неоднократно предлагались «генетические диаграммы», позволяющие с помощью расчетных параметров (среднее арифметическое, квантили и пр.) определить происхождение рыхлых горных пород (Passega, Вугамjee, 1969 и др.). Их использование на массиве данных отличным от базово заложенных в подобную диаграмму генетических типов далеко не всегда оказывается успешным и не может безоговорочно быть перенесено в любой регион исследования. Однако идеи типизации гранулометрических распределений, их использования при составлении «портрета» генетических типов отложений и почвенных тел для регионов со сходным палеогеографическим развитием с целью стратиграфического расчленения и корреляции представляются жизнеспособными даже при мелкомасштабных исследованиях.

Методика работ. В настоящей работе использована база данных результатов гранулометрического анализа 916 образцов (39 геологических выработок), отобранных в краевой зоне среднелейстоценового (московского) оледенения. Ключевые участки — бассейн Средней Протвы («Сатино»), се-

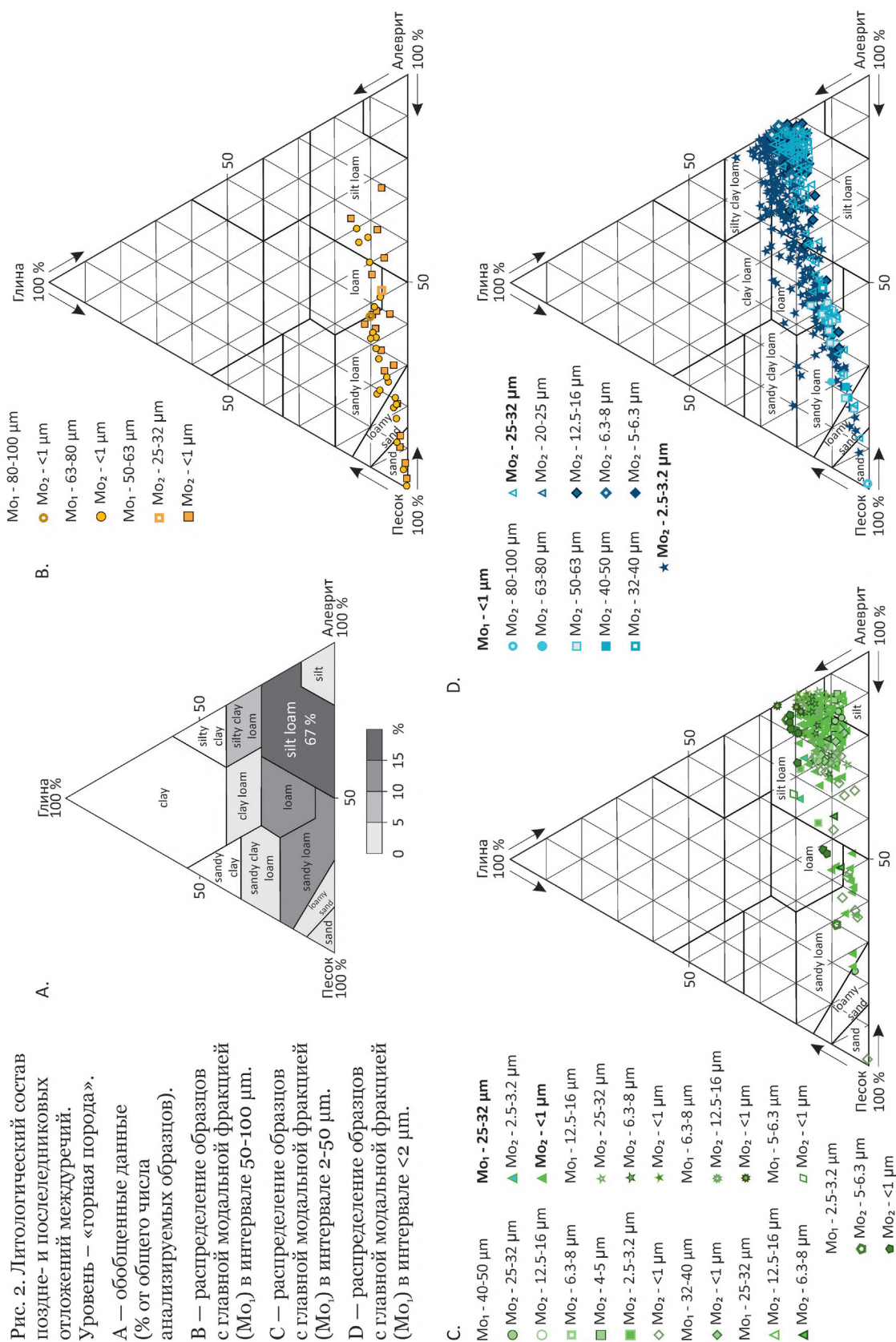
веро-восточный макросклон Борисоглебской возвышенности, Суздальское плато Владимирского Ополя («Гнездилово»). Из них 9.7 % характеризуют перекрытые ледниковые отложения. Остальные — водно- и озёрно-ледниковые осадки конца московского времени, заполнения эрозионных форм и озёрных котловин, позднеплейстоценовый и голоценовый полигенетический чехол междуречий, включая т. н. «типичные покровные суглинки», почвенные тела различной степени выраженности и сохранности (Шеремецкая и др., 2022; Garankina et al., 2019 и др.).

Многофракционный (32 фракции) гранулометрический анализ выполнен по смешанной методике (Шеремецкая, 2008) расцева на виброгрохоте Fritsch ANALYSETTE 3 Pro для частиц > 0.1 мм и лазерной гранулометрии на Fritsch ANALYSETTE 22 NanoTec для частиц < 0.1 мм по шкале с шагом 10 корней из 10 (Батурин, 1947). Предварительно органическое вещество удалено 18%-й H_2O_2 . Для обработки числовых результатов гранулометрического анализа использовались Microsoft Office Excel, Soil Texture Calculator (Multi-Point Excel Version).

Результаты и обсуждение. Начало обработки результатов гранулометрического анализа ставит перед аналитиком проблему выбора классификации, удовлетворяющей не только целям исследования, но и физико-химическим закономерностям осадконакопления и гипергенеза. В настоящее время распространено большое количество типологий — С.К. Wentworth (1922) и W.C. Krumbein (1934), Н.А. Качинского (1965-1970), С.И. Романовского (1977) и О.В. Япаскурта (2016), Министерства сельского хозяйства США (Soil ..., 2017) и клас-



Рис. 1. Наиболее распространённые гранулометрические шкалы и их соотношение с модальными и «дефицитными» фракциями в поздне- и послеледниковых отложениях междуречий



сификация, используемая в Мировой реферативной базе почвенных ресурсов (World Reference ..., 2022), межгосударственные стандарты (например, ГОСТ 25100-2020, ISO 14688-1:2017(E), 2017). В большинстве из них (кроме классификаций Н.А. Качинского и С.И. Романовского) за верхнюю границу песка принят размер зерна равный 2 мм. В выделении границ песок / алеврит (пыль) и алеврит (пыль) / глина (ил) единые отсутствуют. В первом случае она варьирует в интервале 50–62.5 μm . Во втором – в широких пределах от 1 до 10 μm . Чаще всего граница алеврит (пыль) / глина (ил) проводится на 2 μm .

В данном исследовании использована классификация USDA (Soil ..., 2017; рис. 1). Обоснование границ размерных фракций основано на большом количестве позиций (Вадюнина, Корчагина, 1961; Качинский, 1965; Романовский, 1977; Методические ..., 1989; Шеин, 2009; Блохин и др., 2010; Япаскурт, 2016; Юдина и др., 2020; Безуглова и др., 2022 и др.) среди которых можно выделить (для частиц крупнее означенной границы):

1) верхняя граница песка 2 мм — скачкообразное повышение полимиктовости минералогического и петрографического составов, появление в почвенных телах грубых компонентов, изменение соотношения параметров реакции зёрен на гидравлические характеристики водного потока и пр.;

2) верхняя граница алеврита (пыли) 50 μm — слабое или полное отсутствие в процессе седиментации реализации соответствия закону Стокса, изменение характера таких свойств, как липкость, пористость, способность к фильтрации влаги и пр.;

2. а) в т.ч. граница 20 μm — увеличение

водопроницаемости, отсутствие возможности коагуляции и пр.;

2. б) в т.ч. граница 5 μm — количественное преобладание зёрен минералов кристаллических пород над глинистым веществом и изменение характера кумулятивной кривой, а в более мелких фракциях — концентрация продуктов химического и биологического выветривания;

3) верхняя граница глины (ила) 2 μm — увеличение водопроницаемости и скорости капиллярного подъема влаги, снижение пластичности, способности коагулировать, выраженности броуновского движения, а для более мелких почвенных частиц — наличие микроагрегатов невысокой плотности, склеивающие влияние на которые оказывает в т.ч. органическое вещество.

В процессе работы с данными гранулометрического анализа в рамках детальных палеогеографических исследований проявилась необходимость дробного разделения, по сравнению с оригинальной классификацией, алеврита (silt) на тонкий (fine) 2–5 μm , средний (medium) 5–20 μm и крупный (coarse) 20–50 μm . В основу положены массово проявившиеся на гистограммах распределения т. н. «дефициты частиц» (локальные минимумы содержания), связанные с особенностями шкалы В.П. Батурина (в небольшой мере) и со свойствами самих осадков (рис. 1). А именно: заложением дефицита на стадии разрушения кристаллических горных пород, особенностями дезинтеграции обломочного материала, габитусом и аэро-гидро-динамической устойчивостью частиц к изменению размера, режимами перемещения терригенного материала, особенностями седиментации и постседиментационных преобразований

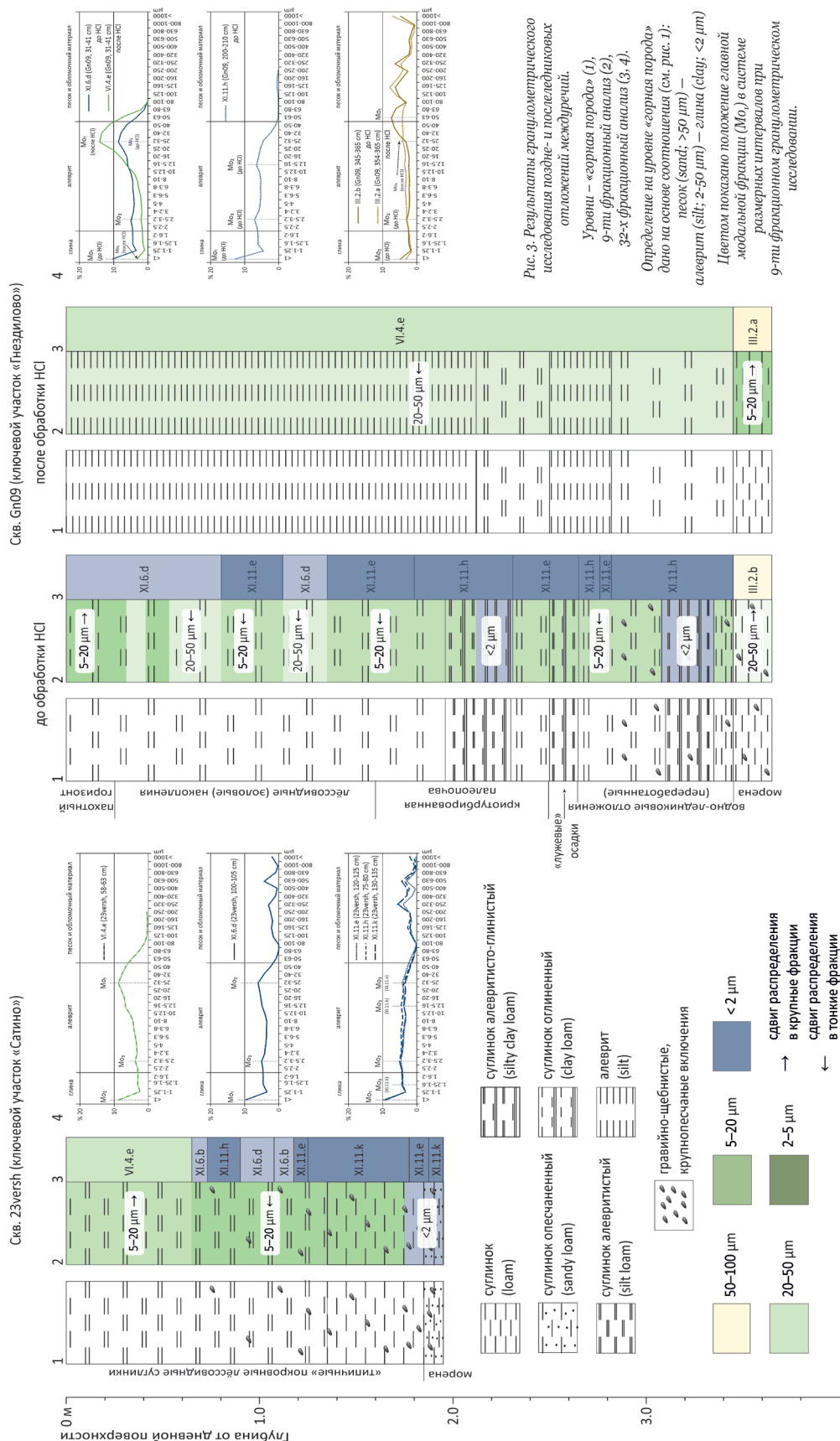
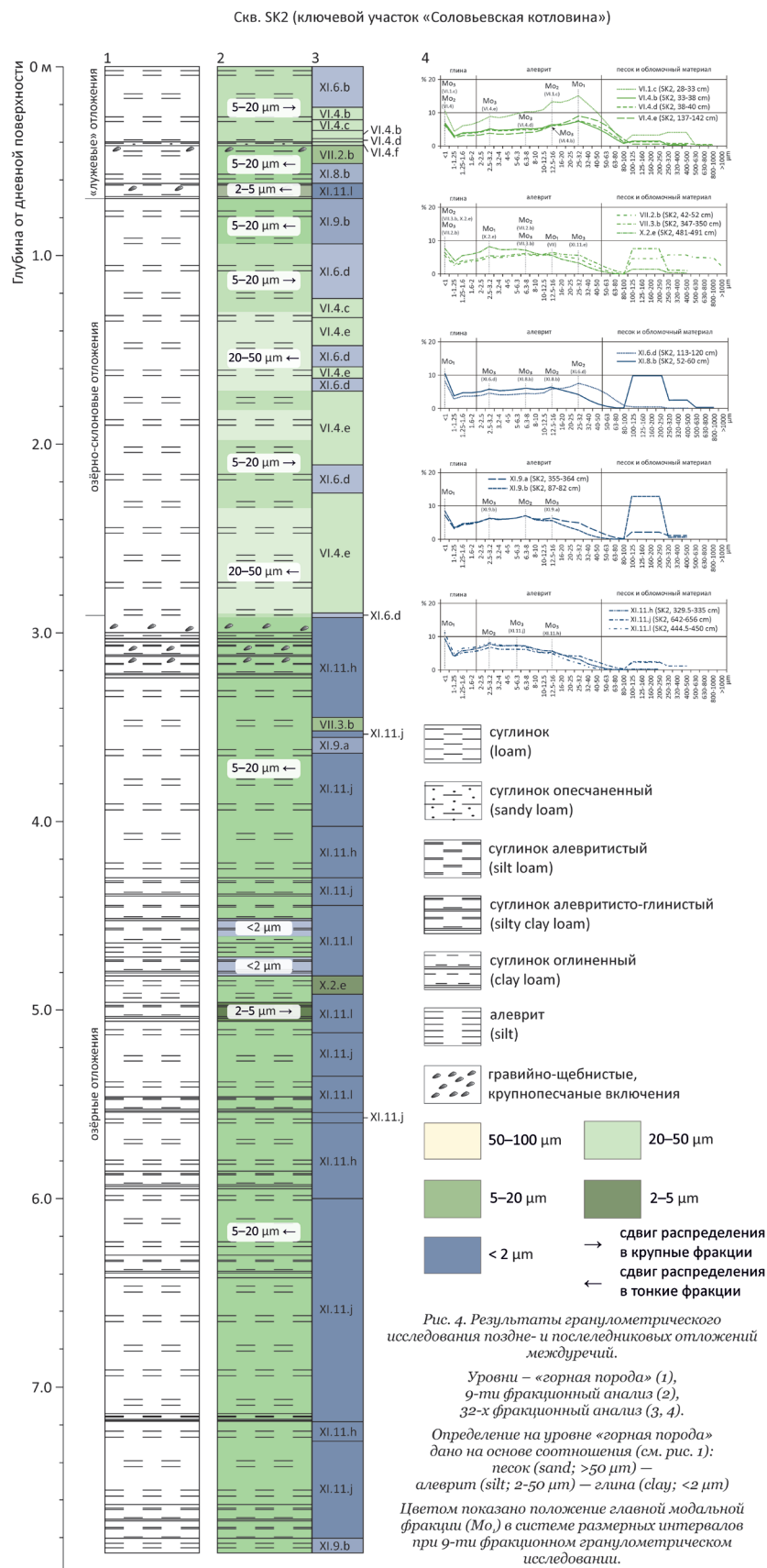


Рис. 3. Результаты градилометрического исследования поздних и последующих отложений междуручьи.

Уровни – «горная порода» (1), 9-ти фракционный анализ (2), 32-х фракционный анализ (3, 4).

Определение на уровне «горная порода» дано на основе соотношения (см. рис. 1): песок (sand); >50 μm – леврит (silt); 2–50 μm – глина (clay); <2 μm

Цветом показано положение главной модальной фракции (M_0) в системе размерных интервалов при 9-ти фракционном градилометрическом исследовании.



(Романовский, 1977).

Работа с большим массивом численных данных, полученных в результате проведения гранулометрического анализа, на начальном этапе заключается в определении рыхлой осадочной горной породы (уровень — «горная порода»), в том числе смешанного типа (суглинков, супесь и пр.), базирующемся на соотношении трёх параметров: песок — алеврит — глина. В условиях близких и/или единых по составу питающих провинций и сходных физико-динамических условий формирования осадочных толщ, подобное определение не дает существенных результатов для целей стратиграфии и корреляции. Из анализируемой базы данных 95 % образцов вне зависимости от их положения в разрезах и генетической принадлежности относятся к различным вариациям суглинков, при этом 67 % от всех образцов — к суглинку алевритистому (рис. 2).

Дальнейший анализ требует разделения рыхлого материала на дробные фракции. Малофракционное гранулометрическое исследование, к сожалению, не позволяет достичь высокого уровня детализации результатов. На примере модельных разрезов показано, что опираясь на преобладающую фракцию и сдвиг распределения в крупно- или тонкодисперсную составляющие, возможно решение ряда довольно тривиальных задач. Основные из них — уточнение литологических границ; общее расчленение однородных геологических и почвенных тел, что особенно актуально для «типичных покровных суглинков» (рис. 3, скв. 23versh, 0–185 см) или мощных озёрных толщ (рис. 4, скв. SK2, ниже 292 см); оценка общей динамической активности и её вариабельности на этапах седиментации

(рис. 4, скв. SK2, 0–292 см, озёрно-лужевые и озёрно-склоновые осадки); помощь в выделении почвенных горизонтов различной степени сохранности и пр.

Однако крупномасштабные палеогеографические работы с генетически сложно построенными, характеризующимися явными и, наоборот, скрытыми текстурными, химическими и петрографо-минералогическими особенностями, и вариабельными по уровню гипергенетических преобразований, требуют большей детализации результатов аналитических исследований. На помощь здесь может прийти модальный анализ распределений гранулометрического состава. В связи с тем, что песчаные и обломочные частицы в образцах, входящих в базу данных, встречаются в чрезвычайно различных процентных содержаниях, а на границе 100 μm меняется технология исследования, основное внимание в предложенном алгоритме уделено «поведению» глинистых, алевритовых и тонкопесчаных частиц.

На основании выделения в интервале < 100 μm глобальных максимумов (главная мода, Mo1) образцы разделены на 11 классов (римские цифры в обозначении слоёв на рис. 2–4). Классу I соответствует главная мода во фракции 80–100 μm , классу XI — во фракции < 1 μm . Наиболее представительными оказались классы XI (65.5 % образцов) и VI (Mo1 — 25–35 μm ; 20 %). Прочие классы включают в себя от 4.4 до 0.1 % образцов. Их подтверждение нуждается в расширении базы данных.

Каждый класс разделён на подклассы по положению второго по величине локального максимума (Mo2; арабские цифры в обозначении слоёв на рис. 2–4). В классе VI выделено четыре подкласса, самыми представи-

тельными из которых оказались VI.1 ($M_{02} = 12.5-16 \mu m$) и VI.4 ($M_{02} < 1 \mu m$). Класс VI.1 равномерно характеризует генетически разнородные отложения. Класс VI.4 — преимущественно верхние части толщи «типичных покровных суглинков» и продукты их склонового переноса. В классе XI выделено самое большое количество подклассов — одиннадцать. Наиболее представительные: XI.6 ($M_{02} = 25-32 \mu m$) и XI.11 ($M_{02} = 2.5-3.2 \mu m$). Класс XI.6 генетически аналогичен классу VI.4, что показывает вариабельность покровных лёссовидных отложений, в то время как при средне- и мелкомасштабных исследованиях их, как правило, объединяют в единую монотонную толщу. Класс XI.11 в большой мере свойственен разновозрастным озёрным осадкам, реже — перемытой толще моренного материала московского возраста либо нижним слоям «типичных покровных суглинков».

Среди прочих по представительности базы данных (более 2 % от общего числа образцов) выделяются подклассы:

- II.1 — $M_{01} = 63-80 \mu m$, $M_{02} < 1 \mu m$, среднеплейстоценовые ледниковые и водно-ледниковые отложения и продукты их позднеплейстоценовой переработки;
- III.2 — $M_{01} = 50-63 \mu m$, $M_{02} < 1 \mu m$, среднеплейстоценовые ледниковые и водно-ледниковые отложения и продукты их позднеплейстоценовой переработки, минеральная матрица биогенных и озёрно-болотных осадков;
- IV.6 — $M_{01} = 40-50 \mu m$, $M_{02} < 1 \mu m$, позднеплейстоценовые склоновые низкоэнергетические накопления и минеральная (в т.ч. перемещённая) матрица биогенных и озёрно-болотных осадков;
- XI.8 — $M_{01} < 1 \mu m$, $M_{02} = 12.5-$

$16 \mu m$, генетически разнородные отложения, в т.ч. «типичные покровные суглинки», озёрные и озёрно-биогенные осадки и пр.

Отмечается приуроченность вторых по величине локальных максимумов преимущественно к фракциям (по мере уменьшения): $2.5-3.2 \mu m$, $< 1 \mu m$ и $25-32 \mu m$.

В случае необходимости проведения максимально детальной стратификации осадочных толщ подклассы можно разделить по третьему по величине локальному максимуму (M_{03}) на группы (буквы в обозначении слоёв на рис. 2–4). В рамках исследуемой базы данных в каждом подклассе выделяется от одной до двенадцати групп. При этом в 9 % образцов M_{03} в диапазоне менее $100 \mu m$ отсутствует. Чаще всего M_{03} приходится на фракции $2.5-3.2$ и $12.5-16 \mu m$ (48.8 и 16.6 % соответственно).

Интересные результаты показывает модальный гранулометрический анализ толщ междуречных покровов, проведённый после предварительной обработки образцов 10 %-ной соляной кислотой с целью удаления новообразований карбонатного типа (рис. 3, ключевой участок «Гнездилово»). В результате подобной пробоподготовки кардинально изменяется класс гранулометрического распределения и вариабельность механического строения толщи рыхлых отложений. Основные изменения касаются снижения содержания тонкодисперсной составляющей ($< 12.5(10) \mu m$). Исследователь получает возможность работы с «чистым» литологическим материалом, когда гранулометрический анализ с высокой долей достоверности за физико-динамические условия конечной седиментации.

Выводы. Таким образом, типизация гранулометрических распределений с целью

проведения детального изучения толщ рыхлых осадков в целях составления обобщённого «портрета» генетических типов отложений и почвенных тел для регионов со сходным палеогеографическим развитием, стратиграфии и корреляции представляется жизненноспособной и перспективной для различных масштабов исследований. Однако анализ данных о механическом составе на уровнях определения типа горной породы и с малого количества фракций подробных выводов сделать не позволяет. Требуется постадийное рассмотрение локальных максимумов гранулометрических распределений, т.е. проведение модального анализа. Он подразумевает типизацию рыхлых отложений на основании выделения глобального (мода Мо1) и 2–3-х локальных (Мо2 и Мо3) максимумов.

В рамках анализируемой базы данных, включающей переработанные среднеплейстоценовые ледниковые, водно- и озёрно-ледниковые осадки, материал заполнения эрозионных форм и озёрных котловин, позднеплейстоценовый и голоценовый полигенетический чехол междуречий, в т.ч. «типичные покровные суглинки», и почвенные тела, можно выделить ряд модальных фракций, воспроизводящихся с высокой долей постоянства. К подобным фракциям вне зависимости от класса, подкласса или группы гранулометрических распределений относятся размерные интервалы: $< 1 \mu\text{m}$, $2.5\text{--}3.2 \mu\text{m}$, $12.5\text{--}16 \mu\text{m}$ и $25\text{--}32 \mu\text{m}$; реже — интервалы в пределах $40\text{--}80 \mu\text{m}$.

Модельные разрезы показывают положительные результаты применения модального анализа как алгоритма стратификации монотонных или псевдомонотонных литологических толщ, позволяя выделить слои, маркирующие редуцированные почвенные

горизонты, уровни развития полигонально-трещинной криогенной сети, концентрации следов гипергенетических изменений и пр.

Исследование выполнено в рамках выполнения работ по гранту РФФИ № 19-77-10061, тем госзадания АААА-А16-11632810089-5, АААА-А19-119021990091-4. Анализатор Fritsch ANALYSETTE 22 NanoТес закуплен по программе развития МГУ имени М.В. Ломоносова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Батурин В. П. (1947) *Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам*. М.: Изд-во АН СССР. 335 с.

Безуглова О. С., Болдырева В. Э., Морозов И. В. и др. (2022) *Интерпретация результатов гранулометрического анализа почвы в разных школах почвоведения*. Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 2. С. 36–46.

Блохин А. Н., Шеин Е. В., Милановский Е. Ю. (2010) *Характеристика гранулометрического и агрегатного составов почв северной части ареала черневой тайги Кузнецкого Алатау с использованием параметров вероятностных функций*. Вестник Томского государственного университета. Биология. № 2 (10). С. 7–18.

Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. (1961) *Методы определения физических свойств почв и грунтов (в поле и лаборатории)*. М.: Высшая школа. 344 с.

ГОСТ 25100-2020 (2021) *Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация*. Soils. Classification [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174302> (дата обращения:

июнь, 2022)

Качинский Н.А. (1965) *Физика почвы: Учебник для студентов университетов*. Т. 1. М.: Высшая школа. 324 с.

Методические указания по дробному гранулометрическому анализу седиментационным способом (с применением гидравлического седиментатора ГС-1) (1989) Под ред. К.К. Гостинцева. Л.: ВНИГРИ. 181 с.

Палеогеографические методы исследований (2012) Под. ред. И.А. Каревской, А.В.Панина. М.: Географический факультет МГУ. 200 с.

Романовский С.И. (1977) *Седиментологические основы литологии*. Л.: Недра. 408 с.

Шейн Е.В. (2009) *Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций*. Почвоведение. № 3. С. 309–317.

Шеремецкая Е.Д. (2008) *Лазерная гранулометрия: принцип, сравнение с классическими методами и применение для фациального анализа аллювиальных отложений*. Общие экологические и инженерные аспекты изучения гидрологических, русловых и эрозионных процессов: сб. статей. М.: МГУ. С. 317–326.

Шеремецкая Е.Д., Каревская И.А., Самусь А.В. и др. (2022) *Новые данные о стратиграфической значимости разреза «Черемошник» (Ярославская область)*. Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 4. С. 88–100.

Юдина А.В., Фомин Д.С., Валдес-Коровкин И.А. и др. (2020) *Пути создания классификации почв по гранулометрическому составу на основе метода лазерной дифракции*. Почвоведение. № 11. С. 1353–1371. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20110143>

Япаскурт О.В. (2016) *Литология. Учебник*. М.: Инфра-М. 359 с.

Garankina E.V., Belyaev V.R., Shorkunov I.G. et al. (2019) *Lake sedimentation as an agent of postglacial transformation of interfluvial and fluvial landscapes of the Borisoglebsk Upland, Central European Russia*. Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences. Iss. 381. P. 13–20. <https://doi.org/10.5194/piahs-381-13-2019>

ISO 14688-1:2017(E) (2017) *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 1: Identification and description* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/66345.html> (дата обращения: июнь, 2022)

Krumbein W.C. (1934) *Size Frequency Distribution of Sediments*. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 4. No. 2. P. 65–77. <https://doi.org/10.1306/D4268EB9-2B26-11D7-8648000102C1865D>

Passega R., Byramjee R. (1969) *Grain-size image of clastic deposits*. Sedimentology. Vol. 13. Iss. 3-4. P. 233–252. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1969.tb00171.x>

Soil Texture Calculator. URL: <https://www.nrcs.usda.gov/resources/education-and-teaching-materials/soil-texture-calculator>. (дата обращения — 01.06.2023).

Soil Survey Manual (2017) United States Department of Agriculture. Handbook No. 18. 639 p.

Wentworth C.K. (1922) *A scale of grade and class terms for clastic sediments*. The Journal of Geology. Vol. 30. No. 5. P. 377–392. <https://doi.org/10.1086/622910>

World Reference Base for Soil Resources International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition (2022) IUSS Working Group WRB. International Union of Soil Sciences (IUSS). Vienna, Austria. 236 p.

Научное издание

Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири.
Материалы Всероссийской научной конференции.
Ростов Великий, 25–26 августа 2023 г.

Утверждено к печати Ученым советом Института географии РАН

Редакционная коллегия:

Александр Олегович Макеев (МГУ имени М. В. Ломоносова),
Андрей Валерьевич Панин (ИГ РАН),
Дмитрий Александрович Субетто (РГПУ им. А. И. Герцена)

Редакция, вёрстка:

Елена Дмитриевна Шеремецкая (ИГ РАН)

Рецензенты:

проф., д.г.н. Сергей Иванович Болысов (МГУ имени М. В. Ломоносова)
проф., д.г.н. Алексей Владимирович Чернов (МППУ)

Электронное издание

Усл.-печ. Л. 24

https://vk.com/quaternary_science

<https://web.telegram.org/a/#-1729705721>

<http://eg.igras.ru/ru/quarternea2023/>

ISBN 978-5-89658-069-0