

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛЕДНИКОВЫХ МОРФОЛИТОСТРУКТУР ПОДМОСКОВЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Н.Г. Судакова¹, С.С. Карпухин², А.Е. Алтынов³

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, ng.sudakova@mail.ru

²Акционерное Общество «Научно-исследовательский институт точных приборов», Москва, Россия, stanislav_karp@mail.ru,

³Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК) Москва, Россия, alt010149@yandex.ru,

Проанализированы результаты комплексных исследований опорных разрезов Подмосковья и материалы изучения ледниковых морфолитоструктур с привлечением аэрокосмических данных, что позволило сделать выводы по ледниковой стратиграфии, геоморфологии и палеогеографии региона. В Северном Подмосковье выделяются маркирующие горизонты днепровской, московской и калининской морен. Выявленные ди-агностические критерии строения и состава позволяют достоверно их распознавать и коррелировать в пределах центрального региона. Воссозданы расположение и конфигурация элементов инфраструктуры разновозрастных краевых зон московского и калининского ледниковых покровов, уточнены границы их максимального распространения и стадий ареальной дегляциации.

Ключевые слова: оледенение, краевая зона ледника, морфолитоструктуры, ледниково-денудационный рельеф, гляциодинамические нарушения, минералогическая ассоциация, цифровая модель рельефа.

Сложный комплекс ледниковых морфолитоструктур широко представлен на Клинско-Дмитровской возвышенности. Разновозрастные краевые образования, фиксирующие стадии подвижек московского и калининского оледенений, оказали большое влияние на геоморфологический облик и особенности строения четвертичного покрова территории Московского региона. Актуальность комплексного палеогеографического анализа краевых ледниковых зон определяется дискуссионностью вопросов диагностики и динамики стадияльных образований при имеющих место стратиграфических разногласиях и неоднозначной трактовке границ распространения московского и калининского оледенений [Алексеев и др., 1997; Разрезы..., 1977; Лазуков и др., 1982; Московский ледниковый..., 1982; Реконструкция..., 2008 и др.]. Несмотря на представительность изученных разрезов плейстоценовых отложений и полученные репрезентативные данные анализов, до сих пор не нашел однозначного решения ряд насущных проблем. Это касается признания самостоятельности днепровского и московского оледенений;

нет единогласия в вопросе проведения границ распространения разновозрастных оледенений и их стадий; не нашла всеобщего признания масштабность калининского оледенения в Верхневолжском бассейне. В итоге периодически обновляемые региональные стратиграфические схемы, составленные разными авторами, в отдельных, но существенных деталях не согласуются между собой. Особое значение приобретает реконструкция морфолитоструктур краевой зоны и границ максимального распространения калининского оледенения.

Проведенные детальные комплексные исследования опорных разрезов Подмосковья и новые материалы изучения ледниковых морфолитоструктур с привлечением аэрокосмической информации позволяют более обоснованно подойти к реконструкции ледниковых событий неоплейстоцена. Они дают дополнительную информацию для уточнения границ распространения и динамики последнего для данного региона калининского оледенения и детализации элементов инфраструктуры разновозрастных краевых зон в целях уста-

новления палеогеографических закономерностей ледникового морфолитогенеза.

В связи с изложенным были определены непосредственные задачи исследования. Они состоят в следующем: а) оптимизация методики дешифрирования морфолитоструктуры краевых зон оледенений с использованием преимуществ цифровой модели рельефа, созданной с использованием аэрокосмической информации; б) обоснование стратиграфической основы палеогеографических реконструкций в регионе; в) синтезирование литолого-геоморфологической характеристики морфолитосистем; г) реконструкция инфраструктуры краевых ледниковых зон северного Подмосковья на основе комплексного палеогеографического анализа; д) уточнение дислокации и конфигурации ледниковых морфоструктур с помощью цифровой модели рельефа.

В процессе обобщений использованы результаты многолетних комплексных исследований [Реконструкция..., 2008 и др.] и новые материалы палеогеографических реконструкций [Судакова, Карпухин, Алтынов, 2014]. Благодаря полученным и обновляемым фактологическим данным создаются необходимые условия для реализации поставленных задач.

Клинско-Дмитровская ледниково-денудационная возвышенность, характеризующаяся преимущественно холмисто-грядовым ледниковым рельефом с а.о. 250–280м., крутым северным уступом обращена к Верхневолжской низине, а с юго-востока окаймляется аллювиально-зандровой равниной. Средние отметки коренного цоколя останцово-возвышенности составляют 150–200м. У северного подножья гряды прослеживается древняя погребенная долина с переуглублением русла ниже отметки 50м. Особенности рельефа коренных пород (таких, как карбоновое плато на западе области и мезозойской возвышенной равнины в центре и на востоке) предопределили положение главных ледоразделов Ладожского ледникового потока и его радиальную структуру и динамику: расположение срединных и угловых массивов, разделяющих ледниковые лопасти и языковые бассейны, ложбины стока ледниковых вод и другие элементы инфраструктуры краевых образований (рис. 1).

На северных склонах Клинско-Дмитровской гряды создавались оптимальные условия для развития гляциодинамических нарушений в условиях напора наступающего ледника, а также благоприятная обстановка для формирования зоны разгрузки влекомого обломочного материала при снижении скоростей движения и накопления аккумулятивных гряд. Гляциодинамические факторы играют важную роль в процессе ледового мор-

фолитогенеза [Лаврушин, 1976]. Под влиянием гляциодинамических факторов в определённых условиях формируется чешуйчато-надвиговая структура ледникового покрова, что отражается в чешуйчатом строении напорных морен и радиальной дифференциации ледниковых лопастей. При этом активизация экзарационно-аккумулятивной деятельности периферического ледникового покрова зависит от особенностей доледникового рельефа.

Характерным примером может служить гляциальная обстановка на северной окраине Клинско-Дмитровской гряды (рассматриваемая территория выделена желтым прямоугольником на рис. 6), где в условиях максимальной динамической напряжённости чешуйчато-надвиговые подвижки льда сопровождалась продольными (по ходу движения) разломами/разрывами (рис. 2). Последние приурочены, как правило, к унаследованным радиально-ориентированным понижениям подстилающей поверхности и участкам древних долин. Впоследствии при отступании края ледника эти сектора осваивались языковыми бассейнами и тальми ледниковыми водами (см. рис. 1).

На фоне литоморфоструктур воссоздана потоковая структура московского и калининского ледниковых покровов [Судакова, 2005]. Московский регион расположен в основном в сфере влияния Ладожского потока – его восточных ответвлений, контролирующих западные сектора Фенноскандии, кристаллические породы которой богаты гранатом, цирконом, турмалином и другими акцессорными минералами. И только северо-восточная окраина Московской области к востоку от Краснохолмско-Загорского ледораздела тяготеет к Онежскому потоку, поставлявшему в изобилии амфиболы, пироксены и другие руководящие минералы. Таким образом, крупные ледоразделы разграничивали сферы влияния различных секторов Скандинавской питающей провинции. К «островным» доледниковым возвышенностям и срединным массивам приурочены ледоразделы низших порядков: Селижарово-Мятлевский, Рузо-Малоярославецкий, Чисмено-Вороновский, Теплостанский, – регулирующие направление движения потоков вещества через транзитные питающие провинции. С учетом замеров ориентировки обломков в морене реконструированы направления движения вдоль ледниковых лопастей: Исменской, Истринской, Яхромско-Яузской, Верхнедубнинско-Шернинской. (см. рис. 1) В соответствии с маргинальной и радиальной структурой покрова обособлены гляциодепрессии: Ламская, Пахринско-Москворецкая, Нерльская.

В числе элементов маргинальной структуры выделяются стадильные и фазильные краевые

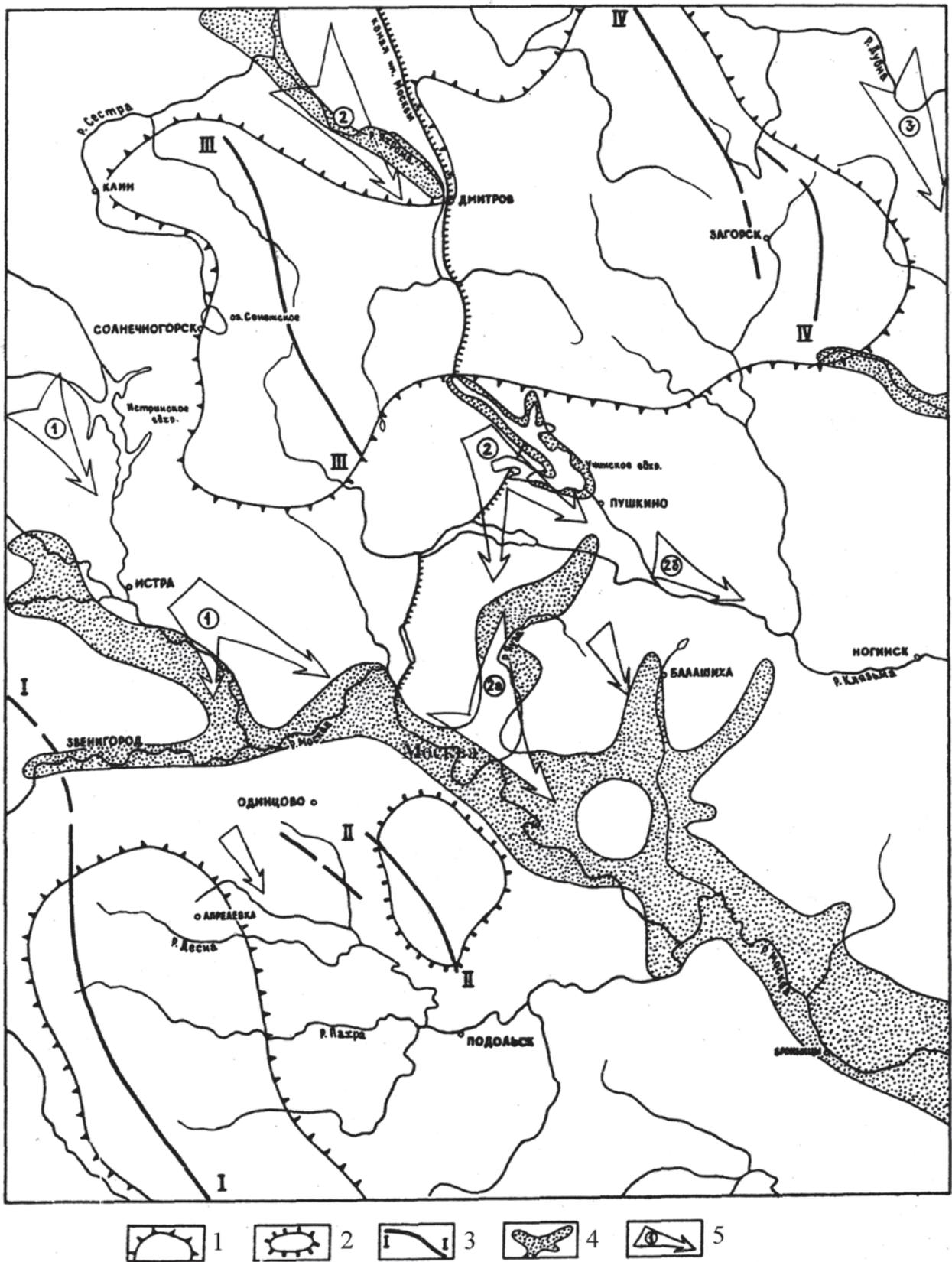


Рис. 1. Радиальная структура московского ледникового покрова Подмосковья.
 I – «островные» возвышенности; 2 – срединные массивы; 3 – линии ледоразделов: I – Чименско-Вороновский, II – Тепло-
 станский, III – Клинско-Сходненский, IV – Бежецко-Загорский; 4 – древние речные долины (ниже 120м а.о.); 5 – направления
 движения ледниковых потоков (1 – Истринского, 2 – Яхромско-Яузского, 3 – Верхнедубинского).

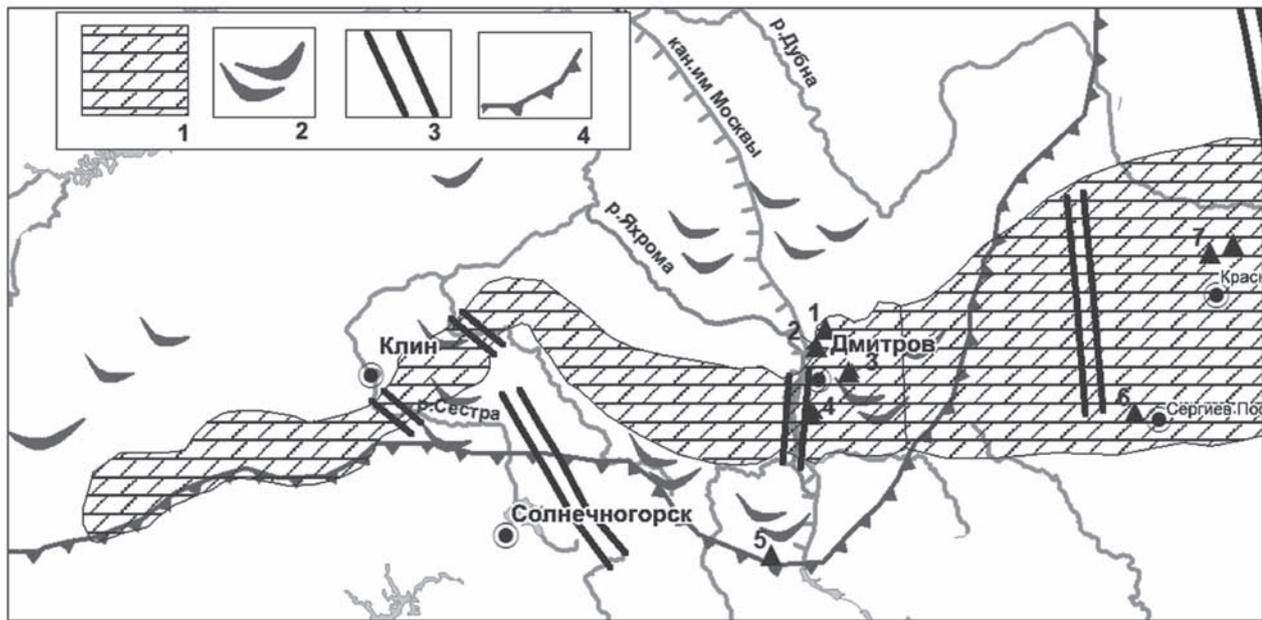


Рис. 2. Краевая гляциодинамическая ледниковая зона на северном склоне Клино-Дмитровской гряды
 1 – краевая зона калининского оледенения; 2 – конечно-моренные гряды; 3 – линии предполагаемых разломов/разрывов на краю ледникового покрова; 4 – граница калининского оледенения. Местоположение карьеров и опорных разрезов: 1) Кирпичный завод; 2) Мясокомбинат; 3) Борисова Гора; 4) Дачное; 5) Спас-Каменский; 6) Сергиев Посад; 7) Кунья.

образования. При диагностике разновозрастных краевых зон существенную роль играет анализ четвертичного покрова (мощностью от 10 до 50 м) и обоснованность стратиграфических построений. Большое значение для решения вопросов стратиграфического расчленения среднего и позднего неоплейстоцена данного региона имеют детально изученные опорные разрезы [Лазуков и др., 1982; Судакова и др., 1997; Реконструкция..., 2008]. В результате проведенных комплексных исследований опорных разрезов (в окрестностях г. Дмитрова, нас. пп. Дачное, Клусово, Ольгово, а также Спас-Каменского под Икшей, на р. Кунье Загорская ГАЭС и др.), на основе согласующихся литологических, биостратиграфических и геохронологических данных была доказана стратиграфическая позиция среднеплейстоценовых и позднеплейстоценовых маркирующих горизонтов [Реконструкция..., 2008]. Принципиальная позиция в отношении признания в регионе калининского оледенения (МИС 4) основывается на том, что поверхностная морена мощностью до трех метров в окрестностях г. Дмитрова перекрывает микулинский торфяник [Боярская и др., 1983]. По серии ТЛМ-датировок эта морена имеет возраст порядка 80–94 т.л., а перекрывающие её лёссовидные суглинки – около 40 т.л. [Судакова и др., 1997].

Новые материалы комплексных ПГ исследований, полученные в пределах Клино-Дмитровской возвышенности, позволяют более

обоснованно подойти к расчленению четвертичной толщи Подмосковья. Они дают дополнительную информацию для решения проблемы множественности оледенений, а также для уточнения границы распространения последнего для данного региона оледенения. В этом отношении большой интерес для стратиграфии региона представляют вскрываемые толщи четвертичных отложений в окрестностях г. Дмитрова. Сводная колонка Дмитровского разреза составлена на основе сопоставления конкретных разрезов, описанных в стенках карьеров: Дачное, у мясокомбината, урочища Табор, Борисова Гора, у кирпичного завода (рис. 3). Эти обследованные местонахождения приурочены к восточному ответвлению древней Яхромско-Дмитровской ложбины. По условиям залегания, особенностям строения и состава выделяются 7 разновозрастных толщ, включающих 10 слоев (снизу вверх): 1) подморенные пески, 2) прослой темно-коричневого моренного суглинка (днепровского), 3) мощная сложно построенная межморенная гравийно-песчаная пачка аллювиальных отложений, 4) опесчаненная московская морена преимущественно плитчатой текстуры (при наличии сланцеватой и чешуйчатой) мощностью до 10 м, 5) переслаивание озёрных супесей, суглинков, торфянистых гиттий, торфа времени микулинского межледниковья, 6) завалуненная верхняя красновато-бурая калининская морена средней мощности 1–3 м, 7) лёссовидные безва-

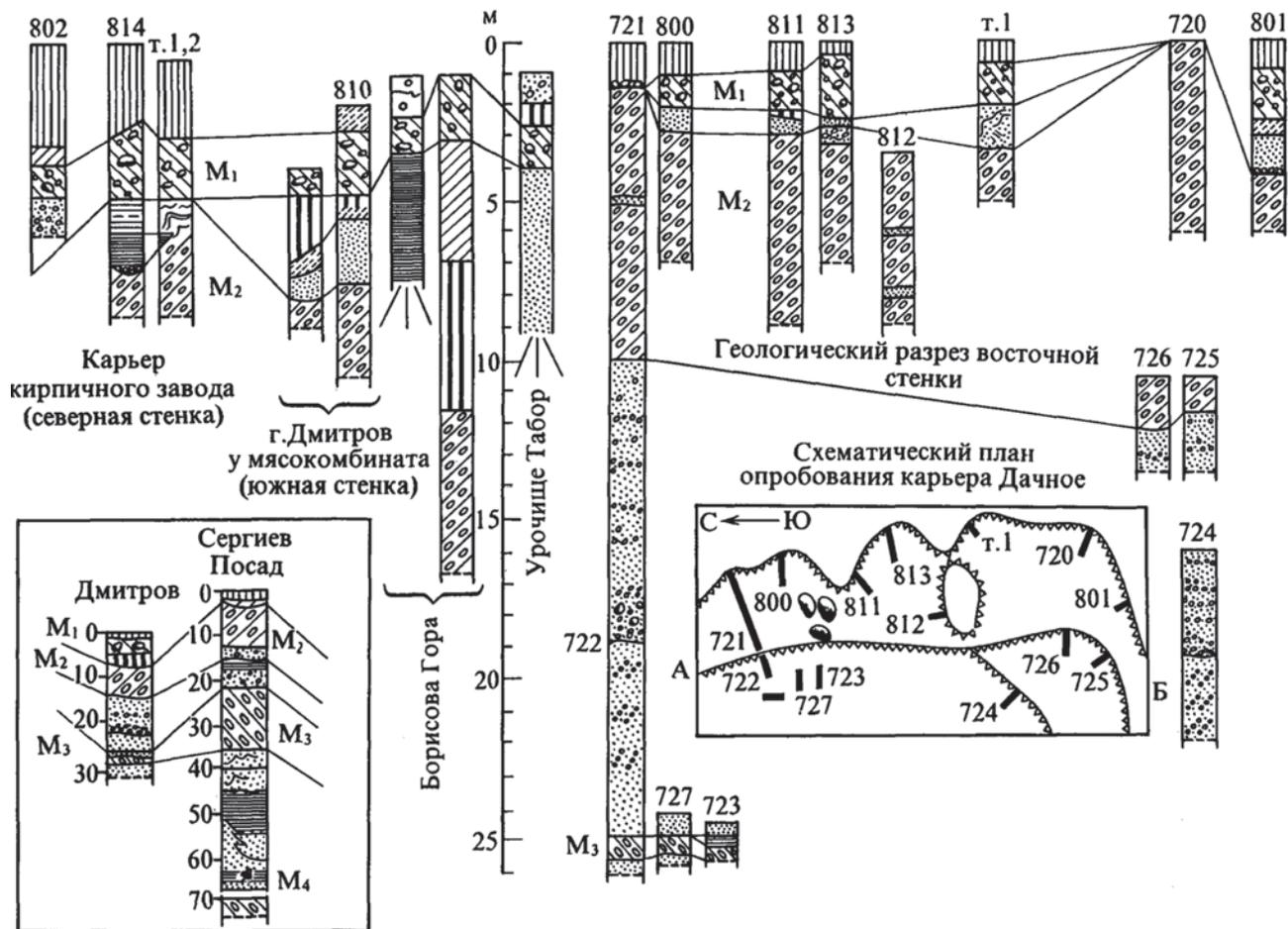


Рис. 3. Строение разрезов неоплейстоценовых отложений в окрестностях г. Дмитрова. Разновозрастные морены: М1 – калининская, М2 – московская, М3 – днепро́вская

лунные суглинки. Выявлены специфические особенности вещественного состава каждого горизонта морен – различия в текстурах, структуре заполнителя, морфоскопии зёрен, в минералогических и петрографических спектрах из гравийных, крупно- и мелкопесчаных фракций [Боярская и др., 1983; Судакова и др., 1997].

Для установления следов позднеплейстоценового оледенения в северном Подмоскowie принципиально важна объективная палеогеографическая интерпретация торфяника на окраине г. Дмитрова у мясокомбината и в урочище Борисова Гора. Здесь под двухметровой покровной мореной вскрываются слоистые супесчаные осадки с прослоями органогенного материала и мощной линзой торфа, который прослеживается по простиранию на 30–40 м. Его микулинский возраст подтверждается повторным спорово-пыльцевым анализом [Боярская, Крамаренко, Судакова, 1983]. Установленный межледниковый характер растительности во время накопления подстилающих верхнюю морену отложений дает надёжное осно-

вание для отнесения последней к самостоятельному калининскому оледенению.

Нижний возрастной предел этого ледникового горизонта определяется термолюминесцентной (ТЛ) датировкой 123 ± 7 тыс. лет (ТЛМ-322) подстилающей морену песчаной толщи [Судакова и др. 1997]. Сходные результаты абсолютного датирования получены независимым методом оптически стимулированной термолюминесценции [Алексеев и др., 1997]. Калининской морене присущи: красновато-бурая окраска, обилие гравийных и мелкогалечных включений, четко выраженная плитчатая текстура, свидетельствующая о принадлежности к фации основной морены, высокая (до 68%) опесчаненность, наличие характерных новообразованных агрегатов с железисто-марганцовистым цементом.

Совместное нахождение в одном разрезе трёх моренных горизонтов (днепровской, московской, калининской), разделённых межледниковыми осадками, чёткие стратиграфические взаимоотношения между ними (см. рис. 3) и достаточно

выразительные литолого-минералогическая и спорово-пыльцевая характеристики толщ ставят Дмитровский разрез в разряд эталонного для стратиграфических построений и палеогеографических реконструкций в части среднего и позднего плейстоцена. Установленные особенности строения и состава ледниковых и межледниковых горизонтов приобретают корреляционное значение.

Близлежащий разрез Спас-Каменского карьера в окрестностях г. Икши хорошо дополняет Дмитровский, имея много общего в стратификации горизонтов. Здесь также фиксируются три разновозрастные моренные толщи, разделённые межморенными слоями (рис. 4). Серия ТЛ-датировок, полученных из разных пластов, в совокупности с контрастной минералогической характеристикой подтверждает разновозрастность трех ледниковых горизонтов [Судакова и др., 1997]. Достоверная термолюминесцентная датировка 94 ± 9 тыс. лет (ТЛМ-328) из песка в подошве верхней морены подтверждает её позднплейстоценовый возраст. По сумме литолого-геологических данных она сопоставима с калининской мореной под Дмитровым. Сама моренная супесь имеет датировку около 88 тыс. лет, что хорошо согласуется с результатами по Дмитровскому разрезу. Покровные лессовидные суглинки, перекрывающие морену, датируются поздним валдаем – 42 и 24 тыс. лет.

Серия из пяти датировок второй от поверхности московской морены мощностью от 2 до 7 м располагается в интервале 154–196 тыс. лет. Возраст более мощной (10–12 м) днепровской морены, судя по полученным ТЛ датам, не моложе 280 тыс. лет. Следовательно, от конца днепровского до начала московского оледенения прошло не менее 100 тыс. лет, что не противоречит представлениям о самостоятельности этих двух среднплейстоценовых оледенений [Судакова, 2005].

Таким образом, литолого-минералогические характеристики отложений северного склона центральной части Клинско-Дмитровской гряды в сочетании с биостратиграфическими данными, подкрепленными серией ТЛ дат, – позволяют уверенно подразделять здесь ледниковый комплекс на самостоятельные горизонты: днепровский, московский, калининский. Наиболее уверенно по комплексу признаков коррелируются маркирующие среднплейстоценовые ледниковые горизонты. Граница максимального продвижения в этом секторе калининского оледенения устанавливается по Яхромскому ледниковому языку, продвигавшемуся вдоль сквозной прadolины р. Яхромы, внедряясь в северное подножье возвышенности.

Большим своеобразием отличается строение новейших отложений во вновь открытом и впервые изученном представительном разрезе, вскры-

ваемом в долине р. Куньи левого притока р. Дубны в 20 км к СВ от г. Сергиев-Посад. на территории проектируемой ГАЭС. В гигантском котловане нижнего бьефа и в каскаде более мелких карьеров в верхнем створе сооружений открывались уникальные возможности для наблюдения в свежей стенке выемки высотой около 70 м сложенную пятидесятиметровую толщу неоплейстоценовых отложений, залегающую на меловых песках (рис. 5).

Чётко прослеживаются стратиграфические взаимоотношения горизонтов, характер их контактов, фациально-генетические переходы. В строении этого интереснейшего разреза принимают участие не менее семи разновозрастных разнотипических пачек отложений, включающих 11 слоев. Три маркирующие моренные горизонта перемежаются с межморенными песчано-глинистыми осадками. Верхняя красно-бурая морена монолитной текстуры мощностью 7–10 м и вторая сверху тёмнокоричневая морена с отторженцами и гляциодислокациями мощностью 10–20 м, как правило, разделены песчано-гравийными отложениями неравномерной мощности (от 2-х до 10-и метров). По условиям залегания, цвету, текстурным особенностям, соотношению местных и эрратических компонентов минералогического и петрографического спектра верхняя морена ассоциируется с московской, а нижележащая сходна с днепровской.

Особую определенность в стратиграфические построения вносят результаты палинологического анализа двенадцатиметровой пачки аллювиальных и озерных осадков, подстилающих днепровскую морену [Боярская и др., 1983]. Особенности спорово-пыльцевых спектров (богатство флоры, наличие некоторых реликтовых элементов, присутствие хвойных пород во время господства широколиственных, а также произрастание граба одновременно с пихтой) свидетельствуют о лихвинском возрасте вмещающих отложений, которые залегают гипсометрически ниже современного уреза рек. Таким образом, получены биостратиграфические доказательства среднплейстоценового возраста перекрывающей лихвинские слои днепровской морены. Маркирующие горизонты днепровской и вышележащей московской морен четко различаются по контрастной литолого-минералогической характеристике, что обусловлено кардинальной перестройкой палеогеографической обстановки ледникового литогенеза. Возраст древнейшей долихвинской морены здесь пока уточнить не удастся. Что касается калининской морены, то её следов на возвышенной северо-восточной части Клинско-Дмитровской гряды не обнаружено.

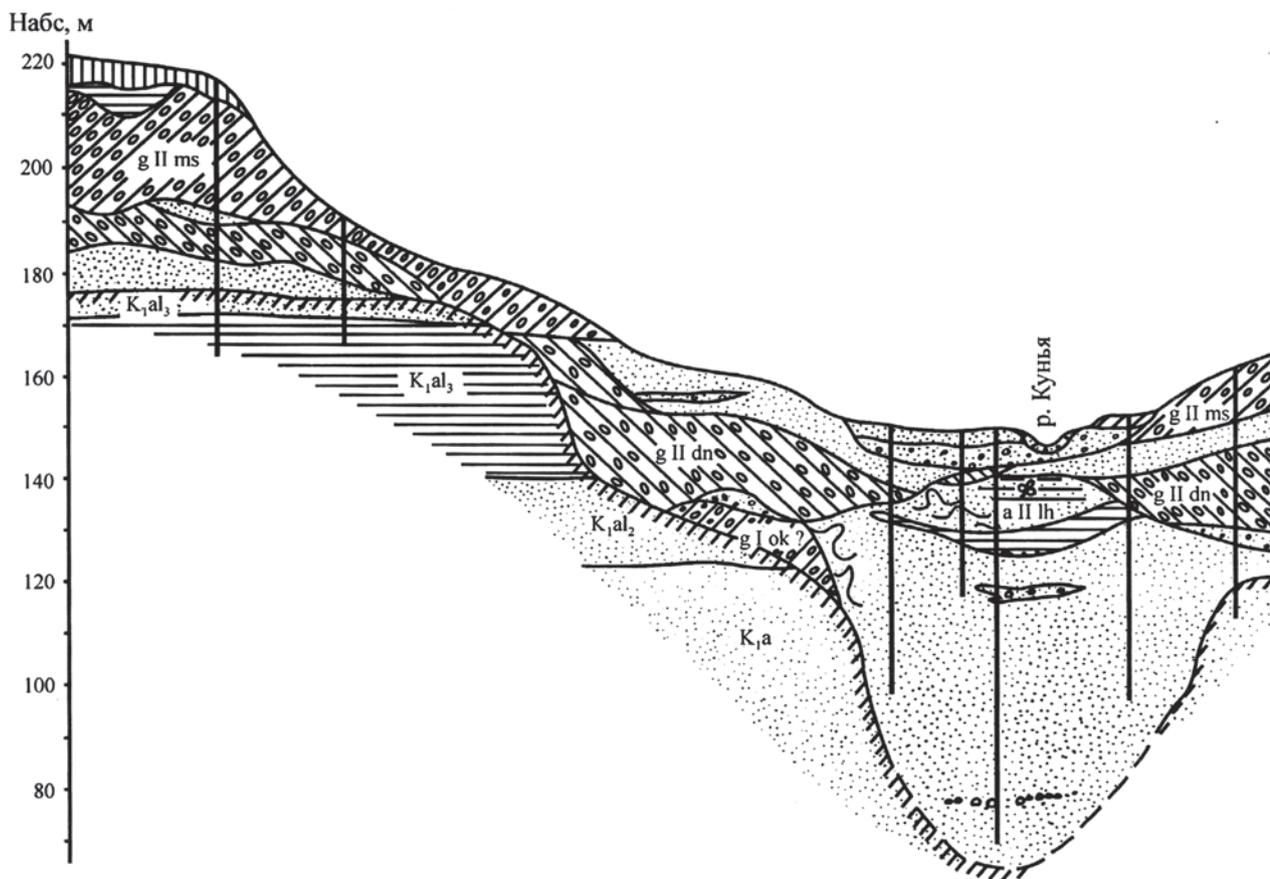


Рис. 5. Стрoение разрезoв неоплейстоценовых oтложений в долине р. Куньи.

Прoведенные исследования свидетельствуют o наличии на территории Клиньско-Дмитровской возвышенности четырех разновозрастных моренных горизонтов, различающихся между собой по литолого-минералогическим характеристикам. Так, третья от поверхности днепровская морена коричневатo-бурoй окраски и мощностью до 10–12 м, в отличие от московской и калининской, насыщена минералами из местных подстилающих пород и транзитных провинций – глауконитом, сидеритом, сульфидами, а также турмалином, ставролитом, ильменитом, дистеном. В спектре, как правило, доминируют гранат и эпидот. Московская рельефообразующая морена красноватых тонов и мощностью до 10 м более гравелиста. В её минералогическом составе доминируют дальнеприносные компоненты Балтийской питающей провинции – амфиболы и пироксены (до 25–44%), содержание которых почти вдвое превышает показатели днепровской морены, а гранат и эпидот занимают подчиненное положение (таблица). Минералогическую ассоциацию московской морены, четко отличающуюся от днепровской, можно определить как эпидот (10%) – гранат (18%) – роговообманковую (22%) при минимальном содержа-

нии минералов-индикаторов местных питающих провинций (см. таблицу). Калининская краснобурая опесчаненная морена выделяется повышенным содержанием руководящей роговой обманки, значительной ожезненностью заполнителя и особой морфоскопией терригенных зерен. В ней выявляется устойчивая триада руководящих минералов – гранат-дистен-ставролит.

Таким образом, минералогические спектры разновозрастных морен достаточно индивидуальны и различимы между собой. По сумме показателей третья от поверхности морена сопоставляется с днепровским горизонтом смежной территории; вышележащая морена по характерным показателям коррелируется с московским горизонтом центральных районов, а верхняя морена уверенно соотносится с калининским оледенением. При этом наблюдается тенденция направленной изменчивости минералогического состава морен вверх по стратиграфической колонке: от более древних к более молодым горизонтам возрастает доля дальнеприносных компонентов (в первую очередь скандинавской роговой обманки) за счет сокращения местного материала (см. таблицу). Эти диагностические литолого-минералогические по-

Таблица. Направленные изменения в содержании руководящих минералов в разновозрастных моренах Дмитровско-Московского округа (осреднённые данные, %)

| Возрастные подразделения морен | Выборка (количество проб) | Руководящие минералы | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------|--------|--------|
| | | Роговая обманка | Эпидот | Гранат |
| K1 | 7 | 26,5 | 15,2 | 17,9 |
| Ms | 102 | 22,4 | 9,9 | 18,9 |
| Dn | 46 | 17,6 | 7,8 | 16,9 |
| Ok | 10 | 13,9 | 7,5 | 12,5 |

казатели состава разновозрастных морен могут служить одним из корреляционных региональных признаков.

В связи с дискуссионностью вопроса о продвижении калининской морены в северное Подмосковье следует особо подчеркнуть совокупность установленных фактов и критериев её выделения: 1) залегание данного ледникового горизонта между покровными лёссовидными суглинками и озерно-болотными отложениями микулинского возраста; 2) достаточная (до 3м) мощность и текстурные признаки, свойственные фации основной морены; 3) сходные результаты абсолютного датирования, полученные различными методами – термлюминесцентным (ТЛ) [Судакова и др., 1997] и оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) [Алексеев и др., 1997]; 4) расположение опорных разрезов вдоль оси сквозной долины, унаследованной современной р. Яхромой, по которой в благоприятных условиях мог продвигаться язык калининского ледника. Свидетельство тому – система дугообразных конечно-моренных гряд, присутствие морен напора, гляциодислокаций, а также отторженцев в морене из микулинского торфяника. Граница максимального продвижения калининского оледенения здесь устанавливается по конфигурации Яхромского ледникового языка.

Для регионального и локального изучения морфогенеза наиболее значимым, с нашей точки зрения, ресурсом является цифровая модель рельефа, создаваемая по данным спутниковой радиолокационной съемки с борта многоцветного космического аппарата Shuttle. Эта модель рельефа, в научных кругах известная как SRTM, опубликована в [The shuttle radar., 2000] и характеризуется следующими параметрами: шаг сетки данных порядка 30 секунд дуги (60X90 метров для средних широт), а точность по высоте порядка 15 метров. Данная модель с необходимой для поставленной задачи детальностью отображает пластику и расчлененность дневной поверхности поздними эрозионными процессами (рис.6) [Судакова, Карпухин, Алтынов, 2014, Алтынов, Карпухин, 2015]. На

базе крупномасштабной цифровой модели рельефа детально воссоздана радиально-маргинальная гляциоморфоструктура разновозрастных краевых зон. Сопреженный палеогеографический анализ ледниковых морфолитосистем с привлечением аэрокосмической информации позволяет уточнить дислокацию элементов инфраструктуры разновозрастных краевых зон и установить закономерности развития ледникового морфолитогенеза (рис. 7 и рис. 8).

В сфере деятельности Ладожского ледникового потока реконструированы ледоразделы разного ранга: Кувшиново-Уваровский и Бежецко-Загорский, ограничивающие Ладожский сектор, а также ледоразделы низших порядков – Шаховско-Боровский, Волоколамско-Крестовский, Клинско-Сходненский и Теплостанский, разграничивающие гляциодепрессии, осваиваемые ледниковыми потоками, и направляющие движение ледниковых лопастей (Нарской, Истринской, Яхромской) и выводных языков (см. рис. 1). Среди элементов маргинальной структуры четко прослеживаются стадияльные и фазияльные краевые гряды и подпрудные бассейны, образующиеся в процессе ареальной дегляциации.

На карте-схеме (рис. 8) показана наиболее вероятная граница максимального продвижения калининского покрова вдоль северного подножья Клинско-Дмитровской возвышенности по сквозной прадолине р. Яхромы, что согласуется со стратиграфическими данными. К северу от этой геоморфологической границы протягиваются разрозненные аккумулятивные гряды, сложенные в полосе Клузово-Ольгово напорной мореной.

Таким образом, интерактивное гляциоморфологическое дешифрирование цифровой модели рельефа северного Подмосковья, созданной на основе данных специальной космической съемки, позволяет реконструировать инфраструктуру краевых ледниковых образований, уточнить границу максимального продвижения калининского ледникового покрова и стадий его ареальной дегляциации. Установленные на Клинско-Дмитровской

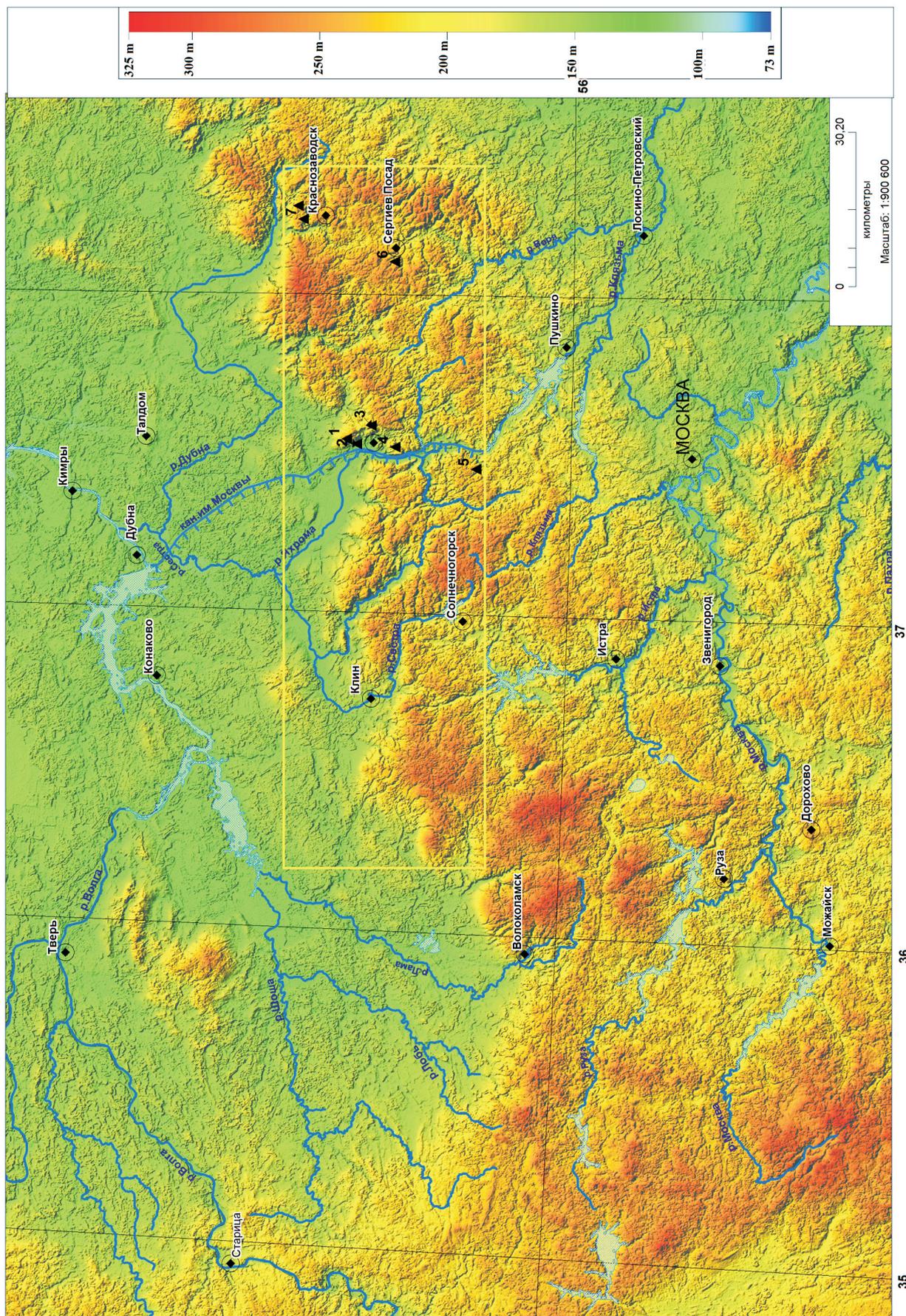


Рис. 6. Цифровая модель рельефа северного Подмосковья.

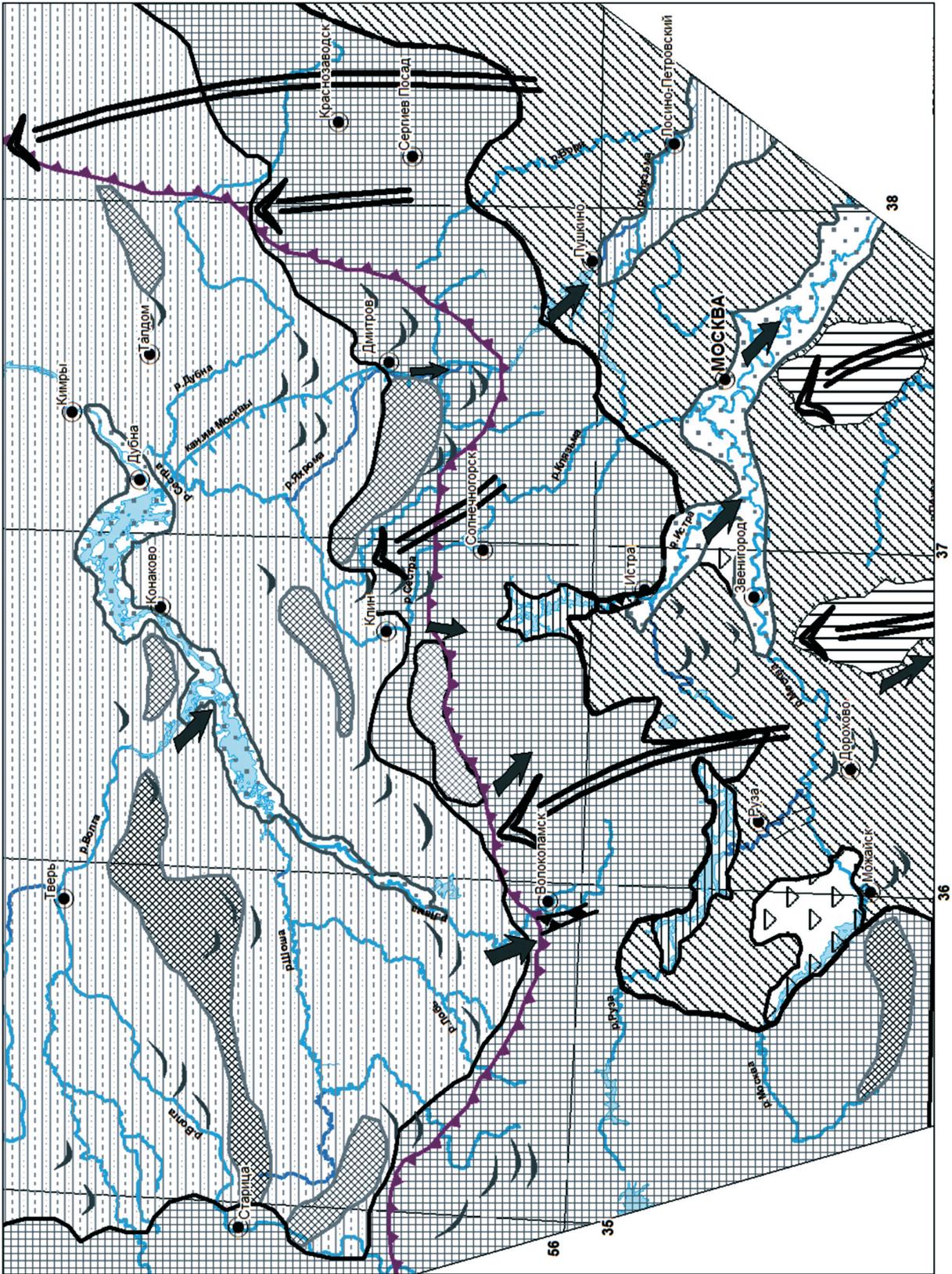
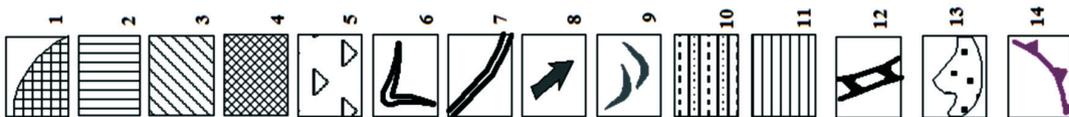


Рис. 7. Гляциогеоморфологическая карта-схема Подмосквья.

I. Ледниковые формы рельефа: 1 – грядово-холмистый рельеф островных возвышенностей, 2 – срединные массивы, 3 – холмистая мореная равнина, 4 – крупные фронтальные моренные гряды, 5 – гляциодепрессии, 6 – угловые массивы, 7 – линии ледоразделов, 8 – направление движения ледниковых потоков, 9 – конечно-моренные гряды. II. Вводно-ледниковые формы рельефа: 10 – водно-ледниковая низменная равнина, 11 – межморенные озерные котловины, 12 – ложбины стока талых ледниковых вод. III. Прочие обозначения: 13 – древние речные долины – ниже 120м а.о. в Москворецком бассейне и с переуглубленным руслом ниже 100–50м а.о. в Верхневолжской низине, 14 – граница калининского оледенения.

гряде пространственно-временные закономерности формирования и развития гляциоморфолито-систем согласуются с палеогеографическими и стратиграфическими выводами, полученными по Ярославскому и Ржевскому Поволжью.

Целенаправленный анализ полученных результатов комплексных исследований позволяет обосновать важнейшие положения ледниковой стратиграфии, геоморфологического строения и палеогеографии региона. В заключение подчеркнем основные выводы:

1) По совокупности геологических, геоморфологических, лито- и биостратиграфических материалов под контролем геохронологических данных в Северном Подмосквье стратиграфически выше лихвинских слоев надежно выделяются маркирующие горизонты днепровской, московской и калининской морен. Выявленные диагностические критерии строения и состава позволяют достоверно их распознавать и коррелировать в пределах центрального региона.

2) На северном склоне Клинско-Дмитровской гряды надежно зафиксированы следы позднеплейстоценового калининского оледенения (МИС-4). Граница его максимального продвижения устанавливается по Яхромскому ледниковому языку вдоль погребенной долины, что получило палинологическое обоснование и геохронологическое подтверждение.

3) В результате сопряженного палеогеографического анализа с использованием преимуществ цифрового моделирования рельефа в Подмосквье воссозданы расположение и конфигурация элементов инфраструктуры разновозрастных краевых зон московского и калининского ледниковых покровов, отображенные на составленной карте (рис. 7). Уточнены границы их максимального распространения и стадий ареальной дегляциации.

Установленные пространственно-временные закономерности формирования гляциоморфосистем имеют важное значение для надежных палеогеографических реконструкций. Представительность изученных ключевых разрезов, результативность комплексного палеогеографического исследования и репрезентативность полученного аналитического материала – дают основания рас-

сматривать территорию Северного Подмосквья в качестве опорного ареального стратотипа для изучения ледниковой ритмики среднего и позднего неоплейстоцена.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00222)

Литература

- Алексеев М.Н., Габлина С.С., Горецкий К.В., Лаврушин Ю.А., Хютт Г.И., Якименко Е.Р.* Стратиграфические и геологические события среднего и позднего плейстоцена Подмосквья // Четвертичная геология и палеогеография России. – М.: ГЕОС, 1997. – С. 15–24.
- Алтынов А.Е., Карпухин С.С.* К вопросу геоинформационного моделирования рельефа для целей палеогеографических реконструкций // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы IX Всерос. совещания по изучению четвертичного периода (г. Иркутск, 15–20 сентября 2015 г.). – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – С. 14–15.
- Боярская Т.Д., Крамаренко Г.С., Судакова Н.Г.* Палеогеографическое и корреляционное значение опорного разреза в г. Дмитрове // Сб.: Природа – Население – Хозяйство. – Саранск, 1983. – С. 70–76.
- Боярская Т.Д., Немцова Г.М., Судакова Н.Г.* К стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Клинско-Дмитровской возвышенности (разрез по р. Курье) // Сб.: Природа – Население – Хозяйство. – Саранск, 1983. – С. 61–64.
- Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. – М.: Наука, 1976. – 237 с.
- Лазуков Г.И., Судакова Н.Г., Фаустов С.С.* Анализ ледниковых отложений Клинско-Дмитровской возвышенности в связи с проблемами стратиграфии // Сб.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. – С. 86–100.
- Московский ледниковый покров Восточной Европы. – М.: Наука, 1982. – 240 с.
- Разрезы отложений ледниковых районов Центра Русской равнины // Под ред. К.К. Маркова. – М.: МГУ, 1977. – 198с.
- Реконструкция палеогеографических событий среднего неоплейстоцена центра Русской равнины. – М.:

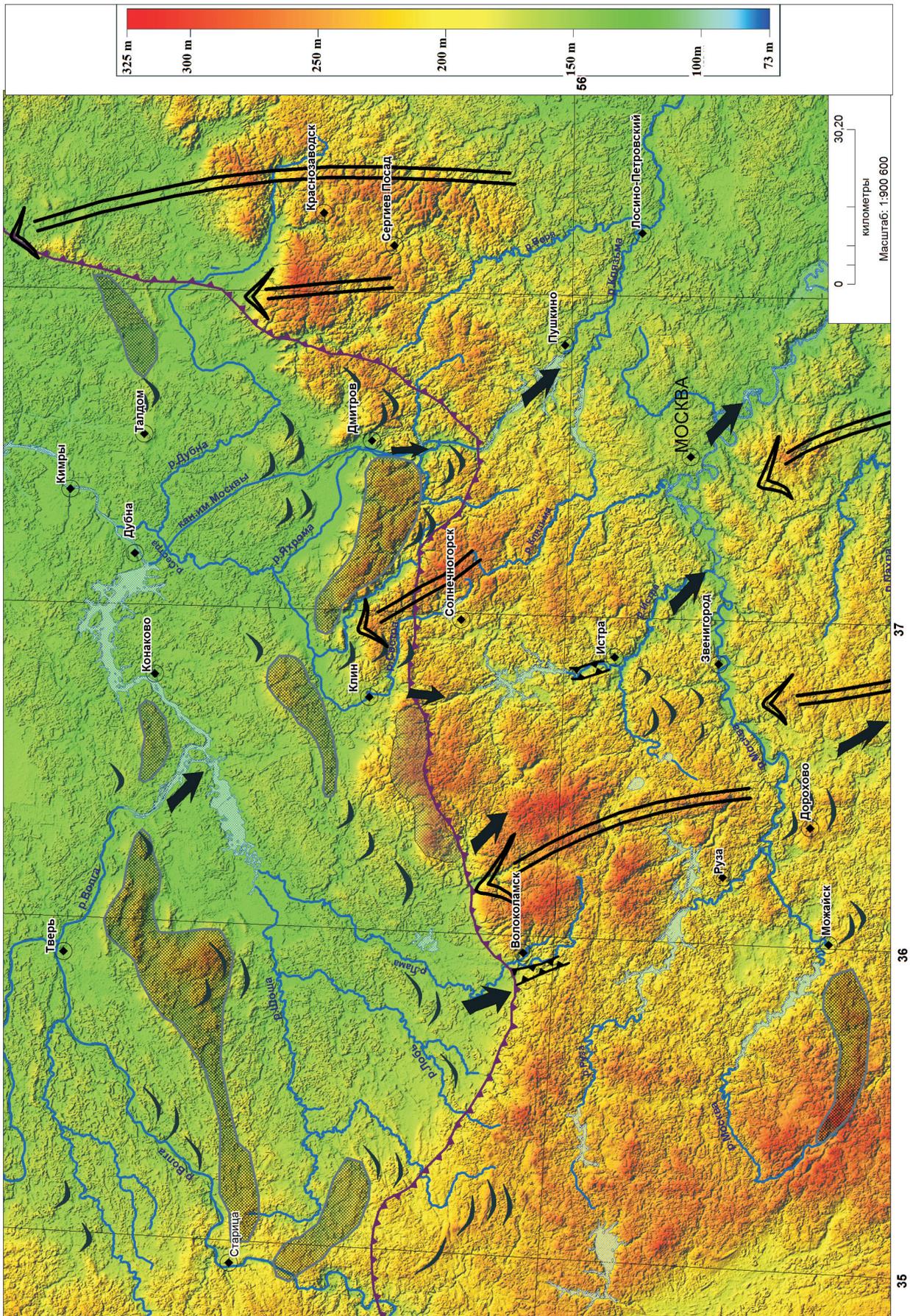


Рис. 8. Реконструкция инфраструктуры краевых ледниковых образований Подмосковья

- Географический факультет МГУ, 2008.– 167с..
- Судакова Н.Г.* Ледниковая ритмика плейстоцена на Русской равнине. Проблемы и пути решения. // Горизонты географии. / К столетию К.К. Маркова.– М. : Географический факультет МГУ, 2005. – С. 150–158.
- Судакова Н.Г., Введенская А.И., Восковская Л.Т., Писарева В.В.* К проблеме стратиграфии плейстоценаКлинско-Дмитровскойвозвышенности. //Четвертичная геология и палеогеография. М. ГЕОС. 1997. С. 171–180.
- Судакова Н.Г., Карпухин С.С., Алтынов А.Е.* Реконструкция радиально-маргинальной структуры краевых ледниковых зон в Ярославском Поволжье с использованием космических данных. //Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. № 73. М. ГЕОС. 2014. С. 87–97.
- The shuttle radar topography mission. / Farr Tom G., Hensley Scott, Rodriguez Ernesto, Martin Jan, Kobrick Mike. // CEOS SAR Workshop. Toulouse 26–29 Oct. 1999. Noordwijk. 2000, с. 361–363. Интернет, ресурс для получения SRTM.

N.G. Sudakova, S.S. Karpukhin, A.E. Altynov

PALAEOGEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS OF GLACIAL MORPHOLITHOGENIC STRUCTURES IN THE MOSCOW REGION BASED ON SATELLITE IMAGERY

Described are results of comprehensive studies of key geological sections in the Moscow Region and glacial morphology studies based on satellite imagery data, which provided outputs in glacial stratigraphy, geomorphology and palaeogeography of the region. In the northern Moscow Region marker horizons of the Dnieper, Moscow and Kalinin morains are recognized. Diagnostics criteria were developed that allow reliable distinguishing and correlating them over the region. Elements of marginal zones of the Moscow and Kalinin ice sheets were reconstructed and their maximal and retreat stage boundaries and were refined.