



Погребенные долины северо-запада Восточно-Европейской равнины: распространение, морфология, геологическое строение и проблемы генезиса

А. Е. Кротова-Путинцева

Институт Карпинского, Санкт-Петербург, Россия
avacha2001@rambler.ru

На северо-западе Восточно-Европейской равнины широко распространены погребенные долины, глубоко врезанные в дочетвертичные породы. Их происхождение является давней проблемой четвертичной геологии северо-запада России. К настоящему времени накопились геологические данные для ее решения. Проведенный обзор фондовых и опубликованных материалов позволил выявить особенности геологического строения погребенных долин Санкт-Петербурга, Ленинградской, Псковской и Новгородской областей, а также соседних территорий Восточно-Европейской равнины – Калининградской области, Эстонии, Латвии, Литвы и Беларуси. Полученные данные о строении погребенных долин свидетельствуют о том, что только доледниковой речной эрозией объяснить формирование таких долин не всегда возможно, а также позволяют предположить, что некоторые погребенные долины северо-запада России являются туннельными долинами и сформировались в результате водно-ледниковой субгляциальной эрозии, так же как и на соседних территориях.

Ключевые слова: погребенные долины, дочетвертичная поверхность, доледниковая речная сеть, субгляциальная эрозия, туннельные долины, Скандинавский ледниковый покров, северо-запад Восточно-Европейской равнины

Buried valleys of the north-west of the East European Plain: distribution, morphology, geology and problems of genesis

A. Y. Krotova-Putintseva

Karpinsky Institute, St. Petersburg, Russia

A lot of buried valleys exist on the territory of the northwestern East European Plain. They are deeply cut in the pre-Quaternary rocks. The buried valleys genesis is a long-standing question of the Quaternary geology of the northwestern Russia. By now, geological data have been accumulated to solve this problem. The geological structure of the buried valleys was detailed on the basis of unpublished reports and published materials on geology of buried valleys of Saint-Petersburg, Leningrad, Pskov, Novgorod and Kaliningrad regions as well as adjacent regions of Estonia, Latvia, Lithuania and Belarus. Most of the data do not exclusively testify to river-erosion genesis of the valleys. Modern data also suggest that some of the buried valleys of the northwestern Russia are tunnel valleys and were formed by subglacial meltwater erosion as well as buried valleys of neighboring regions.

Keywords: buried valleys, pre-Quaternary surface, pre-glacial river network, subglacial erosion, tunnel valleys, Scandinavian ice sheet, north-west of the East-European Plain

Введение и постановка проблемы

На северо-западе Восточно-Европейской равнины широко распространены погребенные долины, глубоко врезанные в дочетвертичные породы (абсолютные отметки тальвегов до –282 м н.у.м., глубина вреза до нескольких сот метров) (рис. 1). Эта территория в квартере неоднократно перекрывалась Скандинавским ледниковым покровом.

Происхождение погребенных долин — давняя проблема четвертичной геологии северо-запада России. К наиболее ранним работам, посвященным погребенным речным долинам северо-запада Русской равнины, относится исследование Е. В. Рухиной (1957). V-образные поперечные профили и почти полное отсутствие аллювиальных отложений Е. В. Рухина объясняла формированием долин в результате энергичного вреза, вызванного поднятием территории до начала четвер-

тичного оледенения в конце плиоцена. Во второй половине XX века в результате проведения геолого-съёмочных работ, сопровождавшихся бурением, появились новые данные о строении поверхности дочетвертичных отложений и о прорезающих эту поверхность палеодолинах, которые также рассматривались как фрагменты доледниковой речной сети, образование которой было связано с регрессией Мирового океана в неоген-четвертичное время (Геоморфология..., 1969; Квасов, 1975; Квасов и др., 1975; Геологическая..., 1989 и др.). В то же время А. И. Спиридонов (1984) отмечал, что тальвеги крупных речных долин, сформировавшихся к началу плейстоцена в северной ледниковой и южной внеледниковой зонах, перекрытые раннеплейстоценовым аллювием, расположены выше дна переуглублений ложа четвертичного покрова.

Для цитирования: Кротова-Путинцева А. Е. Погребенные долины северо-запада Восточно-Европейской равнины: распространение, морфология, геологическое строение и проблемы генезиса // Вестник геонаук. 2024. 11 (359). С. 3–13. DOI: 10.19110/geov.2024.11.1

For citation: Krotova-Putintseva A. Y. Buried valleys of the north-west of the East European Plain: distribution, morphology, geology and problems of genesis. Vestnik of Geosciences, 2024, 11 (359), pp. 3–13, doi: 10.19110/geov.2024.11.1

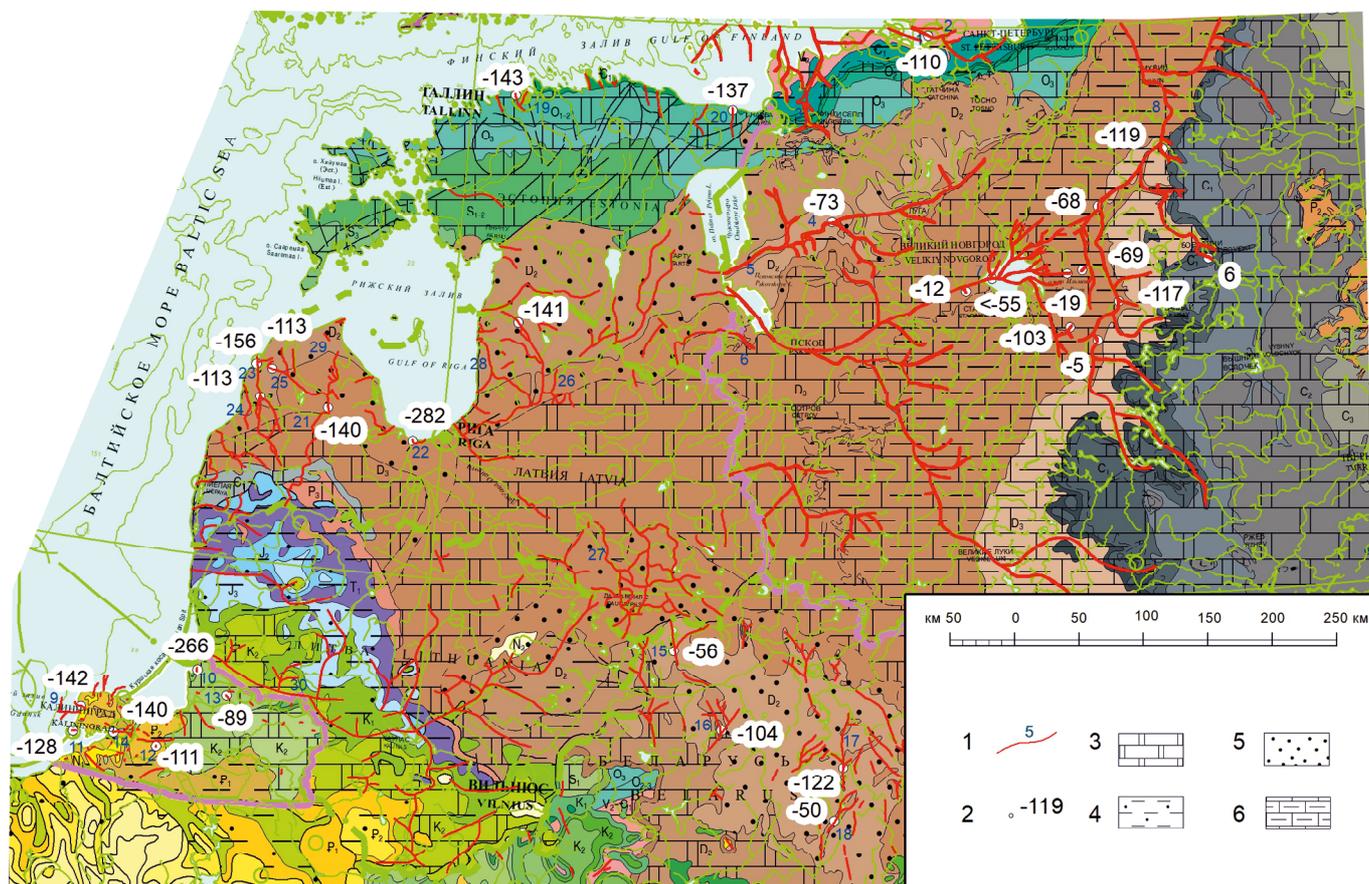


Рис. 1. Схема погребенных долин (с использованием материалов: Мейронс и др., 1974; Погребенные..., 1976; Таваст, Раукас, 1982; Bitinas, 1999; Комаровский, 2009; Krotova-Putintseva, Verbitskiy, 2012; Mikhnevich, 2017; карты дочетвертичных образований: Asch, 2005; Геологическая..., 2008): 1 — погребенные долины; 2 — абсолютные отметки дочетвертичной поверхности (м); 3 — карбонатные породы; 4 — глины, алевроиты, алевролиты; 5 — пески, песчаники; 6 — переслаивание карбонатных и песчано-аргиллистых пород. Цифрами обозначены названия или местоположение погребенных долин: 1 — Санкт-Петербург, Васильевский остров; 2 — Санкт-Петербург, пл. Мужества — пос. Лисий Нос; 3 — Лужская; 4 — Плюсская; 5 — Желчская; 6 — Изборско-Мальская; 7 — система погребенных долин Ильменской котловины; 8 — система погребенных долин Карбонового плато; 9 — пос. Янтарный; 10 — пос. Мысовка; 11 — г. Балтийск; 12 — пос. Озерки; 13 — г. Славск; 14 — г. Калининград; 15 — Браславская; 16 — Глубокская; 17 — Чашникская; 18 — Селявская; 19 — Таллинская система погребенных долин; 20 — Васавере; 21 — Талсинская; 22 — Юрмальская; 23 — пра-Вента; 24 — пра-Ужава; 25 — пра-Ринда; 26 — пра-Гауя; 27 — система Даугавпилских погребенных долин; 28 — Видальская; 29 — Витрупская, 30 — пра-Неман

Fig. 1. Scheme of buried valleys (based on: Meirons et al., 1974; The buried..., 1976; Tavast, Raukas, 1982; Bitinas, 1999; Komarovskiy, 2009; Krotova-Putintseva, Verbitskiy, 2012; Mikhnevich, 2017; Geological map of pre-Quaternary deposits: Asch, 2005; Geological map..., 2008): 1 — buried valleys, 2 — altitude of the sub-Quaternary surface (m); 3 — carbonate rocks; 4 — clay, silt, aleurolite; 5 — sand, sandstones; 6 — interstratifying of carbonate and sandy-argillaceous rocks. Buried valleys (name or location) number: 1 — St. Petersburg, Vasilievskiy island; 2 — St. Petersburg, Muzhestva square — Lisiy Nos vil.; 3 — Luga; 4 — Pliussa; 5 — Zhelcha; 6 — Izborsk-Maly; 7 — buried valleys system of the Ilmen depression; 8 — buried valleys system of the Carboniferous plateau; 9 — Yantarniy vil.; 10 — Mysovka vil.; 11 — Baltiysk; 12 — Ozerki vil.; 13 — Slavsk; 14 — Kaliningrad; 15 — Braslav; 16 — Glubokoe; 17 — Chashniki; 18 — Selyava; 19 — buried valleys system of Tallinn; 20 — Vasavere; 21 — Talsy; 22 — Jurmala; 23 — pra-Venta; 24 — pra-Uzhava; 25 — pra-Rinda; 26 — pra-Gauya; 27 — buried valleys system of Daugava; 28 — Vidalskaya; 29 — Vitrupe, 30 — pra-Neman

Локальные переуглубления ложа, по мнению А. И. Спиридонова, возникали под воздействием выпаивающей деятельности активного ледникового покрова или в результате подледникового флювиогляциального размыва.

Обзор основных представлений о происхождении погребенных долин показал, что среди российских геологов преобладает точка зрения доледниковой речной эрозии, вызванной кратковременной регрессией Мирового океана в плиоцене (Рухина, 1957; Геоморфология..., 1969; Квасов и др., 1975; Геологическая..., 1989 и др.). Часть прибалтийских исследователей при-

держивается этой же точки зрения, но вместе с тем признает последующую моделировку долин ледниковой и водно-ледниковой деятельностью (Погребенные..., 1976; Таваст, Раукас, 1982). Белорусские геологи связывают образование погребенных долин с деятельностью оледенений (Горецкий, 1967; Комаровский, 2009, 2021, 2022; Комаровский, Хилькевич, 2022).

Для решения вопроса о генезисе погребенных долин северо-запада России (Санкт-Петербурга, Ленинградской, Псковской и Новгородской областей) выявлялись особенности их геологического строения на основе анализа фондовых и опубликованных материа-



лов. Погребенные долины на изучаемой территории установлены бурением и зачастую не прослежены на всем своем протяжении. В акватории Финского залива и озера Ильмень такие долины установлены с помощью геофизических исследований. Для выяснения их генезиса также привлекались накопленные к настоящему времени данные по погребенным долинам соседних территорий Восточно-Европейской равнины со сходными палеогеографическими обстановками — Калининградской области, Эстонии, Латвии, Литвы и Беларуси (Мейронс и др., 1974; Погребенные..., 1976; Таваст, Раукас, 1982; Комаровский, 2009; Vaher et al., 2010; Miknevich, 2017 и др.). Наиболее хорошо погребенные долины северо-запада России на сегодня обследованы в районе Санкт-Петербурга, где имеется густая сеть буровых скважин (Ауслендер и др., 2002; Дашко и др., 2011; Государственная..., 2012; Николаева, Норова, 2013; Петров и др., 2023 и др.).

Погребенные долины, выполненные водно-ледниковыми отложениями, являются коллекторами пресных подземных вод. Изучение данных объектов актуально и в прибрежных районах, где они являются не только источником питьевых вод, но и фактором, влияющим на проникновение соленых морских вод в во-

доносные горизонты, используемые для водоснабжения населенных пунктов (Семенчук, 2017). Особенно важно изучение погребенных долин в связи со строительством подземных транспортных сооружений (например, в районе Санкт-Петербурга).

Особенности геологического строения дочетвертичного субстрата изучаемой территории

Изучаемая территория расположена на северо-западе России в пределах Восточно-Европейской платформы и приурочена к северо-западной части Русской плиты, непосредственно примыкающей к южной окраине Балтийского щита. В структурном отношении территория представляет собой южный склон Балтийского щита (Прибалтийско-Ладожскую моноклинали), Латвийскую седловину и Московскую синеклизу. В орографическом отношении описываемая территория расположена на северо-западе Восточно-Европейской (Русской) равнины (рис. 2).

Основной особенностью геологической структуры осадочного чехла является пологое моноклиальное залегание слагающих его образований с очень

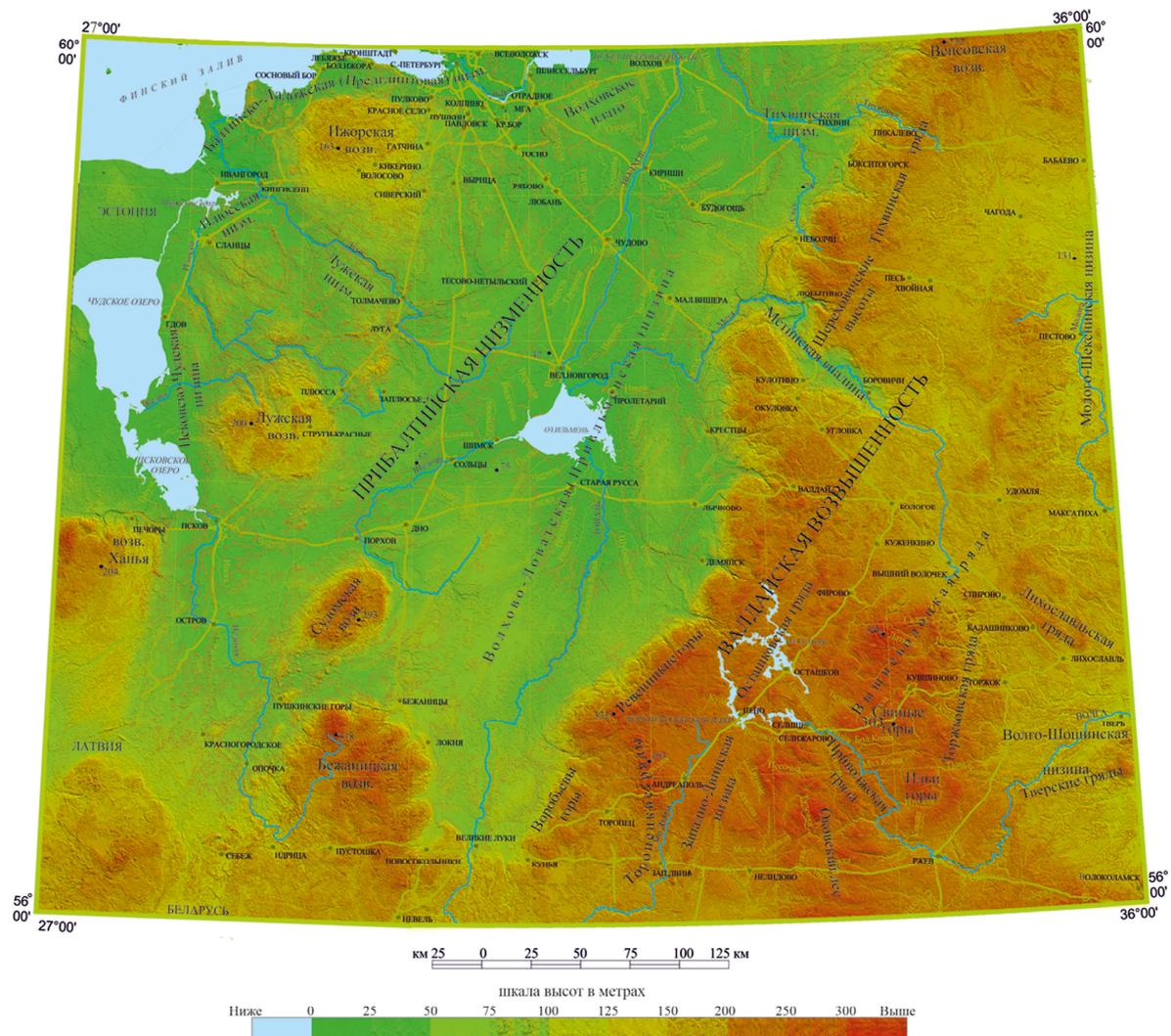


Рис. 2. Орографическая схема изучаемой территории
 Fig. 2. Scheme of orography of the studied area

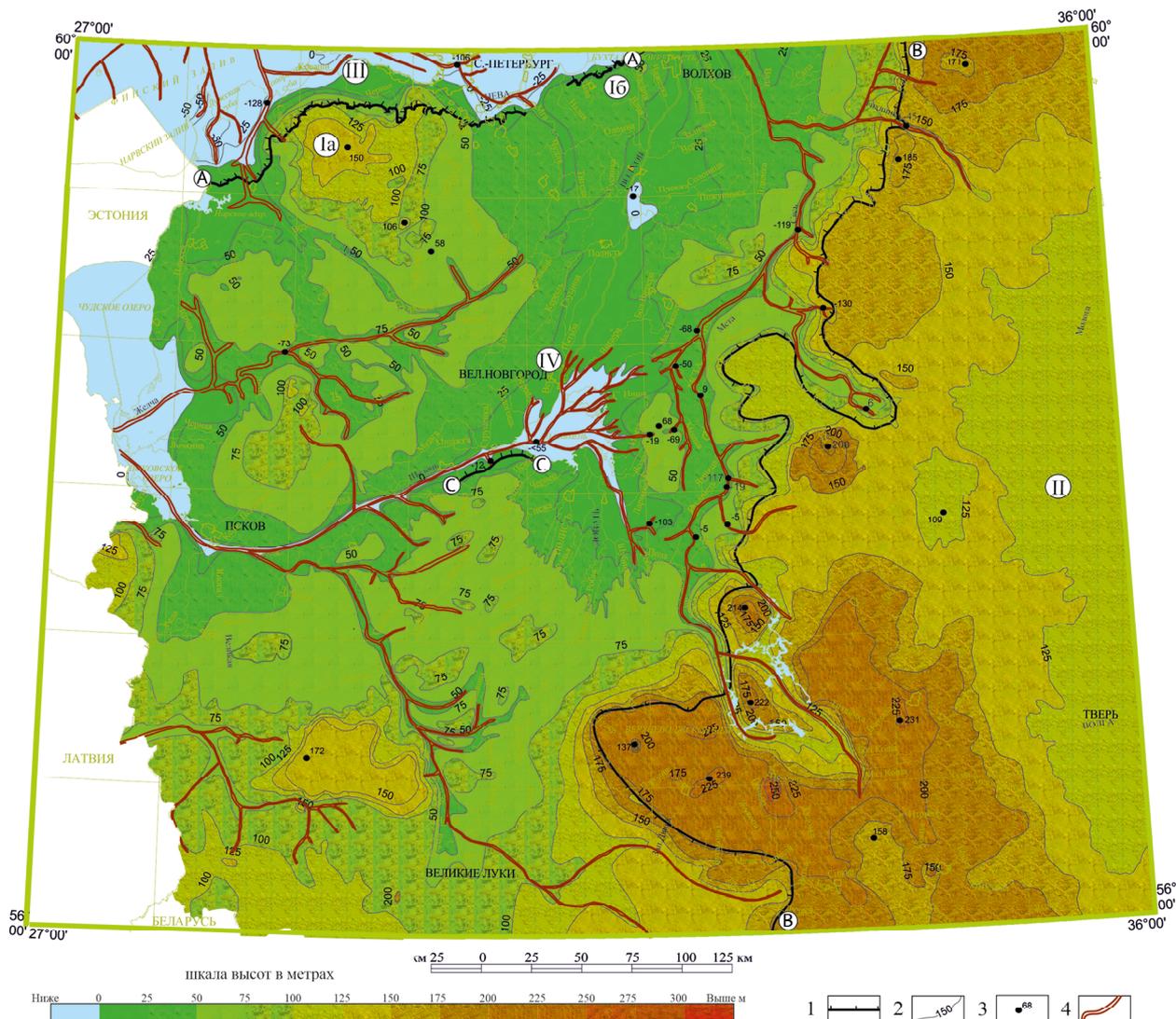


Рис. 3. Схема рельефа дочетвертичных образований (Krotova-Putintseva, Verbitskiy, 2012). Основные элементы рельефа: денудационные плато: I – Ордовикское (Ia – Ижорское, Ib – Волховское), II – Карбоновое; денудационные низины: III – Кембрийская, IV – Девонская. 1 – денудационные уступы и склоны (A-A – Балтийско-Ладожский (Ордовикский); B-B – Валдайско-Онежский (Карбоновый); C-C – Ильменский); 2 – изогипсы поверхности дочетвертичных образований, м; 3 – абсолютные отметки поверхности дочетвертичных образований; 4 – погребенные долины

Fig. 3. Scheme of the sub-Quaternary relief (Krotova-Putintseva, Verbitskiy, 2012). Main landforms: denudational plateau: I – Ordovician (Ia – Izhora, Ib – Volhov), II – Carboniferous; denudational lowlands: III – Cambrian, IV – Devonian. 1 – denudational scarps and slopes (A-A – Baltic-Ladoga (Ordovician); B-B – Valdai-Onega (Carboniferous); C-C – Ilmen); 2 – isohypses of the sub-Quaternary surface, m a. s. l.; 3 – altitude of the sub-Quaternary surface, m a. s. l.; 4 – buried valleys

слабым падением их к югу и юго-востоку. С севера на юг на дочетвертичную поверхность (рис. 1) последовательно выходят вендские, кембрийские, ордовикские, девонские и каменноугольные образования (Государственная..., 2012). Наиболее распространены породы девонского возраста, выходы которых известны как Главное девонское поле, которое на востоке перекрыто каменноугольными отложениями. На самом востоке и на юго-востоке последние перекрываются породами перми, юры и мела, которые занимают незначительную площадь.

Особенностью поверхности дочетвертичных пород, в которой прослеживаются погребенные долины, является ступенчатость. Она обусловлена различной устойчивостью к денудации полого-моноклинально залегающих пластов палеозойских пород. В рельефе (рис. 3) выделяются плато (Ордовикское и Карбоновое), которые чередуются с низинами (Кембрийская и

Девонская), (Геоморфология..., 1969; Геологическая..., 1989; Государственная..., 2012; Krotova-Putintseva, Verbitskiy, 2012). Другой особенностью пород субстрата является чередование терригенного, карбонатного и терригенно-карбонатного комплексов (рис. 1), которые сменяют друг друга по площади (Государственная..., 2012).

Терригенный комплекс сложен песками, глинами, песчаниками, алевролитами. На северо-западе изучаемой территории в акватории Финского залива и в Балтийско-Ладожской (Предглинтовой) низине терригенный комплекс представлен глинами, алевролитами, резе песчаниками и песками верхнего венда, нижнего, среднего и верхнего кембрия и нижнего ордовика. В полосе, протягивающейся от восточного побережья Чудского озера к западной части Волховского плато, терригенный комплекс представлен песками и песчаниками с прослоями глин и алевролитов среднего де-



вона. На востоке в виде узких полос наблюдаются незначительные выходы глин с прослоями песков и песчаников нижнего и среднего карбона, а также небольшие выходы алевролитов и глин перми.

Карбонатный комплекс представлен известняками, доломитами, мергелями. Он выходит на дочетвертичную поверхность на Ордовикском плато к югу от глинта. Здесь карбонатный комплекс слагают ордовикские отложения среднего и верхнего отделов, представленные трещиноватыми известняками и доломитами с редкими прослоями мергелей. Южнее узкой полосой на дочетвертичную поверхность выходят доломиты и мергели с редкими прослоями глин, алевролитов и песчаников среднего девона. С юго-запада (от южной части Псковского озера и южнее) на северо-восток через котловину оз. Ильмень к среднему течению р. Волхов на дочетвертичную поверхность выходят преимущественно карбонатные отложения верхнего девона — известняки и доломиты с маломощными прослоями глин, песчаников, мергелей. В западной части известняки характеризуются закарстованностью и трещиноватостью. Широкие выходы известняков, доломитов, мергелей нижнего, среднего и верхнего карбона наблюдаются на востоке территории в пределах Карбонового плато.

Терригенно-карбонатный комплекс, представленный песчано-алевролитоглинистой толщей с прослоями карбонатных пород — известняков, доломитов и мергелей верхнего девона, слагает субстрат в широкой полосе от верхнего течения р. Ловать до нижнего течения р. Волхов, а на востоке этот комплекс слагает склон Карбонового плато. Восточнее, уже на склоне Карбонового плато, терригенно-карбонатный комплекс представлен толщей переслаивающихся глин, песков, песчаников, алевролитов, доломитов, доломитовых мергелей и известняков нижнего карбона. На Карбоновом плато в пределах узкой извилистой полосы субстрат сложен глинами с прослоями известняков и доломитов, песков, песчаников и алевролитов среднего карбона.

В Калининградской области на дочетвертичную поверхность на большей части территории выходят верхнемеловые отложения, на юге и западе — породы палеогена и неогена, в северной части в местах глубоких врезов — отложения юры. По составу преобладают песчано-глинистые образования, а также карбонатные породы верхнего мела (преимущественно мергели). В целом породы субстрата характеризуются невысокой водопроницаемостью (Государственная..., 2011).

Методика исследования и фактический материал

Основные методы изучения погребенных долин — реконструкция гипсометрии дочетвертичной поверхности и картирование погребенных долин по имеющимся буровым и геофизическим данным, а также метод ключевых участков, на которых изучалось геологическое строение погребенных долин. Подобная методика апробирована в работах (Погребенные..., 1976; М. Е. Комаровский, 2009). Нами были построены или заимствованы у предшественников продольные и поперечные геологические разрезы погребенных долин (Геоморфология..., 1969; Ауслендер и др., 2002; Николаева и Норова, 2013 и др.). Из-за недостатка фак-

тического материала по изучаемой территории для выяснения генезиса проводился сравнительно-морфологический анализ строения погребенных долин изучаемой территории и соседних регионов со сходным геологическим строением (Мейронс и др., 1974; Погребенные..., 1976; Таваст и Раукас, 1982; Комаровский, 2009; Mikhnevich, 2017 и др.).

Фактическим материалом для авторской реконструкции сети погребенных долин стала база данных, включающая описания 2436 скважин, листа ГК-1000/3 О-35 — Псков, (N-35), О-36 — Санкт-Петербург (Государственная..., 2012). Для детального изучения геологического строения погребенных долин на ключевом участке Санкт-Петербурга и его окрестностей использована база данных геологической 3D-модели подземного пространства Санкт-Петербурга, включающая описания более 6000 скважин (Петров и др., 2023).

Геологическое строение погребенных долин

Геологическое строение погребенных долин Северо-Запада России рассмотрено в пределах Балтийско-Ладужской (Кембрийской) и Девонской низин, Ордовикского и Карбонового плато (рис. 3), а также Калининградской области.

В пределах Балтийско-Ладужской (Кембрийской) низины V-образные палеодолины шириной от 150 до 3000 м врезаются на глубину 50–80 м. Абсолютные отметки днищ — от –70 до –110,9 н.у.м. Мощность четвертичных образований в палеодолинах достигает 115 м. Глубокие долины, установленные на суше бурением, в акватории Финского залива прослежены непрерывным сейсмическим профилированием.

Геологические разрезы, построенные вдоль магистральных погребенных долин (от р. Невы до Финского залива на Васильевском острове (рис. 4, врезка 1а, 1б), от пл. Мужества до пос. Лисий Нос) и их притоков (от пл. Мужества до р. Невы), выявили, что долины имеют волнистый продольный профиль. У некоторых долин наблюдается террасированность склонов (Дашко и др., 2011).

Долины Кембрийской низины заполнены ледниковыми, водно-ледниковыми и ледниково-озерными образованиями вологодского, московского и поздневалдайского оледенений. Вологодская морена выделяется условно по положению в разрезе как вторая морена под микулинскими образованиями. Аллювиальные образования в долинах Балтийско-Ладужской низины и в целом на изучаемой территории достоверно не установлены, поскольку характерными признаками погребенного аллювия равнинных рек являются сочетание основных фаций аллювия, укрупнение гранулометрического состава русловых осадков книзу, косая слоистость, постепенное уменьшение абсолютных отметок подошвы аллювия в направлении к базису эроз (Горецкий, 1974). В изученных разрезах не были выявлены линзы старичных глин с органикой; также нехарактерным для погребенных речных долин является их крайне неровный продольный профиль (рис. 4, врезки 1а, 2а).

В западной части Девонской низменности установлена сеть палеодолин СЗ-ЮВ-простираения. Палеодолины

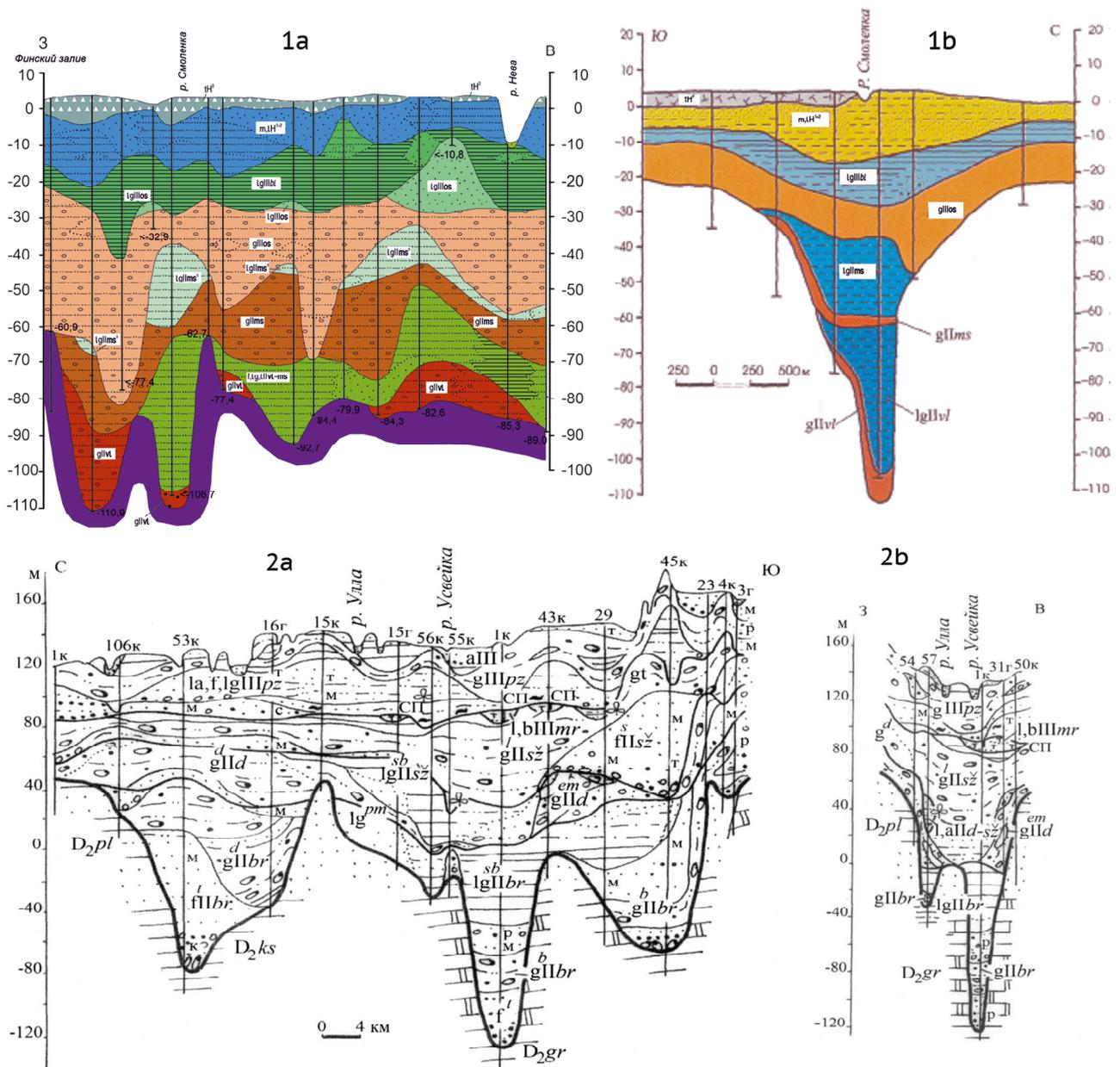


Рис. 4. Разрезы погребенных долин: 1 – в Санкт-Петербурге, на Васильевском острове: а – продольный (автор), б – поперечный (Ауслендер и др., 2002); 2 – Чашниковской (Комаровский, 2009): а – продольный, б – поперечный.

1а,б: tH^5 – техноген верхнего голоцена; m, IH^{1+2} – мариний и лимний нижнего и среднего голоцена; $lgIIIbl$ – гляциолимний Балтийского ледникового озера; $lgIIIos$ – гляциолимний осташковского горизонта; $gIIIos$ – морена осташковского горизонта; $lgIIms^s$ – гляциолимний московского горизонта; $gIIms$ – морена московского горизонта; $f, lg, IIIvl-ms$ – гляциофлювиал, гляциолимний и лимний вологодского – московского горизонтов; $gIIvl$ – морена вологодского горизонта; 2а,б: $gIIIpz$ – морена поозерского горизонта; $la, f, lgIIIpz$ – лимноаллювий, гляциофлювиал и гляциолимний поозерского горизонта; $l, bIIImr$ – лимний и палустрий муравинского горизонта; $gIIIsz$ – морена сожского подгоризонта припятского горизонта; $lgIIIsz$ – гляциолимний сожского подгоризонта; $fIIIsz$ – гляциофлювиал сожского подгоризонта; $la, IIId-sz$ – лимний и аллювий днепровского и сожского подгоризонтов; $gIIId$ – морена днепровского подгоризонта; $lgIIbr$ – гляциолимний березинского горизонта; $gIIbr$ – морена березинского горизонта; $fIIbr$ – гляциофлювиал березинского горизонта

Fig. 4. Sections of the buried valleys: 1 – Saint Petersburg, Vasilievskiy island: a – longitudinal (author), b – cross-section (Auslender et al., 2002); 2 – Chashniki (Komarovskiy, 2009): a – longitudinal, b – cross-section.

1а,б: tH^5 – technogenic deposits of Upper Holocene; m, IH^{1+2} – marine and lacustrine deposits of Lower and Middle Holocene; $lgIIIbl$ – glaciolimnic deposits of the Baltic Ice Lake; $lgIIIos$ – glaciolimnic deposits of the Ostashkov horizon; $gIIIos$ – moraine of the Ostashkov horizon; $lgIIms^s$ – glaciolimnic deposits of the Moscow horizon; $gIIms$ – moraine of the Moscow horizon; $f, lg, IIIvl-ms$ – glaciofluvial, glaciolimnic and lacustrine deposits of the Vologda – Moscow horizons; $gIIvl$ – moraine of the Vologda horizon.

2а,б: $gIIIpz$ – moraine of the Poozerie horizon; $la, f, lgIIIpz$ – lacustrine-alluvial, glaciofluvial and glaciolimnic deposits of the Poozerie horizon; $l, bIIImr$ – lacustrine and palustrine deposits of the Murava horizon; $gIIIsz$ – moraine of the Sozh subhorizon of the Pripyat' horizon; $lgIIIsz$ – glaciolimnic deposits of the Sozh subhorizon; $fIIIsz$ – glaciofluvial deposits of the Sozh subhorizon; $la, IIId-sz$ – lacustrine and alluvial deposits of the Dnepr and Sozh subhorizons; $gIIId$ – moraine of the Dnepr subhorizon; $lgIIbr$ – glaciolimnic deposits of the Berezina horizon; $gIIbr$ – moraine of the Berezina horizon; $fIIbr$ – glaciofluvial of the Berezina horizon



погребены частично, они выражены в современном рельефе и используются современной речной сетью — реками Лугой (абс. отм. днища от –30 до –50 м н.у.м.), Плюссой (–73 м н.у.м.), Желчей (более –40 м н.у.м.) (Геоморфология..., 1969). Глубина вреза погребенных долин более 100 м. В некоторых долинах, например Изборско-Мальской, наблюдаются террасированные склоны (Karpukhina et al., 2021; Карпухина и др., 2022).

В центральной, наиболее пониженной части Девонской низины, в котловине озера Ильмень установлена разветвленная древовидная сеть палеодолин (рис. 1). Минимальные абсолютные отметки днищ палеодолин здесь ниже –55 м н.у.м. Глубина вреза — до 60 м. Ширина долин предположительно достигает первых сотен метров (Государственная..., 2007).

В восточной части девонского поля вдоль подножия Карбонового уступа с юго-запада на северо-восток протягивается система палеодолин. Магистральная долина общей длиной около 250 км прослежена буровыми скважинами от г. Демянска до г. Тихвина (Геоморфология..., 1969). На отдельных участках долины выражены в современном рельефе. Абсолютные отметки днищ достигают –130 м н.у.м, глубина вреза более 200 м. Ширина долин от 800 м до 2–3 км, реже до 5–6 км. Долины имеют V-образный профиль, местами отмечается двучленное строение, когда верхняя часть долины более широкая (в среднем 2–4 км), а нижняя часть долин узкая, шириной до 0.3–0.5 км (Государственная..., 1968). Тальвег основной долины волнистый.

Древние долины, секущие склон Карбонового плато (рис. 1), лучше выражены в современном рельефе, имеют ящикообразный поперечный профиль и ширину до 1–1.5 км. Высота склонов достигает 50 м¹. К северу от изучаемой территории расположена палеодолина р. Урья — оз. Пашозеро, прорезающая склон Карбонового плато. Она врезана в коренные породы на глубину 230 м, ширина ее от нескольких сот метров до 2 км. Поперечный профиль каньонообразный.

К юго-востоку Карбоновое плато понижается, здесь палеодолины почти неизвестны (Геоморфология..., 1969). Также погребенные долины не установлены в пределах Ордовикского плато. Отсутствие погребенных долин на этих участках может быть обусловлено высокой водопроницаемостью сильнотрещиноватых и закарстованных известняков (и доломитов).

Строение погребенных долин Калининградской области обобщено в работе Г. С. Михневич. Установлено, что большая часть погребенных долин расположена в западной и северной частях региона, некоторые из них продолжают в акватории Балтийского моря (Mikhnevich, 2017). Преобладающая ширина палеодолин — 1–2 км, абсолютные отметки днищ: –140 м н.у.м. (г. Калининград), –128 м н.у.м. (г. Балтийск), –89 м н.у.м. (г. Славск). Погребенные долины выполнены водноледниковыми и моренными отложениями, в редких случаях, возможно, аллювиальными отложениями проблематичного возраста. У некоторых палеодолин уста-

новлено неровное, с многочисленными уступами дно (врез у Светлогорска). Палеодолины уверенно прослеживаются только на расстоянии нескольких километров, выделение протяженных форм автор считает преждевременным, так как врезы представляют собой цепь небольших углублений, разделенных незначительными поднятиями. Некоторые максимально глубокие врезы (у пос. Мысовка –266 м н.у.м, пос. Янтарного –142 м н.у.м.), вероятно, обусловлены глубинной тектоникой (Загородных, 1999).

Г. С. Михневич считает, что проследить неогеновую речную сеть и установить речное происхождение погребенных долин, врезанных в дочетвертичную поверхность Калининградской области, невозможно, поскольку послеплиоценовая поверхность была значительно преобразована ледниковыми процессами (Mikhnevich, 2017). Только некоторые палеодолины с учетом местоположения базисов эрозии можно отнести к доледниковой речной сети. В то же время гипотеза подледниковых тоннелей хорошо объясняет существование глубоких ложбин и резкие перепады отметок дна палеодолин вдоль их тальвегов, а также генезис неглубоких палеодолин (Mikhnevich, 2017). Видоизменение профилей долин происходило под влиянием экзарации и водно-ледниковой эрозии, а также тектонических движений (Загородных, 1999).

Геологическое строение погребенных долин сопредельных государств

В Эстонии на дочетвертичную поверхность с севера на юг выходят глины, алевролиты венда и кембрия, песчаники, сланцы, известняки и доломиты ордовика, известняки, доломиты и мергели силура, песчаники, алевролиты, глины и известняки девона. Абсолютные отметки днищ долин: Таллинская система погребенных долин (–80 м, –128 м, –143 м н.у.м.) (Vaher et al., 2010), Васавере (до –137 м н.у.м.) (Raukas et al., 2007) и др. Погребенные долины Предглинтовой низины и южной части Эстонии, приуроченные к выходам песчаников, алевролитов и глин, имеют ширину 1.5–2 км, а глубину 150–200 м. Здесь у долин крутые склоны, поперечный V- или U-образный профиль. В Северной Эстонии погребенные долины, прорезающие карбонатные породы, имеют глубину несколько десятков метров, ширину 0.6–2 км, пологие склоны (Таваст, Раукас, 1982). Также установлено, что часть долин Северной Эстонии заканчиваются слепо и имеют неровный продольный профиль, к некоторым из них приурочены системы озов, расположенные на плечах или дне долин. В области развития карбонатных пород долины расположены параллельно друг другу и вытянуты с северо-запада на юго-восток, в то время как в области развития девонских песчаников долины образуют сложный рисунок (Rattas, 2007).

Погребенные долины заполнены преимущественно ледниковыми и водно-ледниковыми образованиями, аллювий в них не обнаружен. На севере Эстонии среди образований, выполняющих погребенные доли-

¹ Геологическое строение западной части Тихвинского бокситоносного района: Отчет о геологической съемке масштаба 1:200 000 листа О-36-IV. Ленинград, 1958. Отв. исп. Э. Ю. Саммет.

Geological structure of the western part of the Tikhvin bauxite-bearing area: Report on geological mapping at 1 : 200 000 scale of O-36-IV sheet. Leningrad, 1958 / Exec. E. Yu. Sammet.

ны, преобладают образования верхнего неоплейстоцена, редко встречается московская морена, на юге Эстонии — отложения среднего и иногда нижнего неоплейстоцена (Таваст, Раукас, 1982).

Геологи Эстонии (Таваст, Раукас, 1982; Raukas et al., 2007 и др.) погребенные долины считают частью доледниковой речной сети. Глубокий врез объясняется позднепалеоген-неогеновым этапом поднятия и денудации. Авторы среди врезов выделяют: флювиально-речные неизменные, флювиально-речные, преобразованные экзарацией, флювиально-речные, преобразованные водно-ледниковым размывом, водно-ледниковые неизменные, водно-ледниковые, преобразованные экзарацией, экзарационные (ложбины ледникового выпахивания) (Таваст, Раукас, 1982).

В то же время М. Раттас при реконструкции субгляциальной системы стока под Балтийским ледниковым потоком во время валдайского оледенения пришла к выводу, что врезанные в коренные породы Северной Эстонии долины или их фрагменты, которые имеют неровный продольный профиль и слепо заканчиваются, являются туннельными долинами, то есть были образованы эрозией талых подледниковых вод (Rattas, 2007).

В Латвии на дочетвертичную поверхность, которую прорезают погребенные долины, выходят преимущественно пески и слабосцементированные песчаники среднего девона, известняки, доломиты и песчано-глинистые карбонатные породы верхнего девона. Большинство долин приурочено к выходам песков и песчаников среднего девона. Установлены следующие отметки днищ погребенных долин: пра-Ринда (–113 м н.у.м.), пра-Вента (–156 м н.у.м. у г. Вентспилс), пра-Ужава (–113 м н.у.м.), Талсинская (–80 м, –140 м н.у.м.) и другие (Мейронс и др., 1974). Самой глубокой является Юрмальская долина (–282 м н.у.м. у Вайвари). Ширина долин изменяется от 500 до 1600 м (редко до 2000 м). Установлены V-образные, U-образные и террасированные поперечные профили долин (Мейронс и др., 1974). Строение заполняющих долины четвертичных образований разное. Выделяются долины с преобладанием ниже- и среднеоплейстоценовых ледниковых и водно-ледниковых отложений или заполненные образованиями последнего верхневалдайского оледенения. В ледниковых отложениях нередко наблюдаются отторженцы местных пород девона.

Среди погребенных долин Латвии выделяют: древние прадолины, моделированные ледниковой и водно-ледниковой деятельностью (например, пра-Гауя, пра-Вента); древние долины; ложбины ледникового выпахивания и размыва талыми водами (Видальский, Талсинский, Витрупский врезы) и образования сложного генезиса (врезы в окрестностях г. Даугавпилс) (Эберхард, 1969, 1975, 1982; Мейронс и др., 1974).

Погребенные долины Литвы на севере и юго-востоке страны врезаются в песчанистые глины среднего девона и доломитовые мергели верхнего девона, на юге — в меловые известняки, песчаники, песчанистые глины и палеогеновые пески, на западе — в известковистые глины триаса и юры. Для долин характерны меридиональные и широтные направления. Глубина погребенных долин достигает 300 м, их днища залегают на а. о. до –200 м. Аллювий в погребенных долинах встречается редко, долины в основном заполнены лед-

никовыми и водно-ледниковыми отложениями (Погребенные..., 1976).

По возрасту и генезису на территории Литвы были выделены следующие типы погребенных долин: доледниковые речные; плейстоценовые ледникового выпахивания и водно-ледникового размыва; речные, модифицированные ледниковым выпахиванием и размывом (Погребенные..., 1976). А. Битинас для территории восточной Прибалтики и Беларуси на основе связи расположения погребенных долин с зонами недавно активных разломов и с литологией дочетвертичного субстрата делает вывод о том, что они могут быть туннельными долинами (Bitinas, 1999). По его мнению, движение талых вод под ледником происходило в областях преимущественного развития прочных осадочных горных пород (на водоупорах с низкой проницаемостью) — Северной Эстонии, Южной Латвии, Северной Литвы. Спуск талых ледниковых вод по туннельным долинам происходил эпизодически и только по тектонически ослабленным зонам. А. Битинас считает, что только некоторые из неглубоких палеодолин могут быть фрагментами древней речной сети, впоследствии преобразованные ледниковой эрозией.

В Беларуси погребенные долины на поверхности дочетвертичных отложений и в структуре четвертичного покрова относят к ложбинам ледниковой экзарации, туннельным долинам и полигенетическим образованиям (Горецкий, 1967; Комаровский, 2009, 2021, 2022; Комаровский, Хилькевич, 2022). Для ряда ложбин установлены водно-ледниковые конусы выноса и дельты на их дистальном окончании (выраженные в современном рельефе и структуре поозерского ледникового горизонта (валдайский надгоризонт) в дистальной части краевых образований (Комаровский, Хилькевич, 2022), что также подтверждает точку зрения на их субгляциальную водно-эрозионную природу.

В Северной Беларуси погребенные долины приурочены к выходам на дочетвертичную поверхность среднедевонских песков и слабосцементированных песчаников. Погребенные долины практически не установлены в пределах выхода верхнедевонских карбонатных и терригенных алевролитоглинистых отложений (Комаровский, 2009). Глубина вреза погребенных долин — 40–170 м. Наблюдаются следующие абсолютные отметки днищ долин: –56 м Браславская, –104 м Глубокская, –122 м Чашникская, –50 м Селявская и другие. Днища палеодолин неровные, с перемычками (Комаровский, 2009). Установлена связь погребенных долин с разломными зонами и тектоническими структурами (Комаровский, 2009), выявлено проявление гляциодислокаций по бортам палеодолин и присутствие отторженцев в ледниковых образованиях, заполняющих палеодолины (Горецкий, 1967). Долины выполнены преимущественно ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями нижнего, среднего и верхнего неоплейстоцена (рис. 4, врезки 2а, 2б).

В пользу неречного происхождения свидетельствуют продольные профили через долину р. Неман, построенные Г. И. Горецкий (1980). На них глубина вреза неогенового палео-Немана и подошва раннечетвертичного аллювия пра-Немана расположены на а. о. около 20 м, в то время как глубина вреза ложбин ледникового размыва достигает отметки –80 м н.у.м.



Выводы

В результате анализа данных по геологическому строению погребенных долин северо-запада Восточно-Европейской равнины можно выделить следующие особенности их строения.

1. Низкие абсолютные отметки днищ долин расположены гораздо ниже современного вреза рек.

2. Колебания абсолютных отметок днищ палеодолин («горбатый» продольный профиль), отсутствие генерального уклона в сторону предполагаемого базиса эрозии.

3. Погребенные долины выполнены толщей ледниковых, водно-ледниковых и ледниково-озерных образований. Аллювиальные образования в них достоверно не обнаружены.

4. Для некоторых долин установлена связь: а) с озами, б) гляциодислокациями, в) тектоническими нарушениями.

5. В некоторых долинах наблюдается террасированность бортов.

6. Выявлены закономерности в расположении погребенных долин в зависимости от литологии и водопроницаемости пород дочетвертичного субстрата.

Полученные данные о строении погребенных долин свидетельствуют о том, что их формирование нельзя объяснить только речной эрозией. Также полученные результаты позволяют предположить, что некоторые погребенные долины Санкт-Петербурга, Ленинградской, Псковской и Новгородской областей являются туннельными долинами и сформировались в результате субгляциальной эрозии. В пользу генезиса подледными водами свидетельствует волнистый продольный профиль, который является одним из характерных признаков туннельных долин. Он обусловлен эрозией субстрата базальными тальмами водами, находящимися под высоким гидравлическим давлением (Van der Vegt et al., 2012; Kehew et al., 2012).

Вопрос происхождения и возраста погребенных долин требует дальнейшего изучения. Для этого необходимо получение новых буровых и геофизических данных о строении погребенных долин, а также проведение сравнительно-морфологического анализа погребенных долин изучаемой территории с туннельными долинами Северной Европы, территория которой также находилась под воздействием Скандинавского ледникового покрова.

Литература

- Ауслендер В. Г., Яновский А. С., Кабаков Л. Г., Пleshivtseva Э. С. Новое в геологии Санкт-Петербурга // Минерал. 2002. № 1(4). С. 51—58.
- Auslender V. G., Yanovskii A. S., Kabakov L. G., Pleshivtseva E. S. New in geology of Saint-Petersburg. Mineral, 2002, No. 1(4), pp. 51—58. (in Russian)
- Геоморфология и четвертичные отложения северо-запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Отв. ред. Д. Б. Малаховский, К. К. Марков. Л.: Наука, 1969. 256 с.
- Geomorphology and Quaternary Deposits of the North-West European Part of the USSR (Leningrad, Pskov and Novgorod Regions). D. B. Malakhovskiy, K. K. Markov (eds.) Leningrad: Nauka, 1969, 256 p. (in Russian)
- Горецкий Г. И. О происхождении и возрасте глубоких долинообразных понижений в рельефе постели антропогенных отложений ледниковых областей // Нижний плейстоцен ледниковых районов Русской равнины / Под ред. Г.И. Горецкого, Н. И. Кригера. М.: Наука, 1967. С. 17—34.
- Goretskii G. I. On genesis and age of the deep valley-like depressions in the bed of the Anthropogenic deposits in glacial regions Lower Pleistocene of glacial regions of Russian Plain. G. I. Goretskii, N. I. Kriger (ed.). Moscow: Nauka, 1967, pp. 17—34. (in Russian)
- Горецкий Г. И. Основные проблемы палеопотамологии антропогена / Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1974. № 42, С. 3—17.
- Goretskii G. I. The main problems of paleopotamology of the Anthropocene. Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period. 1974, No. 42. pp. 3—17. (in Russian)
- Горецкий Г. И. Особенности палеопотамологии ледниковых областей (на примере Белорусского Понеманья). Минск: Наука и техника, 1980. 288 с.
- Goretsky G. I. Features of paleopotamology of glacial regions (example of the Belarusian Ponemanye). Minsk: Science and Technology, 1980, 288 p. (in Russian)
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист О-(35), 36 — Ленинград / Отв. ред. А. С. Яновский. Л.: Мин-во геологии СССР, ВСЕГЕИ, ПГО «Севзапгеология», 1989. 212 с.
- Geological map of the USSR. Scale 1:1 000 000 (second generation). Explanatory note. Sheet O-(35), 36 — Leningrad. A. S. Yanovskiy (ed.). Leningrad: Ministry of Geology of the USSR, VSEGEI, Sevzapgeologia, 1989, 212 p. (in Russian)
- Геологическая карта России, увязанная с материалами по странам СНГ. Масштаб 1 : 2 500 000 / Под ред. С. И. Стрельникова, О. В. Петрова. СПб.: Федеральное агентство по недропользованию, ВСЕГЕИ, 2008.
- Geological map of Russia integrated with CIS countries material. Scale 1:2 500 000. S. I. Strelnikov, O. V. Petrov (eds.). St. Petersburg: VSEGEI, 2008. (in Russian)
- Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Ильменская. Лист О-36-XV. Объяснительная записка. Отв. исп. М. Е. Вигдорчик, Е. А. Зельдина. М., 1968. 92 с.
- State geological map of the USSR, scale 1:200 000. Sheet O-36-XV. Explanatory note. 92 p. Exec. M. E. Vigdorichik, E. A. Zeldina. Moscow, 1968 (in Russian)
- Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Ильменская. Лист О-36-XIV (Великий Новгород). Объяснительная записка. Отв. исп. В. Р. Вербицкий, В. В. Кямряя, В. В. Саванин и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. 255 с.
- State geological map of Russian Federation, scale 1:200 000. Sheet O-36-XIV (Veliky Novgorod). Explanatory note. Exec. V. R. Verbitskii et al. St. Petersburg: VSEGEI map plant, 2007, 255 p. (in Russian)
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-(34) — Калининград. Объяснительная записка / Отв. исп. Н. В. Лукьянова, Ю. Б. Богданов, О. В. Васильева и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 226 с.



- State geological map of Russian Federation, scale 1:1 000 000. Sheet N-(34) — Kaliningrad. Explanatory note. St. Petersburg: VSEGEI map reproduction plant, 2011, 226 p. Exec. N. V. Lukianova et al. (in Russian)
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 — Псков, (N-35), О-36 — Санкт-Петербург. Объяснительная записка / Отв. исп. В. Р. Вербицкий, И. В. Вербицкий, О. В. Васильева, А. Е. Кротова-Путинцева и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с.
- State geological map of Russian Federation, scale 1:1 000 000. Sheets O-35 — Pskov, (N-35), O-36 — Saint-Petersburg. Explanatory note. Exec. V. R. Verbitskii et al. Saint-Petersburg: VSEGEI map reproduction plant, 2012, 510 p. (in Russian)
- Дашко Р. Э., Александрова О. Ю., Котюков П. В., Шидловская А. В. Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга // Развитие городов и геотехническое строительство. 2011. № 1. С. 1—47.
- Dashko R. E., Aleksandrova O. I., Kotiukov P. V., Shidlovskaya A. V. Peculiarities of the engineering and geological conditions of St. Petersburg. Urban development and geotechnical construction, 2011, No. 1, pp. 1—47. (in Russian)
- Загородных В. А. Палеоврезы в дочетвертичную поверхность на юго-западе Прибалтики / Геоинформатика. 1999. № 4. С. 33—37.
- Zagorodnykh V. A. Paleoincisions in the Pre-Quaternary surface in the south-west of the Baltic. Geoinformatika, 1999, No. 4, pp. 33—37. (in Russian)
- Карпухина Н. В., Маккавеев А. Н., Захаров А. Л., Константинов Е. А. и др. Озерно-ледниковая терраса в Изборско-Мальской долине: строение, возраст и механизм формирования // Геоморфология. 2022. Т. 53, № 1. С. 65—80.
- Karpukhina N. V., Makkaveev A. N., Zakharov A. L., Konstantinov E. A. et al. Glacier-lake terrace in the Izborsk-Malskaya valley: structure, age and formation mechanism. Geomorphology, 2022, V. 53, No. 1, pp. 65—80. (in Russian)
- Квасов Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 278 с.
- Kvasov D. D. Late Quaternary history of big lakes and inland seas of Eastern Europe. Leningrad: Nauka, 1975, 278 p. (in Russian)
- Квасов Д. Д., Малаховский Д. Б., Ауслендер В. Г., Вонсавичус В., Кальберг Э. А., Каяк К. Ф., Ковалевский М. И., Лобачев И. Н., Экман И. М. О доледниковых речных системах северо-запада Восточно-Европейской равнины: Материалы совещания геоморфол. комиссии 7—8 февраля 1972 г. // Проблемы перестройки и перехвата речных долин. М., 1975. С. 82—87. (Изв. Московского филиала географического общества СССР).
- Kvasov D. D., Malakhovskiy D. B., Auslender V. G., Vonsavichus V., Kalberg E. A., Kayak K. F., Kovalevskiy M. I., Lobachev I. N., Ekman I. M. On preglacial river systems of the northwest of the East European Plain: Proceedings of the geomorphology commission meeting. February 7—8, 1972. Problems of restructuring and interception of river valleys. Moscow, 1975, pp. 82—87. (Proc. of the Moscow Branch of the Geographical Society of the USSR). (in Russian)
- Комаровский М. Е. Палеоложбины Белорусского Поозерья. Минск: БГУ, 2009. 181 с.
- Komarovskiy M. E. Palaeo-valleys in the Belarusian Poozerie area. Minsk: Belarusian State University, 2009, 181 p. (in Russian)
- Комаровский М. Е. Значение рельефа в возникновении ледниковых ложбин в Беларуси // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2021. № 1. С. 93—106. DOI:10.33581/2521-6740-2021-1-93-106
- Komarovskiy M. E. The importance of topography in the occurrence of glacial valleys in Belarus. Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology, 2021, No. 1, pp. 93—106. DOI:10.33581/2521-6740-2021-1-93-106 (in Russian)
- Комаровский М. Е. Морфология и генезис ясельдинских ледниковых ложбин в Беларуси // Там же. 2022. № 2. С. 117—143. DOI:10.33581/2521-6740-2022-2-117-143
- Komarovskiy M. E. Morphology and genesis of the Yaselda glacial valleys in Belarus. Ibid. 2022, No. 2, pp. 117—143. (in Russian)
- Комаровский М. Е., Хилькевич Е. В. Влияние термических условий в ложе последнего ледникового покрова на распределение ледниковых ложбин Белорусского Поозерья / Там же. 2022. № 1. С. 101—115. DOI:10.33581/2521-6740-2022-1-101-115
- Komarovskiy M. E., Khilkevich E. V. Influence of the thermal conditions within the bed of the last ice sheet on the distribution of glacial valleys of the Belarusian Poozerie area. Ibid. 2022, No. 1, pp. 101—115. DOI:10.33581/2521-6740-2022-1-101-115 (in Russian)
- Мейронс З. В., Страуме Я. А., Юшкевич В. В. Характеристика подчетвертичной поверхности Латвии и некоторые вопросы формирования погребенных «долин» // Вопросы четвертичной геологии. Рига: Зинатне, 1974. Т. VII. С. 9—21.
- Meirons Z., Straume J., Iushkevichs V. Sub-Quaternary surface in Latvia and some aspects of the formation of buried “valleys”. Problems of Quaternary geology, 1974, Riga: Publishing house Zinatne, V. 7, pp. 9—21. (in Russian)
- Николаева Т. Н., Норова Л. П. Инженерно-геологические условия строительства в районе палеодолины на северо-западе Санкт-Петербурга // Записки Горного института. 2013. № 200. С. 231—236.
- Nikolaeva T. N., Norova L. P. Engineering-geological conditions of building in zone paleovalleys in northwest of St. Petersburg. Journal of Mining Institute. 2013, No. 200, pp. 231—236. (in Russian)
- Петров О. В., Филиппов Н. Б., Богатырев И. В. и др. Итоги первого этапа создания 3D-модели подземного пространства Санкт-Петербурга. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2022 году. СПб.: Сезам, 2023. С. 335—345.
- Petrov O. V., Filippov N. B., Bogatyrev I. V. et al. Results of the first stage of 3D-model creation of underground space of Saint-Petersburg. Environmental protection, environmental management and environmental safety in St. Petersburg in 2022, St. Petersburg: Sezam, 2023, pp. 335—345. (in Russian)
- Погребенные палеоврезы поверхности дочетвертичных пород Южной Прибалтики / Отв. ред. А. А. Гайгалас. Вильнюс: Моклас, 1976. 140 с.



- The buried paleo-incisions of sub-Quaternary rocks surface of the south-east Baltic region. A. A. Gaigalas (ed.). Vilnius: Mokslas Publishers, 1976, 140 p. (in Russian)
- Рухина Е. В. О предчетвертичных долинах северо-западной части Русской платформы и их геологическом значении // Труды Ленинградского общества естествоиспытателей. 1957. Т. LXIX (2). С. 151–157.
- Rukhina E. V. About pre-Quaternary valleys of the northwestern part of the Russian Platform and their geological importance. Proceedings of the Leningrad Society of Naturalists, 1957, V. 69(2), pp. 151–157. (in Russian)
- Семенчук А. В. Условия формирования эксплуатационных запасов подземных вод юго-западной части Калининградского полуострова // Региональная геология и металлогения. 2017. № 69. С. 61–68.
- Semenchuk A. V. Formation conditions of useful groundwater resources in southwestern part of the Kaliningrad peninsula. Regional Geology and Metallogeny, 2017, 69, pp. 61–68. (in Russian)
- Спиридонов А. И. О происхождении переуглублений в бассейнах рек северной части Восточно-Европейской платформы // Возраст и генезис переуглублений на шельфах и история речных долин / Под ред. М. Н. Алексеева, Н. И. Николаева, В. Л. Яхимовича. М.: Наука, 1984. С. 193–197.
- Spiridonov A. I. On the origin of overdeepenings in river basins in the northern part of the East European Platform. Overdeepenings age and origin on the shelves and the history of river valleys. M. N. Alekseev, N. I. Nikolaev, V. L. Iakhimovich (eds). Moscow: Nauka, 1984, pp. 193–197. (in Russian)
- Таваст Э. Х., Раукас А. В. Рельеф коренных пород Эстонии. Таллин: Валгус, 1982. 194 с.
- Tavast E., Raukas A. The bedrock relief of Estonia. Tallinn: Valgus, 1982, 194 p. (in Russian)
- Эберхард Г. Я. Морфология и генезис некоторых типов долин и долинообразных форм в бассейне р. Даугава // Вопросы четвертичной геологии. Рига: Зинатне, 1969. Т. IV. С. 103–120.
- Eberkhard G. I. The morphology and genesis of some types of valleys in the Daugava basin. Problems of Quaternary geology, V. 4, Riga: Zinatne, 1969, pp. 103–120. (in Russian)
- Эберхард Г. Я. О некоторых особенностях древних врезов на территории Латвии и их формировании // Вопросы четвертичной геологии. Рига: Зинатне, 1975. Т. 8. С. 24–30.
- Eberkhard G. I. On some peculiarities of ancient incisions of Latvia and their development. Problems of Quaternary geology, V. 8, Riga: Zinatne, 1975, pp. 24–30. (in Russian)
- Эберхард Г. Я. К вопросу о ледниковом переформировании древних погребенных врезов // Доледниковый рельеф северо-запада Русской равнины. Л.: Изд. ГО СССР, 1982. С. 45–50.
- Eberkhard G. I. On the issue of the glacial re-formation of ancient buried incisions. Preglacial Relief of the Northwest of the Russian Plain. Leningrad: GO USSR, 1982, pp. 45–50. (in Russian)
- Asch K. (ed.) The 1:5 million scale International Geological Map of Europe and Adjacent Areas — IGME 5000. Hannover: BGR, 2005.
- Bitinas A. Some remarks on distribution and genesis of palaeoincisions in the East Baltic Area. Geological Quarterly, 1999, 43 (2), pp. 183–188.
- Karpukhina N., Bricheva S., Konstantinov E. et al. The Origin of Terraces in Buried Valleys in the Northwest of the East European Plain. Russian Geology and Geophysics, 2021, 62, pp. 194–206. DOI:10.2113/RGG20194049
- Kehe A. E., Piotrowski J. A. and Jørgensen F. Tunnel Valleys: Concepts and controversies — A review. Earth Science Reviews, 2012, 113, pp. 33–58.
- Krotova-Putintseva A. Y., Verbitskiy V. R. Preglacial geomorphology of the northern Baltic Lowland and the Valdai Hills, northwestern Russia. Bull. Geol. Soc. Finland, 2012, 84, pp. 58–68.
- Krotova-Putintseva A. Y. Genesis of buried valleys in the northwest of the East-European Platform. In: Sarala P., Johansson P. (Eds.), From Past to Present — Late Pleistocene, Last Deglaciation and Modern Glaciers in the Centre of Northern Fennoscandia. Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion. Rovaniemi: Geological Survey of Finland, 2017, pp. 118–119.
- Mikhnevich G. Composition of Pre-Quaternary surface and Quaternary sediments allocation on the territory of the Kaliningrad Region. In: Gritsenko V. A., Sivkov V. V., Yurov A. V., Kostianoy A. G. (Eds.) Terrestrial and Inland Water Environment of the Kaliningrad Region. The Handbook of Environmental Chemistry, 2017, vol. 65. Springer, Cham, pp. 45–79. DOI:10.1007/698_2017_87
- Rattas M. Spatial distribution and morphological aspects of eskers and bedrock valleys in north Estonia: implications for the reconstruction of a subglacial drainage system under the Late Weichselian Baltic Ice Stream. In: Applied Quaternary Research in the central part of glacial terrain (Johansson, P. & Sarala, P., eds), Geological Survey of Finland, Special Paper, 2007, 46, pp. 63–68.
- Raukas A., Tavast E., Vahe R. Vasavere ancient valley, its morphology, genesis and importance in the economy of North-East Estonia. Baltica, 2007, 20 (1–2), pp. 13–18.
- Vahe R., Miidel A., Raukas A., Tavast E. Ancient buried valleys in the city of Tallinn and adjacent area. Estonian journal of Earth Science, 2010, 59 (1), pp. 37–48. DOI:10.3176/earth.2010.1.03
- Van der Vegt P., Janszen A. and Moscarriello A. Tunnel valleys: current knowledge and future perspectives. In: Huuse M., Redfern J., Le Heron D. P., Dixon R. J., Moscarriello A. and Craig J. (Eds.) Glaciogenic Reservoirs and Hydrocarbon Systems. Geological Society, London, Special Publication, 2012, 368.

Поступила в редакцию / Received 17.10.2024