

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ КРИОЛОГИИ

УДК 551.345

DOI: 10.15372/KZ20250401

EDN: PMBKBJ

ПРОБЛЕМА ПОНИМАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМИНОВ “ЕДОМА” И “ЛЕДОВЫЙ КОМПЛЕКС”

В.Е. Тумской

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,
677010, Якутск, ул. Мерзлотная, 36, Россия**E-mail: vtumskoy@gmail.com*

Рассмотрена этимология и история развития научных терминов “едома” и “ледовый комплекс”, широко используемых учеными разных направлений при исследовании ландшафтов, геоморфологических условий, геологии четвертичных образований и истории криолитогеоза на Северо-Востоке Евразии. Обсуждаются проблемы в употреблении этих терминов, неточности и разночтения, зафиксированные в справочной и учебной литературе. С учетом новых данных о строении сильнольдистых отложений, полученных за последние четверть века, приведены новые основания для их уточнения и предложены их определения. Показано, что терминологические проблемы часто связаны с недоизученностью определяемых объектов, а также с небрежностью исследователей в использовании терминов и изложении своих результатов.

Ключевые слова: едома, ледовый комплекс, алас, термокарст, стратиграфия, неоплейстоцен, криолитозона, четвертичные отложения, Якутия.

Ссылка для цитирования: Тумской В.Е. Проблема понимания и использования терминов “едома” и “ледовый комплекс” // Криосфера Земли, 2025, т. XXIX, № 4, с. 3–21. DOI: 10.15372/KZ20250401. EDN: PMBKBJ.

YEDOMA AND ICE COMPLEX – PROBLEMS OF UNDERSTANDING AND USAGE

V.E. Tumskoy

*Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Merzlotnaya St. 36, Yakutsk, 677010 Russia**E-mail: vtumskoy@gmail.com*

The article examines the etymology and history of the evolution of the scientific terms “yedoma” and “ice complex”, widely used by scientists of different fields in the study of landscapes, geomorphological conditions, Quaternary geology and the history of cryolithogenesis in the North-East of Eurasia. Some problems in the use of these terms, inaccuracies and discrepancies recorded in reference and educational literature are considered. Based on new data on the structure of ice-rich deposits obtained over the past quarter of a century, new grounds for their clarification are given and their definitions are proposed. It is shown that terminological problems are often associated with under-exploration of the objects being defined, but to no lesser extent they are determined by the verbal carelessness of researchers in the presentation of their results.

Keywords: yedoma, ice complex, alas, thermokarst, stratigraphy, Neopleistocene, cryolithozone, Quaternary deposits, Yakutia.

ВВЕДЕНИЕ

Сильнольдистые отложения, имеющие суммарную объемную льдистость более 50–60 %, широко распространены на территории криолитозоны и известны как в Евразии, так и в Северной Америке. Они приурочены к верхним горизонтам мерзлых толщ до глубины 60–80 м. Значительная льдистость в них чаще всего обусловлена различ-

ными типами залежеобразующих льдов, в первую очередь пластовыми и повторно-жильными, в меньшей степени – сегрегационными текстурообразующими. Сингенетические и эпигенетические повторно-жильные льды (ПЖЛ) широко распространены на территории криолитозоны в различных по составу, возрасту и происхождению дис-

персных отложениях. Особое место среди таких отложений с ПЖЛ занимают толщи неоплейстоценовых пород, которые в настоящее время на территории низменностей Северной Якутии обычно связаны с едомами – возвышенностями, окруженными аласами. Благодаря этому со временем их стали называть “едомными отложениями” [Васьковский,

1963]. Во многом аналогичные по составу и строению толщ были описаны в Центральной Якутии [Григорьев, 1932; Граве, 1944; Соловьев, 1959]. Здесь они также слагают невысокие возвышенности, называемые межаласьями, но обнажены гораздо хуже, что существенно затрудняет их изучение. П.А. Соловьев [1959] назвал их ледовым комплексом (ЛК).

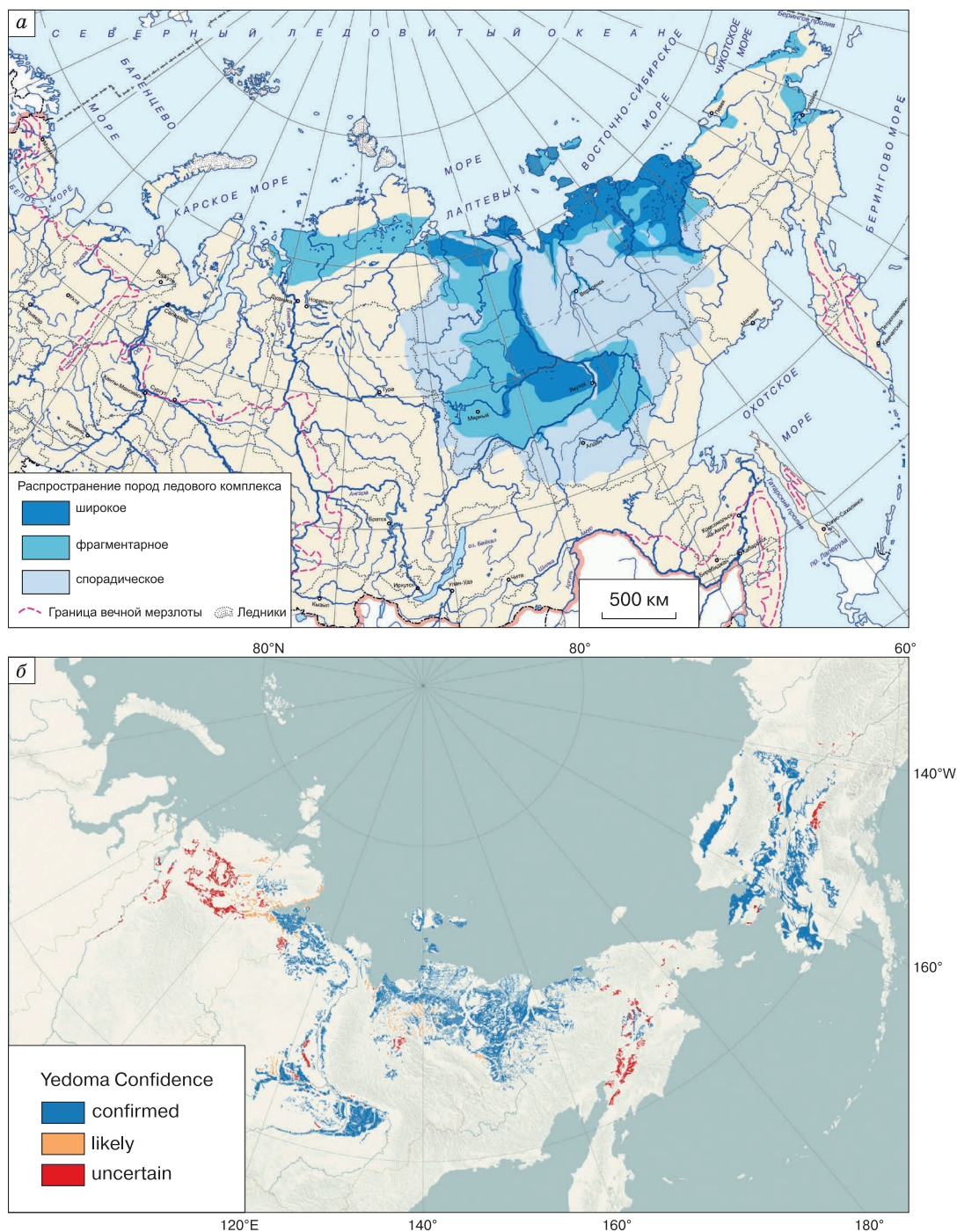


Рис. 1. Распространение отложений едом (ледового комплекса):

а – из работы [Конищев, 2011]; *б* – из работы [Strauss et al., 2021].

Впечатляющие обнажения отложений едом и ледового комплекса известны по берегам многих рек и озер, на побережье морей не только в Якутии, но и на Чукотке и Аляске, а также во многих других районах [Конищев, 2011; Strauss et al., 2021; Shur et al., 2022] (рис. 1).

При оттаивании этих отложений в обнажениях временно скапливается оттаявший материал, называемый “няша” (“жидкая илистая грязь”, как заимствование из саамского и норвежского языков), в котором почти всегда присутствуют костные остатки и фрагменты туш животных мамонтовой фауны. Поэтому уже у первопроходцев Северо-Востока сформировалось однозначное представление о связи между едомами, подземными льдами и остатками мамонтовой фауны.

Загадки происхождения и существования огромных масс подземных льдов и вмещающих их отложений, тесная связь с ними многочисленных остатков млекопитающих мамонтовой фауны с XIX в. привлекают внимание многочисленных исследователей. Этой теме посвящены сотни публикаций, в которых слова и словосочетания “едома”, “едомные отложения”, “edomная свита”, “ледовый комплекс” и другие используются как синонимы. В начале 70-х годов XX столетия применительно к этим сильнольдистым толщам стали использоваться также понятия “edomный комплекс”, “лесово-ледовая формация”, “лесово-ледяные отложения” [Томирдиаро, 1975, 1980], “криогенно-эоловые отложения” [Колпаков, 1983], “лессоиды” [Астахов и др., 2021] и т. д. Однако все эти слова и понятия означают отнюдь не одно и то же, а многие из них излишни. При их использовании в научных работах в качестве терминов они требуют четкой дефиниции и, что не менее важно, ее соблюдения! Наиболее яркое и самобытное название “едома” в настоящее время в виде кальки “yedoma” укоренилось в англоязычной литературе как официальное обозначение такого рода отложений [Schirmer et al., 2013], хотя первоначально в Северной Америке использовалось слово “muck” [Shur et al., 2022]. Оно пришло из лексикона золотодобытчиков Юкона и означало “грязь” (аналог отечественной “няши”), которая образуется при протавании льдистых алевроитов.

В результате до настоящего времени в научной литературе существует путаница, затрудняющая коммуникацию не только российских и зарубежных исследователей, но и в первую очередь отечественных криолитологов и геологов-четвертичников. Цель настоящей статьи заключается в определении вышеприведенных понятий, установлении их различий и взаимоотношений, упорядочивании использования. Из-за ограниченного объема работы ссылки приводятся только на избранные источники.

ИСТОРИЯ ПОНЯТИЯ “ЕДОМА”

В период с 1634 по 1643 г. отряды казачьих служилых людей пришли на Индигирку, Алазею и Колыму. Большинство казаков под предводительством М.В. Стадухина, С.И. Дежнева, Д.М. Ярило и других были поморами, родом из деревень по берегам Пинеги и других районов Северо-Запада России [Магидович И.П., Магидович В.И., 1983]. Они привнесли сюда топонимы, типичные для Карелии, Архангельской области, Поморья и др., откуда родом и слово “едома”. Этимологически оно имеет финно-угорское происхождение и восходит к карельскому, вепсскому и финскому языкам. Корень eda-, etä- реализуется в словах “etemmä” – дальше, подальше; “etemmäkkäl'i” – далековато; “etempi” – дальний, дальше; “etähin'i”, “ed'ähin'e” – далёкий, дальний, отдалённый и других [Тенегин, 1976; Мищенко, 2003; Мызников, 2019]. В русских говорах этот карело-вепсский корень находит отражение в целом ряде заимствованных слов: едома, эдома, андома. Под ними обычно понимаются удаленные залесенные высокие берега или возвышенности.

На Нижней Печоре и на Пинеге едомами (эдомами) называют возвышенности, гряды, покрытые еловым или хвойно-мелколиственным лесом. В настоящее время в Архангельской области, а особенно на Пинежье, существует множество топонимов *Едома* и *Эдома* (гора, река, села, озера и т. д.). В Вологодской области находится широко известная Андомская возвышенность (Андома-гора), а также река Андома, с. Едома. В нижнем течении крупных рек Яно-Индигирской и Колымской низменностей, на некотором удалении от берега моря, лиственный лес появляется на возвышенностях, тогда как в аласах и на многих заболоченных участках речных террас и пойм преобладают тундровые ландшафты. Поэтому именно на территории приморских низменностей Якутии слово “едома” было применено к объектам, сходным по облику с привычными для первопроходцев возвышенностями Поморья на Северо-Западе России. Возможно, тогда же оно стало использоваться и для безлесных возвышенностей в тундровой зоне, так как, передвигаясь по рекам, можно было видеть, как залесенные едомы постепенно сменяются голыми возвышенностями, или наоборот (рис. 2). При этом едомами называли именно заметные на низменности возвышенности, совсем необязательно сложенные породами с ископаемыми льдами. Достаточно вспомнить возвышенности Походской и Каменной едом, расположенные в дельте р. Колымы, сложенные коренными породами и не имеющие леса, так как это уже зона тундры. Немало таких возвышенностей и в нижнем течении р. Индигирки (возвышенности Джелон-

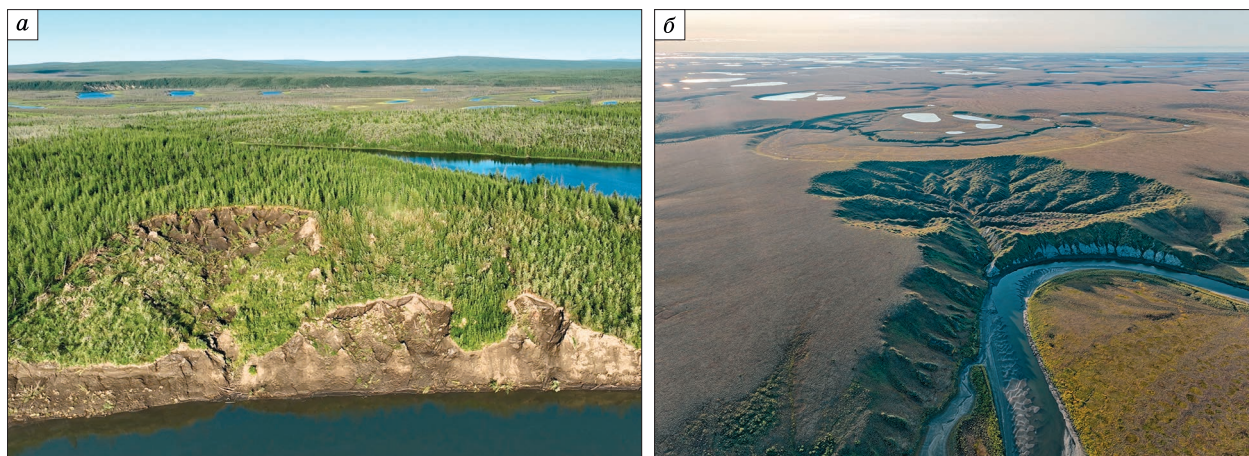


Рис. 2. Едомы в разных ландшафтах:

а – залесённые в зоне северной тайги (обнажение Малыхчын, р. Индигирка); *б* – в зоне тундры (протока Аччыгый–Аллаиха, низовья р. Индигирки).

Сисэ, Тастахская, Болбукталах и др.). Лишь позднее стало ясно, что многие едомы имеют сходное строение и состав.

По-видимому, впервые слово “едома” появляется в записках А.Е. Фигурина [1823], где он единожды упомянул, что едомы – это земляные возвышенности. При этом П.Ф. Анжу, участником экспедиции которого был А.Е. Фигурин, это слово не использует в своем описании берегов Ледовитого океана 1849 г. В дальнейшем в научных работах и описаниях территории Яно-Индигирской и Абыйской низменностей, а также Новосибирских островов понятие “едома” не используется в работах Л.И. Шренка [1885], А.А. Бунге, Э.В. Толля, К.К. Воллосовича, М.М. Ермолаева, Ю.Д. Чирихина (цит. по [Шумский, 1959]). Однако оно неоднократно встречается в исследовании А.Л. Биркенгофа [1934] по низовьям р. Индигирки, где он объясняет, что едомы – это “плосковерхие столбовые возвышенности”. Далеко не сразу слово “едома” вошло в научный обиход.

Из вышесказанного очевидно, что совершенно несостоятельно представление о происхождении понятия “едома” как производного от слова “съемная” земля [Ершов, 2002; Астахов и др., 2021], относимых казаками-первопроходцами к невысоким возвышенностям, якобы на основании того, что их склоны часто подмывались (“съедались”) озерами, реками или морем.

Таким образом, в исходном значении слова на территории приморских низменностей Якутии под едомой понимается форма рельефа в виде залесённой или голой возвышенности, ограниченной аласными котловинами, долинами рек или морским побережьем.

ИСТОРИЯ ТЕРМИНА “ЛЕДОВЫЙ КОМПЛЕКС”

Термин “ледовый комплекс” появился в Центральной Якутии в середине XX в., т. е. на три века позже, чем “едома”. Первые данные о наличии подземных (“ископаемых”) льдов здесь появились в XIX в. после работ А.Ф. Миддендорфа, но лишь в конце 20-х – начале 30-х годов прошлого века, после работ А.А. Григорьева [1932], они надолго привлекли внимание ученых. А.А. Григорьев рассматривал их как погребенные остатки неподвижных фирновых полей и промерзших до дна озера, а В.А. Обручев [1931] предположил, что это остатки мертвого льда ледников, спускавшихся с Верхоянского хребта на прилегающую предгорную равнину. Господствовавшие в первой половине XX в. геологические представления о фирновом или ледниковом происхождении толщ ископаемых льдов [Толль, 1897] вполне гармонизировали с их широким распространением на территории Центральной Якутии. Исходя из этого, в первых работах ископаемые льды представлялись как единое тело, хотя уже Н.А. Граве [1944], придерживаясь в целом представлений А.А. Григорьева об их фирновом происхождении, писал, что они залегают не сплошным покровом, а в виде прерывистых пятен.

Начаты в 1940 г. сотрудниками Института мерзлотоведения им. В.А. Обручева планомерные исследования ископаемых льдов Центральной Якутии показали, что проблема их распространения и происхождения тесно связана с проблемой происхождения аласного рельефа. Большинство исследователей изначально связывали возникновение и распространение аласов с процессом тер-

мокарста по ископаемым льдам [Григорьев, 1932; Ефимов, Граве, 1940; Граве, 1944; Соловьев, 1959; Качурин, 1961]. Существовало мнение, что на месте современных аласов были некие первичные котловины, в пределах которых накапливались подземные льды, что подразумевало предопределенность в расположении аласов. После того, как было показано [Ефимов, Граве, 1940], что таких котловин не существует, но образование аласов действительно связано с протаиванием ископаемых льдов, сами аласы как формы рельефа стали восприниматься в качестве признаков присутствия ископаемых льдов и использоваться для составления карт их распространения [Соловьев, 1947]. Плоские водоразделы, оставшиеся между аласами и содержавшие не вытаявший лед, А.И. Ефимов, Н.А. Граве, П.А. Соловьев и другие называли межаласьями, причем межаласьем П.А. Соловьев называет также основную, т. е. исходную, поверхность области развития аласов [Соловьев, 1959].

Из-за плохой обнаженности разрезов четвертичных отложений в Центральной Якутии основным методом изучения их строения и условий залегания было и до сих пор остается бурение. В 40–50-е годы XX в. были пробурены десятки скважин, на основании которых впервые стало возможно установить различие в строении аласов и межаласий. При анализе строения межаласий «...некоторые общие закономерности залегания ископаемого льда, выявленные бурением большого числа скважин, удобнее описывать, рассматривая льдистую толщу как “ледовый комплекс”» [Соловьев, 1959]. Первый раз это понятие использовано и определено в отчете 1951 г. (хранится в Фондах Института мерзлотоведения), где сказано, что “**ледовый комплекс** – толща пылеватых грунтов, включающая массивы ископаемого льда различных размеров, рассматриваемая как единое целое”. До конца 1940-х годов П.А. Соловьев придерживался мнения А.А. Григорьева и Н.А. Граве о происхождении ископаемых льдов Центральной Якутии, считая их захороненными фирновыми полями. Поэтому, вводя понятие “ледовый комплекс”, П.А. Соловьев скорее понимал под ним “ледниковый комплекс”, не используя это более четкое название потому, что генезис ископаемых льдов тогда был еще не доказан. Однако уже через несколько лет было доказано, что ископаемые льды в Центральной Якутии имеют повторно-жильное происхождение [Шумский, 1952]. Б.Н. Достовалов [1952] объяснил физико-геологический механизм образования и роста ПЖЛ, А.И. Попов [1953] раскрыл механизм накопления толщ отложений с такими льдами. С их результатами согласились практически все мерзлотоведы, поэтому в своей монографии П.А. Соловьев [1959] придерживается уже иного мнения о происхожде-

нии ископаемых льдов, считая их повторно-жильными, однако понятие ледового комплекса им используется в том же смысле, что и ранее – как термин, удобный для описания льдонасыщенного горизонта, по которому развивался термокарст и формировались аласы.

Согласно известному определению, данному П.А. Соловьевым [1959], “**ледовый комплекс можно трактовать как особый горизонт, насыщенный жилами льда, более или менее единый и плащеvidно залегающий на обширных участках, но неоднородный по возрасту, составу, генезису и мощности**”. Из этого определения следует два очевидных вывода. Первый заключается в том, что основным критерием выделения ледового комплекса служит присутствие в нем жил льда (из контекста монографии понятно, что речь идет преимущественно о сингенетических ПЖЛ), а все остальные характеристики горизонта могут меняться от места к месту. Второй вывод, основанный на сравнении определения ледового комплекса в упоминавшемся отчете 1951 г. и в монографии 1959 г., заключается в том, что ледовый комплекс – это толща отложений с ПЖЛ, рассматриваемая как единое целое, как горизонт, имеющий при этом определенное стратиграфическое положение, так как именно по отложениям с ПЖЛ впоследствии развивался термокарст и формировались аласы. При этом плащеvidное (т. е. покровное) залегание отражает тесную связь горизонта ледового комплекса с межаласьями: “Межаласье – поверхность форм рельефа, в строении которых значительное участие принимает ископаемый лед”. И сразу же уточняется: “Однако на межаласье нередко имеются участки и без ископаемого льда, которые в современном рельефе морфологически никак не выражены” [Соловьев, 1959]. На основании этого понятно, что П.А. Соловьев относит к ледовому комплексу только рельефообразующий (первый от поверхности) горизонт таких льдистых отложений, прерывистый по площади.

Таким образом, по исходному определению, введенному П.А. Соловьевым в 1959 г. применительно к территории Центральной Якутии, ледовый комплекс представляет собой залегающий вблизи поверхности земли, не выдержанный по территории и мощности горизонт разнородных отложений, содержащий повторно-жильные льды и служащий основой для развития термокарста.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЙНОГО АППАРАТА

Для обозначения плейстоценовых отложений с мощными ПЖЛ и взаимосвязанного с ними рельефа, помимо рассмотренных выше понятий, разные исследователи использовали и другие названия. Во многом это было обусловлено различным мировоззрением и исходным образованием ученых, опытом и задачами исследований.

Первые исследователи западной части приморских низменностей Якутии и Новосибирских островов почти не использовали слово “едома”, упоминали его, но не рассматривали как термин. Одними из первых исследователей, кто начал его широко использовать как геоморфологический термин применительно к территории Колымской низменности, были Ю.П. Баранова [1957] и С.Ф. Бискэ [1957], Е.М. Катасонов – для низовьев Яны [Катасонов, Бискэ, 1959], Ю.А. Лаврушин [1962] – для низовьев р. Индигирки, В.И. Кайялайнен и Ю.Н. Кулаков [1965] – для побережья пролива Дмитрия Лаптева. Характерно, что С.Ф. Бискэ, работавший также в низовьях р. Индигирки, местные возвышенности, сложенные отложениями с мощными ПЖЛ, относит к фрагментам единой озерно-аллювиальной равнины, не называя их едомами, а Ю.П. Баранова не использовала это слово при описании четвертичных отложений Чукотки. Чуть позже, в конце 1960-х – 1970-е годы, слово “едома” стало применяться при описании рельефа в низовьях р. Лены [Конищев, 1969]. Однако оставалось немало исследователей из разных организаций, которые не использовали слово “едома”, называя отвечающей ей геоморфологический уровень водораздельной поверхностью или поверхностью (древней) озерно-аллювиальной равнины.

В 1950-х – начале 1960-х годов, в ходе начавшегося планомерного геологического изучения территории Якутии, окончательно созрела необходимость в создании стратиграфических схем четвертичных образований. В первых местных стратиграфических построениях расчленение четвертичных отложений происходило по геоморфологическому принципу, предложенному еще М.М. Ермолаевым в 1932 г. [Втюрин и др., 1957]. Сильнольдистые отложения с ПЖЛ М.М. Ермолаев объединял в виде “ледяной фации”, Б.И. Втюрин с коллегами рассматривали их как древнеаллювиальный комплекс, А.И. Гусев [1958] выделял их как “мамонтовый горизонт”. В начале 1960-х годов, по результатам работ на территории Абыйской низменности и в нижнем течении р. Индигирки, Ю.А. Лаврушин [1962] предложил местную стратиграфическую схему четвертичных отложений, многие подразделения которой используются до настоящего времени. Отложения, вскрывающиеся в разрезах междуречных пространств, имеющих местное название едомы, он выделил как “edomскую серию”, отнеся к ней аллаховскую, аччгыгыйскую и воронцовскую свиты, имеющие вместе среднепозднеплейстоценовый возраст. Позже А.П. Васьковский [1963], рассматривая четвертичные отложения Восточно-Сибирской низины, отдельно выделил “проледенелые лессовидные суглинки”, слагающие громадные пространства в междуречьях и изолированные возвы-

шенности, обладающие относительной высотой 40–60 м. «Местное русское население называет их “едомами”, и поверхность, подстилаемую суглинками, удобно называть “едомной поверхностью»» [Васьковский, 1963]. Он объединил в стратиграфическом отношении льдистые суглинки, обнажающиеся в обрыве Муостахтала (рядом с известным обнажением Мус-Хая) на р. Яна, и в обнажении Дуваный Яр на Колыме, выделив их в едомную свиту. Несмотря на почти одновременное появление ее местных аналогов – мусхайнской, воронцовской и ойогосской свит – в научном обиходе осталось название именно “edomная”, так как оно подчеркивало тесную связь льдистых отложений и ПЖЛ с едомами как формами рельефа [Каплина, 1981]. Позже Т.Н. Каплина писала: «Чрезвычайно широкое распространение свиты и ее четкая приуроченность к рельефу, получившему на всей территории Яно-Колымской низменности название “едома”, делают название “edomная свита” в смысле приоритета предпочтительным. Остальные названия могут применяться лишь как местные вспомогательные, например, ойогосская толща» [Решения..., 1987]. В дальнейшем название “edomная” присутствовало во всех стратиграфических схемах, хотя статус и объем этого подразделения варьировали от свиты до надгоризонта. В настоящее время существует едомный надгоризонт в региональной схеме Яно-Колымской низменности, к которому относятся отложения 2–4-й ступеней верхнего звена неоплейстоцена [Карта..., 2022]. Таким образом, начиная с 60-х годов XX в. в изначально геоморфологическом смысле слова “едома” появилась вторая составляющая – стратиграфическая.

С конца 1960-х годов С.В. Томирдиаро [1975, 1980] развивал гипотезу эолового происхождения сильнольдистых пылеватых отложений с ПЖЛ. Отложения едомной свиты, имеющие такой состав, в первых работах часто назывались им едомным комплексом. Чтобы подчеркнуть свое принципиально иное видение происхождения этих льдистых отложений, С.В. Томирдиаро ввел термин “лессово-ледовая формация”, объединив в нем два типа льдистых отложений – лессово-ледовых и ледово-лессовых, различающихся соотношением ледового и минерального компонентов [Томирдиаро, 1980]. По сути, содержание термина “лессово-ледовая формация” полностью идентично термину “ледовый комплекс”, да и сам С.В. Томирдиаро использовал термин “edomный комплекс” наравне с лессово-ледовым.

Появившись в 1960-е годы, стратиграфическое подразделение “edomная свита” довольно быстро стало нарицательным для самих отложений, в результате чего широко распространилось понятие “edomные отложения”. Разные авторы использовали всевозможные “edomные” комбина-

ции: едомный комплекс, едомная толща, едомная формация, едомная свита и т. д., придавая им то стратиграфический, то вещественный, то геоморфологический, то комбинированный смысл. В 1970-е годы многие исследователи осознали принципиальную схожесть и своеобразие едомных отложений Северной Якутии и ледового комплекса Центральной Якутии. Наиболее явно использование понятия “ледовый комплекс” для общего обозначения синкриогенных отложений с ПЖЛ в пределах едом проводилось в работах Т.Н. Каплиной [Каплина и др., 1978].

В результате, начиная с 80-х годов прошлого столетия, понятия “едома”, “edomные отложения”, “edomная свита (серия, фация, комплекс и др.)”, “ледовый комплекс”, “лессово-ледовые отложения” (формация, комплекс) и им подобные используются как синонимы. Благодаря удивительной небрежности авторов в использовании научных терминов, в результате широкого и часто жаргонного использования этих слов, произошло смешение их исходного геоморфологического, стратиграфического и вещественного смыслов. При этом в литературе часто используется вариант “едома” как наиболее короткий. В результате этого возникает недопонимание как между отечественными, так и с зарубежными исследователями, что же подразумевается под этим термином и как он соотносится с не менее широко употребляемым понятием “ледовый комплекс”. В целом же, вопреки истории, доминирующим остается вещественный литологический смысл едомы и даже *yedoma* – это льдонасыщенные сингенетические мерзлые породы [Schirmer et al., 2013].

До настоящего времени исчерпывающего и общепринятого определения понятия “ледовый комплекс” нет. Исходное определение, данное П.А. Соловьевым в 1959 г., оказалось удобным, однако со временем, из-за неопределенного объема понятия, под ледовым комплексом стали понимать более широкий спектр геологических объектов, расположенных в первую очередь в других регионах – от Ямала до Чукотки и Забайкалья. Это привело к “плавающим” границам определяемого объекта, что отражено в весьма различном толковании понятий “едома” и “ледовый комплекс” в геолого-географических словарях и учебниках, т. е. в работах, отражающих состояние терминологического аппарата. Нет смысла останавливаться на всем многообразии их дефиниций, но необходимо отметить, что ни в одном учебном пособии или словаре нет исходного определения П.А. Соловьева. Н.Н. Романовский [1993, с. 16] пишет, что ледовый комплекс – это высокольдистые субэаральные синкриогенные отложения с мощными повторно-жильными льдами. В учебнике Э.Д. Ершова [2002] понятие ледового комплекса приравнивается к едомной толще, его опреде-

ления автор не приводит, понимая под ним лессовидные синкриогенные мерзлые породы с крупными сингенетическими ледяными жилами. Аналогично понятие ледового комплекса представлено в работе Ю.Б. Баду [2021].

Принципиально иначе, вразрез с другими представлениями, ледовый комплекс и едома, считающиеся синонимами, рассматриваются в двухтомной монографии С.А. Харриса с соавторами [2020]: «Плейстоценовые ледяные жилы вдоль северного берега Сибири ... являются результатом полиморфизма и исчезновения окружающих их минеральных отложений. Они называются **едомой (*yedoma*)** или **ледовым комплексом (*ice complex*)** и представляют собой чрезвычайно льдистые, многолетнемерзлые отложения с мощными ледяными жилами, сформированными при континентальном осадконакоплении во время плиоценовых и плейстоценовых оледенений» (с. 174) (подчеркнуто автором – В.Т.). Помимо этого странного и противоречивого определения, в той же работе почему-то присутствуют еще два определения тех же терминов, и все они разные. В последнем учебнике для вузов приведено определение, корректно разделяющее основные понятия: “*Ледовый комплекс* представляет собой сингенетические льдистые мерзлые толщи мощностью несколько десятков метров, содержащие повторно-жильные льды, которые крайне неустойчивы к тепловым воздействиям. Ледовый комплекс часто слагает так называемые едомы – останцовые возвышенности и межаласные холмы” [Брушков и др., 2024, с. 97, 98]. Причем это определение сильно отличается от приведенного тем же автором за 4 года до этого. Иное определение, данное в том же учебнике: “Тип крупных залежей подземного льда, называемый *едома*, или *ледовый комплекс*, встречается в Центральной Якутии, вдоль арктического побережья России, например, в районе дельты Лены и в неледниковых частях Северной Аляски. Он состоит из ледяных жил, которые образовались в неледниковых районах во время ледниковых событий” [Там же, с. 140], полностью нивелирует понимание терминов, сформулированных ранее. В соответствии с определением Ю.К. Васильчука: “едома – это сингенетические льдистые (содержащие более 50–90 % льда), как правило, богатые органическим материалом (содержащие более 1–2 % органики), иловатые и пылеватые супесчаные и мелкопесчаные позднеплейстоценовые отложения, которые вмещают мощные (высотой до 15–20 м и более, шириной 1.0–3.5 м), нередко многоярусные сингенетические повторно-жильные льды” [Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., 2020, с. 3].

В словарях определения также весьма разнятся. “Ледовый комплекс, едома (*ice complex, edoma*) – лессовидные сингенетические мерзлые по-

роды плейстоценового возраста и обычно большой мощности, слагающие северные приморские низменности, равнины Центральной Якутии и Северо-Востока. Для Л.к. (ледового комплекса – *прим. автора*) свойственны высокая (до 70, реже до 90 %) льдистость отложений и наиболее крупные (высотой до 60–80 м) сингенетические ледяные жилы” [*Геокриологический словарь, 2003*]. В геологическом словаре – основном своде геологических терминов – определения ледового комплекса нет вообще, а дефиниция едомы появилась только в издании 2010 года: “Едома – 1. Ассоциация лессовидных отложений с мощным сингенетическим повторно-жильным льдом. Обычно включает также болотные и озерные образования. Едомы развиты в областях распространения многолетней мерзлоты. 2. Плосковерхинная останцовая возвышенность, сложенная горными породами едомного комплекса, сохранившаяся среди аласов” [*Геологический словарь, 2010*]. Здесь появилась генетическая характеристика, но исчезла возрастная. Несколько неожиданно выглядят определения в географическом словаре: “Ледовый комплекс – природный ландшафт, в котором значительную роль играют подземные льды, многолетнемерзлые породы и мерзлотные формы рельефа”; “Едома – плосковерхие холмы или невысокие гряды с мелким лесом среди аласов на равнинах тундр, подверженные активным проявлениям термокарста” [*Котляков, Комарова, 2021*]. В некоторых других определениях в состав ледового комплекса включаются залегающие подземные льды нежильного генезиса, а отложения по возрасту – вплоть до мезозоя. Есть работы, в которых рассматриваются высокая и низкая едомы, причем низкая “...образовалась в результате интенсивной переработки термокарстовыми процессами высокой едомы, она формирует поверхность термоаласной аккумулятивной равнины” [*Белолюбский и др., 2017*]. Другой подход к выделению высокой и низкой едом продемонстрирован в работе С.Ф. Колесникова [2020], где к высокой едоме отнесен уровень, сложенный преимущественно среднеледниковыми малольдистыми отложениями керемситского надгоризонта, а к низкой едоме – гипсометрически более низкий уровень, представленный отложениями ледового комплекса ойогосской свиты (III₂). В первом случае “низкая едома” явно представлена аласной поверхностью и никакого отношения к едоме вообще не имеет, во втором случае к “высокой едоме” отнесен уровень, сложенный не отложениями ЛК, а малольдистыми отложениями, которые с геологической точки зрения едомы вообще не формируют.

Как видно из приведенных примеров, у разных исследователей определения рассматриваемых терминов не только разнообразны и противо-

речивы, но часто подразумевают и принципиально различные объекты – формы рельефа, мерзлые отложения или только льды, типы ландшафта, хотя обычно при этом преподносятся как синонимы. С точки зрения автора, вышеприведенные и многочисленные неупомянутые определения либо очень коротки и обобщенны, либо, наоборот, имеют описательный характер, не вычленив сути понятий, либо совсем “не по теме”. Это отражает неодинаковое понимание рассматриваемых терминов учеными, а значит, существование проблемы в идентификации изучаемого геологического феномена. Однако надо обратить внимание и на то, что в большинстве определений есть некоторые общие моменты: под ледовым комплексом (едомой) чаще всего понимаются толщи отложений, представленные синкриогенными породами с мощными повторно-жильными льдами, формирующие определенные типы рельефа.

НОВЫЕ ОСНОВАНИЯ К УТОЧНЕНИЮ ТЕРМИНОЛОГИИ

Практически любое научное понятие или термин, заимствованное когда-то из местных диалектов, смежных областей знаний или введенное конкретным исследователем, по мере развития науки изменяет или уточняет свое содержание. Не избежали этого и “едома” с “ледовым комплексом”. Появившиеся новые данные об условиях залегания и особенностях строения сильнольдистых отложений с повторно-жильными льдами предполагают необходимость совершенствования и уточнения касающейся их терминологии. Рассмотрим основные из них.

Едома. Несмотря на существующее в литературе триединство в понимании этого термина [Sher, 1991], его исходное геоморфологическое толкование вполне сохранилось – это плосковерхинная возвышенность, ограниченная аласными котловинами, долинами рек или берегом моря. В большинстве случаев едомы сложены в верхней части разреза отложениями ледового комплекса, которые перекрыты покровным слоем, имеющим мощность от десятков сантиметров до 1–2 м. Рассматривая едому как научный мерзлотно-геоморфологический термин, необходимо ограничивать тип возвышенностей, называемых едомами, только теми, которые действительно вблизи поверхности (под покровным слоем) сложены отложениями ледового комплекса. При этом исторически принятое географическое название иных типов едом (например, Походская едома), целесообразно понимать только в топонимическом смысле, а не в мерзлотно-геологическом. Необходимо также помнить, что, исходя из исконного значения и современного понимания слова “едома”, весьма странно выглядит словосочетание “едомная возвышенность”, довольно широко используемое в

научной литературе. По сути, оно обозначает “возвышенную возвышенность”. От такого словопотребления следует отказаться.

Во многих работах, начиная с П.А. Соловьева и А.П. Васьяковского, с едомой ассоциируется еще одно важное понятие – едомная поверхность. Под ней подразумевается поверхность тех сильнольдистых отложений с ПЖЛ, которые были подвержены озерному термокарсту, а их останцы образовали современные едомы. Важно отметить, что под едомной поверхностью понимается поверхность и ее уровень в конце позднего неоплейстоцена и в голоцене, в самом конце криохрона, непосредственно перед началом развития термокарста и площадной термоденудации. До этого, во время формирования отложений ЛК, его поверхность была просто поверхностью аккумуляции. Уровень и рельеф едомной поверхности реконструируют по наибольшим высотным отметкам едом, однако надо помнить, что на протяжении всего голоцена едомы подвергались термопланации, на них образовался покровный слой, и современные высоты лишь примерно соответствуют исходному едомному уровню – практически всегда они ниже него.

На окраинах приморских низменностей Северной Якутии, Момо-Селенняхской впадины и в других районах существует предгорный пояс шириной в десятки километров, в пределах которого мощность ЛК по направлению от гор увеличивается с 3–5 до 10–20 м и более. Из-за выраженного

уклона и хорошей дренированности в его пределах очень мало термокарстовых озер и аласных котловин. Расчленение ледового комплекса здесь имеет иной тип и происходит преимущественно за счет врезания многочисленных коротких рек и термоэрозионных оврагов. Поэтому для этого пояса характерен пологоувалистый рельеф с многочисленными линейными флювиальными понижениями и редкими термокарстовыми котловинами (рис. 3, а), а не едомы, ограниченные преимущественно аласами, как в центральных частях низменностей. Тем не менее едомная поверхность вполне может быть прослежена и на этих участках, трассируясь здесь из центральных частей низменностей, а периодическое возникновение озер на ней со временем может привести к обособлению типичных едом.

В пределах многих речных долин Северо-Востока России отложения ледового комплекса слагают не только едомы, но и отдельные хорошо выраженные террасы (например, II надпойменная терраса высотой 15–18 м в низовьях р. Яна [Басилян и др., 2012], сходная по высоте терраса в низовьях р. Индигирки), а также террасоувалы (например, в долине р. Дебин, хр. Черского). В их пределах также существуют термокарстовые котловины, образовавшиеся по ЛК, но размеры и морфология этих котловин отличаются от аналогичных форм, расположенных среди собственно едом, имеющих абсолютные отметки в среднем вдвое больше (см. рис. 3, б). Называть фрагменты террас между тер-

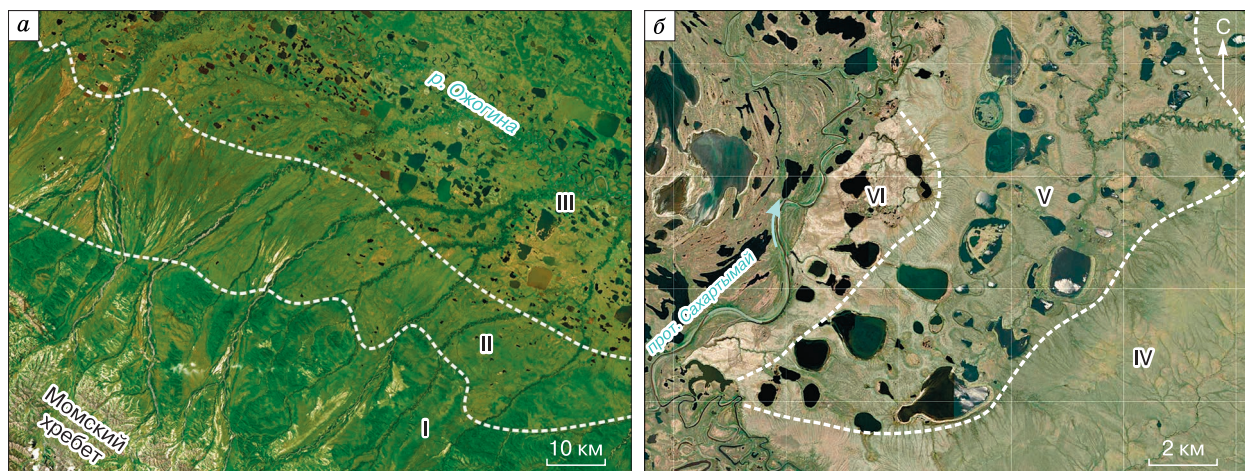


Рис. 3. Примеры различного характера расчленения отложений ледового комплекса, не приводящего к появлению едом.

а – переходная предгорная зона между Момским хребтом и Абыйской низменностью (I – нижние части склонов Момского хребта, где ЛК практически отсутствует; II – предгорный пояс, где мощность ЛК незначительная, доминируют односторонние эрозионные понижения, термокарстовое расчленение незначительное: едомная поверхность есть, а едом нет; III – территория низменности, где мощность ЛК превышает 10–15 м и резко возрастает количество термокарстовых котловин, появляются едомы); б – фрагмент западной окраины Кондаковского плоскогорья в низовьях р. Индигирки, район протоки Сахартымай, 30 км к югу от пос. Чокурдах (IV – западные склоны плоскогорья; V – область распространения едом с отметками 30–40 м н.у.м.; VI – фрагмент террасы высотой 13–15 м, расчлененной термокарстовыми озерами, но без едом). Использованы фрагменты мозаики космических снимков (ресурс Google Earth).

мокарстовыми котловинами едомами нельзя, так как они не образуют отдельных возвышенностей, характерных для более высокого гипсометрического уровня, поэтому ледовый комплекс здесь есть, а едомы нет.

Из вышесказанного вполне очевидно, что едомная поверхность – это поверхность формы существовавшего в прошлом макрорельефа, после расчленения которой, преимущественно термокарстовыми котловинами, ложинами и пр., образовались отдельные формы мезорельефа – едомы. Едомная поверхность местами существует в настоящее время (это приводораздельные поверхности едом и едомных массивов, с поправкой на термопланацию), местами же реконструируется, тогда как едомы представляют собой реальные формы рельефа. При этом не везде расчленение исходной едомной поверхности привело к образованию едом.

Ледовый комплекс. ЛК представляет собой толщу, состоящую из сильнольдистых отложений с сингенетическими ПЖЛ и текстурным льдом. Основная генерация ПЖЛ формирует пространственную решетку, отдельные ледяные жилы которой в вертикальном поперечном разрезе имеют неправильную столбообразную форму. В ячейках решетки расположены округлые в плане грунтовые столбы, состоящие из отложений разного состава и льдистости, обусловленной преимущественно сегрегационным и сегрегационно-инфильтрационным льдом. Грунтовые столбы во многих разрезах разбиты эпи- и сингенетическими ледяными жилами более высоких генераций. Согласно исходному определению и большинству последующих его разумных модификаций, ЛК представляет собой геологическое тело сложного строения, в котором собственно отложения и ледяные жилы неразрывно связаны друг с другом и образуют единую толщу (горизонт). Поэтому рассматривать ЛК как только отложения или только ледяные жилы [Харрис и др., 2020; Брушков и др., 2024] принципиально неверно. Но если мы имеем дело с геологическим телом, то что представляют собой его границы, которые мы обязаны определенно указывать, чтобы отделить его от ниже- и вышезалегающих, а также расположенных по латерали других геологических тел?

Кровля отложений ЛК диагностируется достаточно четко по резкому несогласному криогенному контакту, который может быть выражен контактом протаивания или эрозионно-криогенным контактом [Тумской, 2021]. Контакты протаивания в качестве кровли толщи ЛК обычно представлены вблизи поверхности едом, разделяя толщу ЛК и покровный слой (рис. 4, а, 5, а). Они выражены оплавленной поверхностью ледяных жил (этот признак в качестве основного использовал П.А. Соловьев) и резким изменением типа крио-

генных текстур над грунтовыми столбами – от поясковых и поясковидных в ЛК к параллельно-слоистым массивным или, наоборот, атакситовым – в основании покровного слоя. Кроме того, почти всегда наблюдается угловое несогласие между ледяными шлирами, расположенными ниже и выше контакта. В случае, если толща ЛК перекрыта другими отложениями в результате эрозионного размыва, кровлей ЛК на таком участке будет эрозионно-криогенный контакт (см. рис. 4, б), выраженный срезанием (размывом) отложений ЛК при второстепенной роли протаивания, и характерными криогенными текстурами перекрывающих отложений, подчеркивающими конфигурацию вреза.

Установление подошвы толщи ЛК часто вызывает вопросы, связанные с изначально не совсем корректным ее определением. Согласно П.А. Соловьеву [1959], “нижняя граница ледового комплекса проводится по нижнему контакту льда в разрезе скважин”. Исходя из этого, можно полагать, что подошва ЛК проводится по нижним концам ледяных жил, как это сделано, например, в работе В.В. Куницкого [1996] (см. рис. 5, а).

Однако любые сингенетические ледяные жилы имеют нижнюю эпигенетическую часть, проникающую в подстилающие породы на 1–5 м, причем эти породы могут быть почти любого возраста и состава. Включать эту часть разреза в состав синкриогенной толщи ЛК геологически некорректно, поэтому подошва ЛК должна проводиться не по нижним концам ледяных жил, а по резкому изменению криогенной текстуры мерзлых отложений в грунтовых столбах, так как выше нее они становятся поясковыми или поясковидными, заметно увеличивается суммарная объемная льдистость, появляются признаки сингенетического промерзания [Романовский, 1977]. При этом, хотя и не всегда, меняется состав отложений за счет увеличения количества пылеватой фракции. В приведенных на рис. 5 примерах подошва ЛК должна проводиться выше указанной, она будет соответствовать первой литологической границе.

Боковые (латеральные) границы толщи ЛК выражаются несколькими способами. Они могут быть связаны с постепенным уменьшением мощности ЛК за счет сближения и смыкания кровли и подошвы, т. е. его выклиниванием, что происходит, например, в предгорных районах при движении вверх к водоразделам, или в случае заполнения отложениями ЛК понижения в рельефе. В других случаях боковые границы определяются соотношением возраста ЛК и граничащих с ним отложений. Если ЛК моложе, он будет вложен или прислонен к вмещающим отложениям, что приводит к возникновению эрозионно-криогенного контакта. Если ЛК старше, то граница с более молодыми отложениями будет связана с протаиванием

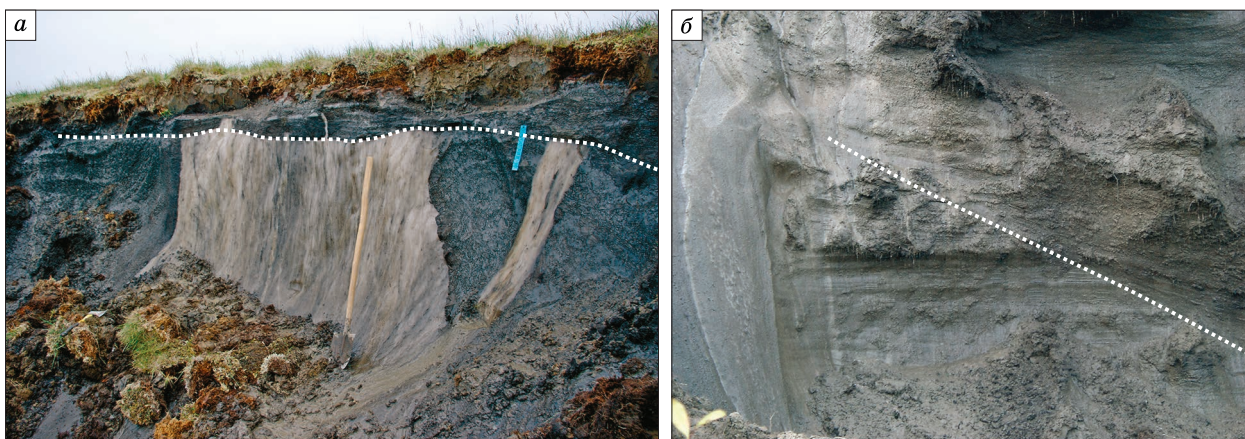


Рис. 4. Положение кровли толщи отложений ЛК (показано белой пунктирной линией):

а – контакт протаивания под покровным слоем; *б* – эрозионно-криогенный контакт (фрагмент), разделяющий два горизонта ЛК.

или срезанием отложений ЛК сбоку, что будет выражено контактами протаивания или эрозионно-криогенными.

Таким образом, несмотря на выделение ледового комплекса в самостоятельное геологическое тело по присутствию в нем сингенетических повторно-жильных льдов, его границы во многих случаях, особенно подошва, проводятся не по ним, а по изменению состава, сложения и по криогенному строению самих отложений в грунтовых

столбах. При этом криогенные признаки часто имеют первостепенное значение, так как в толще резко доминирует ледяная составляющая. Рельеф кровли ЛК обычно имеет пологие очертания и ведет себя практически одинаково над грунтовыми столбами и ледяными жилами (см. рис. 4, *а*), за редкими исключениями (см. рис. 5, *б*). Подошва ЛК, проводимая по основанию синкриогенной части грунтовых столбов, всегда сечет нижние эпигенетические концы ледяных жил.



Рис. 5. Определение положения подошвы толщи ледового комплекса.

а – на примере из [Куницкий, 1996], 1 – нижняя граница ЛК, 2 – литологическая граница, 3 – подошва сезонноталого слоя, 4 – ледяные жилы, 5 – алевроиты темно-серые, 6 – алевроиты зеленовато-серые, 7 – суглинки, 8 – алевроиты сизые озерные; *б* – на примере из разреза на р. Вилюй (белые линии – литологические границы, черная штрихпунктирная линия – некорректно определенная подошва ЛК). Пояснения в тексте.

Такой подход, вполне очевидный с мерзлотно-геологической точки зрения, позволяет выделять в разрезах едом (напомним, что едомы – это формы рельефа!) сплошные или прерывистые горизонты, слои или линзы отложений, которые существенно отличаются по составу, геологическому и криогенному строению от ЛК и при этом часто не содержат ледяных жил. На контактах с более льдистыми отложениями ЛК они образуют ярко выраженные криогенные контакты. Наиболее часто такие слои и линзы представлены озерными отложениями, появление которых связано с развитием термокарста по ранее образованным льдистым отложениям. Местами они замещаются по горизонтали пачками делювиально-пролювиальных отложений, горизонтами реликтового покровного слоя. Иногда криогенные контакты проявляются только в перестройке системы ледяных жил и некотором изменении криогенного строения в грунтовых столбах.

Широкое развитие в разрезах разных едом линз озерных отложений можно рассматривать как проявление региональных или глобальных климатических изменений. Типичным примером могут служить линзы озерных отложений крестюряхской и аччыгыйской свит на севере Яно-Индигирской низменности, отмечаемые практически на всей ее территории и представляющие собой результат развития озерного термокарста в эпоху первого потепления позднего неоплейстоцена. В то же время менее выраженные климатические изменения в более южных районах могли проявляться в строении разрезов, а в районах с более суровым климатом – нет. Именно поэтому, например, отложения молотковского горизонта (морская изотопная стадия 3, ранее называвшаяся каргинским интерстадиалом) в виде самостоятельных тел присутствуют в разрезах едом на территории приморских низменностей Северной Якутии, а на арктическом побережье и Новосибирских островах практически неизвестны. В результате в разрезе едом выделяются геологические тела, представляющие собой толщи сильнольдистых синкриогенных отложений с ледяными жилами, которые разделены толщами, имеющими другое происхождение и образовавшимися в отличающихся ландшафтно-климатических условиях. С геологической точки зрения такое строение однозначно заставляет исследователей рассматривать их как разные геологические тела, что давно отражено в публикациях [Каплина, 1981; Конищев, 1983; Тумской, 2012; Schirrmeister et al., 2013; Tumskoj, Kuznetsova, 2022]. Каждый из горизонтов сильнольдистых синкриогенных отложений с ПЖЛ соответствует упомянутому выше определению ледового комплекса, в результате чего в разрезах едом можно выделять несколько горизонтов ЛК, имеющих разный возраст и стратигра-

фическое положение. Рассматривать их совместно как едомные отложения, т. е. отложения, вскрывающиеся в разрезах едом, геологически бессмысленно, поскольку в разрезе едом могут присутствовать (и присутствуют) геологически совершенно разные отложения – и по происхождению, и по составу, и по условиям залегания. Вот и получается, что понятия “ледовый комплекс” и “edomные отложения” – не одно и то же, так как разрезы едом сложены не только едомными отложениями.

Тогда что же такое “edomные отложения”? В геологии словосочетания такого рода обычно используются при описаниях состава, строения и условий залегания, происхождения отложений, объединенных по стратиграфической и возрастной принадлежности, как, например, юрские или баженовские отложения (отложения баженовской свиты). В настоящее время для территории Яно-Колымской низменности действует региональная стратиграфическая шкала 1987 г. [Решения..., 1987], в которой выделяется едомный надгоризонт в объеме 2–4-й ступеней позднего неоплейстоцена (соответственно ойгосский, молотковский и сартанский горизонты). Однако на многих современных картах четвертичных образований, входящих в комплект геологической карты масштаба 1:1 000 000 третьего поколения, выделяются одновременно едомные образования (отложения) нерасчлененные (лессоид, LedII–III) и едомная свита (лессоид, LedIII, III_{2–4}). Таким образом, говоря “edomные отложения”, нужно понимать под ними либо все отложения среднепозднеоплейстоценового возраста, либо только 2–4-й ступеней позднего неоплейстоцена, но в обоих случаях в них включаются генетически и криогенетически совершенно разнородные по составу и условиям залегания отложения.

При анализе публикаций, особенно 70–80-х годов прошлого столетия, в которых упоминаются едомные отложения, во многих случаях очевидно, что речь идет о верхнем горизонте сильнольдистых отложений с ПЖЛ в едомах. В настоящее время в их пределах он является рельефообразующим, если не учитывать маломощный покровный слой. Однако в долинах рек Яна, Индигирка и др., на Новосибирских островах, где неоднократно проводились исследования, известно существование других геоморфологических уровней, примыкающих к едомам (их часто рассматривают как вторые надпойменные террасы или вложения, местами террасоувалы), которые сложены криолитологически аналогичными отложениями. Они не являются едомными с геоморфологической точки зрения, так как не формируют едомы, хотя могут считаться таковыми со стратиграфической точки зрения, поскольку соответствуют верхней части едомного надгоризонта (сартанскому горизонту).

Решение проблемы стратиграфии едомных отложений требует усовершенствования и развития стратиграфической схемы четвертичных образований на Северо-Востоке, использования принципов криостратиграфии, но в любом случае едомные отложения – это не отложения в разрезах едом, а отложения определенного стратиграфического подразделения – едомного надгоризонта [Решения..., 1987].

Приведенные выше факты заставляют признать, что в настоящее время понятия “ледовый комплекс”, “едома”, “edomные отложения”, “edomная свита” не являются синонимами и находятся в довольно сложных отношениях. Попробуем определить их, опираясь на историю происхождения и новые представления, изложенные выше.

СОВРЕМЕННОЕ ПОНИМАНИЕ ТЕРМИНОВ

Едома. Согласно историческим предпосылкам, геоморфологическому устройству Яно-Инди-гирской и Колымской низменностей (где это понятие впервые было использовано в Якутии), отраженному на топографических картах, едома – это геоморфологическое понятие, форма рельефа, а не тип отложений и не стратиграфическое подразделение. Особенностью едом, отличающей их от других возвышенностей сходного размера и морфологии, служит их происхождение. Поэтому, с точки зрения геоморфологии, *едома – это возвышенность, образованная в результате расчленения отложений ледового комплекса озерным термокарстом, полностью или частично окруженная аласными котловинами*. Без аласов нет едом. Если в процессе развития озерного термокарста не произошло выраженного обособления отдельных возвышенностей аласами, в результате чего сохранился крупный фрагмент едомной поверхности (пусть даже и содержащий отдельные аласы в своих пределах), значительно превышающий по размерам характерные размеры аласов и едом в этом районе, то он может рассматриваться как *edomный массив* (пример: зона II на рис. 3, а). По мере дальнейшего развития озерного термокарста по площади, когда его котловины начнут смыкаться между собой, формируя со временем систему аласных котловин, долин и равнин, происходит обособление останцов отложений ледового комплекса, которые и являются едомами. Однозначного критерия и его значения “превращения” едомного массива в едомы (например, степени аласированности) не существует, так как значительные неоднородности рельефа и состава отложений, участие в этом процессе не только термокарста, но и эрозии и других процессов приводят к нелинейности такого процесса преобразования. Тем не менее едомные массивы характерны больше для предгорий, краевых частей низменностей, горных долин с широким развитием террасува-

лов, зон неотектонических поднятий – всех тех районов, где из-за более значительных уклонов едомной поверхности развитие озерного термокарста ограничено. На низменностях преобладают едомы. Эта закономерность для отдельных районов подмечена довольно давно [Баранова, 1957; Каплина и др., 1986; Веремеева, Глушкова, 2016]. Сходная ситуация существует и в Центральной Якутии, где аналогом едомы стало межаласье.

Исходя из этимологии и истории употребления, едома – это местное название, распространенное на территории Яно-Инди-гирской, Абыйской и Колымской низменностей. Как научный термин, в значении, приведенном выше, понятие “едома” можно использовать и для обозначения межаласий в других районах их распространения, хотя на первый взгляд это непривычно. Но ведь и понятие “ледовый комплекс”, рожденное в Центральной Якутии, вполне успешно “ассимилировалось” в Северной Якутии, так что для едомы обратный процесс – лишь дело времени.

Ледовый комплекс. Это словосочетание было введено в научный обиход не из местных топонимов, как в случае с едомой, а целенаправленно, как научный термин. Как уже упоминалось, несмотря на различия во множестве определений, в них есть нечто общее: ЛК – это сильнольдистые синкриогенные отложения с повторно-жильными льдами. В целом объемная льдистость отложений ЛК увеличивается в направлении с юга на север, что позволило в свое время С.В. Томирдиаро говорить о двух типах лессово-ледовых отложений – шельфовом и континентальном [Томирдиаро, 1980]. Состав отложений ЛК изменяется от пылеватых суглинков (алевритов) до песков, в горных районах – с дресвой и щебнем, хотя в большинстве случаев доминируют пылеватые фракции. Мощность ЛК изменяется от 3–5 до 60 м и более. Генезис отложений ЛК до сих пор дискутируется, в качестве основных типов осадконакопления рассматриваются аллювиальный, озерный, болотный, склоновый и эоловый, включая их различные парагенетические сочетания. Известны ЛК возрастом от среднего до позднего неоплейстоцена. Таким образом, ни одна из упомянутых в определении П.А. Соловьева характеристик ЛК (мощность, состав, генезис, возраст) не является существенно значимой (руководящей) для определения ЛК. Однако не все так просто.

В настоящее время на территории криолитозоны широко распространены синкриогенные сильнольдистые мерзлые породы с ПЖЛ, формирующие, например, поймы рек и собственно аласные отложения (САО). Они имеют голоценовый возраст, однако никто не рассматривает их как отложения ледового комплекса, хотя по основным признакам, перечисленным выше, они полностью ему соответствуют. Почему? С одной стороны,

когда в 50–80-е годы XX в. началось масштабное изучение четвертичных отложений в Якутии, было вполне определено доказано, что сильнольдистые отложения с ПЖЛ, формирующие верхнюю часть разреза едом (названные позже ледовым комплексом) – это один, изначально относительно непрерывный, горизонт отложений, в который вложены (значит, геологически моложе) отложения аласного комплекса. Поэтому они автоматически противопоставлялись по условиям залегания и по относительному возрасту, и рассматривать САО как разновидность ЛК было бы странно. С другой стороны, состав отложений ЛК и САО, степень их оторфованности, палинологическая и многие другие характеристики также различаются [Труш, Нистратова, 1974; Труш, Кондратьева, 1975; Каплина, 1981]. Несмотря на формальное сходство криогенного строения, оно все же отличается, в первую очередь по размерам полигональной сети и вертикальной протяженности ледяных жил, что имеет под собой климатическое обоснование [Романовский, 1961, 1977]. Поэтому принципиальное различие между ледовым комплексом и аласными отложениями заключается в климатических условиях образования. Имеющиеся данные позволяют достаточно уверенно утверждать, что во время криохронов разной продолжительности климатические условия были столь суровыми, что морозобойному растрескиванию подвергались почти все типы континентальных отложений, которые в результате образовали криолитологически единое тело, которое и рассматривается большинством исследователей как толща ледового комплекса. Такое понимание нашло свое отражение в выражении “едома не фациальное, а климатическое образование” [Жесткова и др., 1986]. Во время термохронов отложения ледового комплекса полностью или частично протаивали, образование крупных ледяных жил происходило только на ограниченных участках, наиболее благоприятных по условиям состава отложений и их влажности, а ареал развития морозобойного растрескивания в целом сокращался.

Учитывая “руководящие” признаки ЛК, можно предложить следующее определение: **ледовый комплекс – это криолитологически единая толща синкриогенных сильнольдистых отложений с повторно-жильными льдами, сформировавшаяся во время холодных интервалов климатических циклов.** Согласно этому определению, ЛК – это парагенетически взаимосвязанная совокупность отложений и ПЖЛ, а не форма рельефа. Поскольку холодных эпох в плейстоцене было несколько, то и горизонтов ледового комплекса тоже может быть несколько. К настоящему времени мы знаем минимум четыре непротаявших ЛК [Tumskoy, Kuznetsova, 2022], а с учетом протаявших (например, олерского надгоризонта) –

и того больше. С точки зрения стратиграфии, каждый горизонт ледового комплекса представляет собой самостоятельное стратиграфическое подразделение, соответствующее климатолиту (криомеру), как и разделяющие их совокупности линз аласных отложений и иных типов отложений. Два смежных по разрезу климатолита (ледовый комплекс и криогенетически связанный с ним аласный комплекс) образуют геокриологический цикл (по терминологии Т.Н. Каплиной и С.М. Фотиева), а стратиграфически они формируют климаторитм или надгоризонт региональной схемы [Стратиграфический кодекс..., 2019].

Выделяемые в разрезах горизонты отложений ледового комплекса или линз аласных отложений могут именоваться в соответствии с местным или региональным названием соответствующего стратиграфического подразделения, к которому они отнесены, например, юкагирский ледовый комплекс или крест-юряхский аласный комплекс.

В арктических районах ЛК во многих разрезах представлен непрерывной по вертикали толщей, формируя единое тело возрастом Π_{2-4} , в котором геологически не проявляются (или почти не проявляются) следы молотковского термостадиала (разрезы Быковского полуострова, Ойогосского Яра и о. Большой Ляховский). Такой ЛК можно рассматривать как единое образование и говорить, что он представляет собой едомный ледовый комплекс, так как он целиком относится к едомному надгоризонту. Однако южнее, например, в низовьях р. Колымы и ее притоков, где расположен стратотип молотковского горизонта, в разрезах могут быть хорошо выражены отложения этого термостадиала. Он разделяет два горизонта ледовых комплексов – ойогосский и сартанский, которые называть вместе единым едомным ледовым комплексом уже нельзя, так как ЛК – не стратиграфическое, а вещественное понятие. В результате на территории низменностей Северной Якутии в составе едомного надгоризонта имеются ойогосский и сартанский горизонты, представленные соответствующими отложениями ЛК, и разделяющий их горизонт молотковского термостадиала, представленный преимущественно аласными отложениями. Севернее, там, где исчезают геологически выраженные следы молотковского термостадиала, ойогосский и сартанский ЛК сливаются в один едомный ЛК.

Известны также отложения ЛК, имеющего сартанский возраст (Π_2) и не связанного с разрезами едомы. Они формируют отдельные геологические тела, образующие, например, Π надпойменную речную террасу, вложенную в едомную поверхность (на р. Яна, на о. Большой Ляховский). Едомным такой ЛК может рассматриваться только со стратиграфической точки зрения, так как он относится к едомному надгоризонту, одна-

ко геологически он представляет собой самостоятельное образование (в сравнении с отложениями ЛК, в которые он вложен или к которым прислонен), в связи с чем в свое время в долине р. Яны такой ЛК был выделен автором как янская свита [Тумской, Басилян, 2009].

Кроме того, вполне типичной является ситуация, когда в разрезе едомы (формы рельефа) есть две, а иногда и три толщи ЛК разного возраста, разделенные толщами отложений термохронов (например, разрезы на протоке Аччыгый–Аллаиха в низовьях Индигирки [Каплина и др., 1980], разрезы пролива Дмитрия Лаптева [Тумской, 2012], разрез Батагайского термоцирка [Ashastina et al., 2017]). Все они связаны с едомой, но какой из них мы можем рассматривать как едомный ЛК? Исходя из сказанного выше, едомными можно называть те ЛК, которые стратиграфически относятся к едомному надгоризонту, т. е. являются верхне-неоплейстоценовыми. Например, юкагирский ледовый комплекс, относимый к МИС 6 [Tumskoy, Kuznetsova, 2022], не относится к едомному ЛК. Если в разрезе едомы их два или три, то они различаются как отдельные криостадиалы (возможно, с собственными местными названиями, если таковые имеются) или как нижний, средний и верхний ЛК, если их стратиграфическая принадлежность еще не установлена. Тогда со временем часть их может быть отнесена к едомному (edomным) ЛК соответствующих криостадиалов, а часть будет относиться к более древним подразделениям, не едомным.

Приведенные примеры подчеркивают региональные особенности развития Северо-Востока Евразии в плейстоцене, связанные с возникновением и исчезновением больших объемов подземного льда. Последние, как давно показано, не только влияют на состав и свойства содержащих их мерзлых отложений, но и определяют основные особенности протекания экзогенных геологических процессов, реакцию на климатические изменения и, как следствие, стратиграфическое устройство четвертичных отложений. Поэтому в районах широкого распространения сильнольдистых отложений (необязательно ЛК и необязательно с ПЖЛ) более целесообразным представляется использование принципов криостратиграфии для расчленения разрезов четвертичных образований, а не принципов классической климатостратиграфии [Тумской, 2021].

Несколько слов о других названиях. Наиболее известное альтернативное название ЛК – ледово-ледовые отложения (формация, комплекс), предложенное С.В. Томирдиаро. Акцент, сделанный на состав и через него – на предполагаемый доминирующий генезис, был целесообразен (по мнению С.В. Томирдиаро) для введения такого названия по “научно-политическим” причинам, но

к настоящему времени он потерял свой смысл. Объем этого понятия, по сути, полностью соответствует ледовому комплексу, поэтому оно является излишним дублированием и может употребляться только в научно-историческом контексте. То же относится и к предлагаемому в последнее время понятию “лессоиды”, широко используемому при геологическом картировании четвертичных образований, а также понятию “криогенно-эоловые отложения”, где декларируется априори генезис отложений, но без каких-либо оснований. Все остальные упоминавшиеся варианты также излишни и не должны использоваться в научных работах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ледовый комплекс, аласы, едома – слова и понятия, без которых невозможно представить себе научные работы, посвященные геологии и палеогеографии четвертичных отложений восточной части Евразии. Некоторые аспекты их происхождения, истории развития и применения рассмотрены в настоящей статье. Автор не претендует на то, что изложенные им здесь представления и определения – истина в последней инстанции: научная терминология постоянно совершенствуется и уточняется по мере появления новых и переосмысления старых данных. Однако основным выводом данной статьи автор считает не предложенные определения терминов, а простую мысль – в научной работе обязательно необходимо корректное использование терминов! Работа над их содержанием и границами применимости – это очень важный аспект научной деятельности, необходимый для однозначного понимания специалистами друг друга, без которого развитие науки сильно осложняется и замедляется.

Благодарности. Работа выполнена в рамках НИОКТР 122011800064-9 по теме “Строение и ключевые этапы эволюции континентальной криолитозоны в неоплейстоцене и голоцене”.

Литература

- Астахов В.И., Пестова Л.Е., Шкатова В.К. Лессоиды Российской Федерации: распространение и возраст // Регион. геология и металлогения, 2021, № 87, с. 42–60.
- Бадю Ю.Б. Криолитогенез. Признаки и призраки криолитосферы. М., Изд-во Моск. ун-та, 2021, 367 с.
- Баранова Ю.П. Геоморфологический очерк восточной части Колымской низменности // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, Кн. изд-во, 1957, вып. 11, с. 208–222.
- Басилян А.Э., Анисимов М.А., Павлова Е.Ю., Питулько В.В. Корреляция четвертичных отложений разрезов Сопливая Гора и Мус-Хая (нижнее течение р. Яны, север Яно-Индигирской низменности) // Материалы конф. “Геоморфология и палеогеография полярных регионов” симп. “Леопольдина” и совещ. раб. группы INQUA Peribaltic

(Санкт-Петербург, 9–17 сент. 2012 г.). СПб., СПбГУ, 2012, с. 184–187.

Белолобский И.Н., Сергеев А.И., Зигерт К., Боесков Г.Г. Краткий обзор истории изученности биостратиграфии Северной Якутии // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. (Якутск, 5–7 апр. 2017 г.). Якутск, Издат. дом СВФУ, 2017, т. II, с. 27–32.

Биркенгоф А.Л. Из наблюдений над лесным покровом и вечной мерзлотой // Тр. Комиссии по изучению вечной мерзлоты, 1934, т. III, с. 41–57.

Бискэ С.Ф. Четвертичные отложения Колымской низменности // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, Кн. изд-во, 1957, вып. 11, с. 68–81.

Брушков А.В. Основы мерзлотоведения: Учеб. для вузов / А.В. Брушков, О.В. Жданев, К.Н. Фролов. М., Академ. проект, 2024, 190 с.

Васильчук Ю.К., Васильчук А.К. Сингенетические повторно-жильные льды и возраст склоновой едомы в предгорье хребта Кулар // Криосфера Земли, 2020, т. XXIV, № 2, с. 3–14.

Васьяковский А.П. Очерк стратиграфии антропогенных (четвертичных) отложений крайнего Северо-Востока Азии // Геология Корякского нагорья / Под ред. Б.Х. Егизарова. М., Госгортехиздат, 1963, с. 143–168.

Веремеева А.А., Глушкова Н.В. Формирование рельефа в районах распространения отложений ледового комплекса в тундрах Колымской низменности (по данным космической съемки) // Криосфера Земли, 2016, т. XX, № 1, с. 15–25.

Впюрин Б.И., Григорьев Н.Ф., Катаронов Е.М. и др. Местная стратиграфическая схема четвертичных отложений побережья моря Лаптевых // Тр. Межвед. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири 1956 г. Л., Гостоптехиздат, 1957, с. 564–572.

Геокриологический словарь / Под ред. В.В. Баулина, В.Э. Мурзаевой. М., ГЕОС, 2003, 140 с.

Геологический словарь. В 3 т. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Гл. ред. О.В. Петров. Т. 1. А–Й. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2010, 432 с.

Граве Н.А. Ископаемые льды водораздела рек Лены и Алдана // Тр. Ин-та мерзлотоведения им. В.А. Обручева. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1944, т. IV, с. 10–32.

Григорьев А.А. Об оледенении территории Якутии в четвертичный период // Тр. Комиссии по изучению четвертич. периода. Л., Изд-во АН СССР, 1932, с. 31–42.

Гусев А.И. К стратиграфии четвертичных отложений западной части Приморской равнины // Тр. НИИГА, 1958, т. 80, вып. 5, с. 79–86.

Достовалов Б.Н. О физических условиях образования морозобойных трещин и развития трещинных льдов в рыхлых породах // Исследование вечной мерзлоты в Якутской Республике, 1952, вып. 3, с. 162–194.

Ершов Э.Д. Общая геокриология. Учеб. М., Изд-во Моск. ун-та, 2002, 682 с.

Ефимов А.И., Граве Н.А. Погребенные льды района озера Алах // Соц. стр-во, 1940, № 10–11, с. 65–78.

Жесткова Т.Н., Швецов П.Ф., Шур Ю.Л. К вопросу о происхождении едомы // Геокриологические исследования. М., Изд-во Моск. ун-та, 1986, с. 108–113.

Кайялайнен В.И., Кулаков Ю.Н. Основные черты истории геологического развития Яно-Индигоирской (Приморской) низменности в неоген-четвертичное время // Антропогено-

вый период в Арктике и Субарктике. М., Недра, 1965, с. 56–64.

Каплина Т.Н. История мерзлых толщ Северной Якутии в позднем кайнозое // История развития многолетнемерзлых пород Северной Евразии. М., Наука, 1981, с. 153–181.

Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е., Лахтина О.В. и др. Дуванный Яр – опорный разрез верхнеплейстоценовых отложений Колымской низменности // Бюл. Комиссии по изучению четвертич. периода, 1978, № 48, с. 49–65.

Каплина Т.Н., Костальдина Н.К., Лейбман М.О. Анализ рельефа низовьев р. Колымы в целях криолитологического картирования // Формирование мерзлых пород и прогноз криогенных процессов. М., Наука, 1986, с. 51–60.

Каплина Т.Н., Шер А.В., Гитерман Р.Е. и др. Опорный разрез плейстоценовых отложений на р. Аллахе (низовья Индигоирки) // Бюл. Комиссии по изучению четвертич. периода, 1980, № 50, с. 73–95.

Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. М-б 1:2 500 000 / Ред. колл.: О.В. Петров и др. СПб., Ин-т им. Карпинского, 2022, 1 л.

Катаронов Е.М., Бискэ С.Ф. Проблемы геоморфологии Яно-Индигоирской и Колымской низменностей // Материалы II геоморфол. совещ. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 1–16.

Кацури С.П. Термокарст на территории СССР. М., Изд-во АН СССР, 1961, 290 с.

Колесников С.Ф. Четвертичные отложения полуострова Широкостан // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География, 2020, № 4, с. 96–104.

Колпаков В.В. Эоловые четвертичные отложения Приленской Якутии // Бюл. Комиссии по изучению четвертич. периода, 1983, № 52, с. 123–131.

Коницев В.Н. К вопросу о формировании сингенетических мерзлых толщ // Проблемы криолитологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1969, вып. I, с. 13–23.

Коницев В.Н. Криолитологические доказательства гетерогенного строения отложений “ледового комплекса” в обнажении Дуванный Яр // Проблемы криолитологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1983, вып. XI, с. 56–64.

Коницев В.Н. Реакция вечной мерзлоты на потепление климата // Криосфера Земли, 2011, т. XV, № 4, с. 15–18.

Котляков В.М., Комарова А.И. Русско-английский словарь географических терминов (с толкованиями на русском и английском языках): около 7000 словарных статей. 2-е изд. М., ЛЕНАНД, 2021, 752 с.

Куницкий В.В. Химический состав сквозных жил ледового комплекса // Криолитозона и подземные воды Сибири. Ч. I. Морфология криолитозоны. Якутск, Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1996, с. 93–117.

Лаврушин Ю.А. Стратиграфия и некоторые особенности формирования четвертичных отложений низовьев р. Индигоирки // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1962, № 2, с. 73–87.

Магидович И.П. Очерки по истории географических открытий. В 5 т. / И.П. Магидович, В.И. Магидович. М., Просвещение, 1983, т. 2, с. 276–281.

Мищенко О.В. Лексика, обозначающая лесные массивы, в говорах Русского Севера: “свое” и “чужое” // Ономастика и диалектная лексика. Екатеринбург, 2003, вып. 4, с. 33–46.

Мызников С.А. Русский диалектный этимологический словарь. Лексика контактных регионов. М.; СПб., Нестор-История, 2019, 1076 с.

Обручев В.А. Признаки ледникового периода в северной и центральной Азии // Бюл. Комиссии по изучению четвертич. периода, 1931, № 3, с. 43–120.

- Попов А.И.** Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1953, № 2, с. 29–43.
- Решения** Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР (Магадан, 1982 г.). Объяснит. зап. к региональным стратиграфическим схемам четвертичных отложений Востока СССР. Магадан, СВКНИИ ДВО АН СССР, 1987, 241 с.
- Романовский Н.Н.** Эрозионно-термокарстовые котловины на севере приморских низменностей Якутии и Новосибирских островах // Мерзлотные исслед., 1961, вып. 1, с. 124–144.
- Романовский Н.Н.** Формирование полигонально-жилных структур. Новосибирск, Наука, 1977, 213 с.
- Романовский Н.Н.** Основы криогенеза литосферы: Учеб. пособие. М., Изд-во Моск. ун-та, 1993, 336 с.
- Соловьев П.А.** Распространение ископаемых фирновых льдов на Лено-Амгинском междуречье // Мерзлотоведение, 1947, т. II, № 2, с. 108–111.
- Соловьев П.А.** Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. М., Изд-во АН СССР, 1959, 142 с.
- Стратиграфический кодекс России.** Изд. 3-е, исправ. и доп. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2019, 96 с.
- Тенегин А.Н.** Новые данные о местных географических терминах иноязычного происхождения в русских говорах Нижней Печоры // Вопр. ономастики, 1976, № 11, с. 85–93.
- Толль Э.В.** Ископаемые ледники Новосибирских островов, их отношение к трупам мамонтов и к ледниковому периоду // Зап. Импер. Рус. геогр. о-ва по общей географии, 1897, т. XXXII, № 1, 139 с.
- Томирдиаро С.В.** Лессово-ледовая формация верхнеплейстоценовой гиперзоны в Северном полушарии // Тр. Северо-Вост. компл. ин-та ДВНЦ АН СССР, 1975, № 68, с. 170–197.
- Томирдиаро С.В.** Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М., Наука, 1980, 184 с.
- Труш Н.И., Кондратьева К.А.** Состав и свойства верхнеплейстоценовых отложений Яно-Индигоирской приморской низменности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология, 1975, № 5, с. 72–86.
- Труш Н.И., Нистратова Т.А.** Состав и свойства аласных отложений Яно-Индигоирского междуречья // Мерзлотные исслед., 1974, вып. XIV, с. 43–55.
- Тумской В.Е.** Особенности криолитогенеза отложений Северной Якутии в среднем неоплейстоцене–голоцене // Криосфера Земли, 2012, т. XVI, № 1, с. 12–21.
- Тумской В.Е.** Криостратиграфия и криофациальный анализ // Криосфера Земли, 2021, т. XXV, № 4, с. 3–16.
- Тумской В.Е., Басилян А.Э.** Стратиграфия четвертичных отложений берегов пролива Дмитрия Лаптева (Северная Якутия) // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VI Всерос. совещ. по изучению четвертич. периода. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2009, с. 592–593.
- Фигурин А.Е.** Замечания медико-хирурга Фигурина о разных предметах естественной истории и физики, учиненные в Устьянске и его окрестностях в 1822 г. // Сиб. вестн., 1823, ч. IV, кн. 20, 21, с. 185–212.
- Харрис С.А., Брушков А.В., Чэн Годун.** Геокриология. Характеристики и использование вечной мерзлоты. В 2 т. М.; Берлин, Директ-Медиа, 2020, т. I, 437 с.
- Шренк Л.И.** Об экспедиции, снаряженной Императорскою Академией наук на Новосибирские острова и в Приянский край. СПб., Тип. Импер. Акад. наук, 1885, 25 с.
- Шумский П.А.** Исследование ископаемых льдов Центральной Якутии // Исследование вечной мерзлоты в Якутской Республике. М., Изд-во АН СССР, 1952, вып. 3, с. 142–162.
- Шумский П.А.** Очерк истории исследования подземных льдов. Якутск, Кн. изд-во, 1959, 53 с.
- Ashastina K., Kienast F., Schirrmeister L., Fuchs M.** Palaeoclimate characteristics in interior Siberia of MIS 6-2: First insights from the Batagay permafrost mega-thaw slump in the Yana Highlands // Clim. Past, 2017, vol. 13, No. 7, p. 795–818.
- Schirrmeister L., Froese D., Tumskey V. et al.** Yedoma: Late Pleistocene ice-rich syngenetic permafrost of Beringia // The Encyclopedia of Quaternary Science / S.A. Elias (ed.). Amsterdam, Elsevier, 2013, vol. 3, p. 542–552.
- Sher A.V.** A brief overview of the late Cenozoic history of the western Beringian lowlands // Terrestrial Paleoenvironmental Studies in Beringia: Proc. of a Joint Russian-American Workshop (Fairbanks, Alaska, June 1991). Alaska, Quaternary Center, 1991, p. 3–7.
- Shur Y., Fortier D., Jorgenson M.T. et al.** Yedoma permafrost genesis: over 150 years of mystery and controversy // Front. Earth Sci., 2022, vol. 9, 757891.
- Strauss J., Laboor S., Schirrmeister L. et al.** Circum-arctic map of the yedoma permafrost domain // Front. Earth Sci., 2021, vol. 9, 758360.
- Tumskey V., Kuznetsova T.** Cryolithostratigraphy of the Middle Pleistocene to Holocene deposits in the Dmitry Laptev strait, Northern Yakutia // Front. Earth Sci., 2022, vol. 10, 789421.

References

- Astakhov V.I., Pestova L.E., Shkatova V.K. Lessoids of the Russian Federation: distribution and age. In: Regionalnaya geologiya i metallogeniya [Regional Geology and Metallogeny], 2021, No. 87, p. 42–60 (in Russian).
- Badu Yu.B. Kriolitogenez. Priznaki i prizraki kriolitosfery [Cryolithogenesis. Signs and Ghosts of the Cryolithosphere]. Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 2021, 367 p. (in Russian).
- Baranova Yu.P. Geomorphological review of the eastern part of the Kolyma Lowland. In: Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Severo-Vostoka SSSR [Materials on geology and mineral resources of the North-East of the USSR]. Magadan, 1957, iss. 11, p. 208–222 (in Russian).
- Basilyan A.E., Anisimov M.A., Pavlova E.Yu., Pitulko V.V. Correlation of Quaternary deposits between sections Soplivaya Gora and Mus-Khaya (lower part of the Yana River, the north of Yana-Indigirka Lowland). In: Abstracts of the Conf. “Geomorphology and paleogeography of the polar regions”: Symposium “Leopoldina” and work group INQUA Peribaltic. Sankt-Petersburg, SPbGU, 2012, p. 184–187 (in Russian).
- Belolyubsky I.N., Sergeenko A.I., Siegert Ch., Boeskorov G.G. A brief overview of the history of the study of biostratigraphy of Northern Yakutia. In: Geology and mineral resources of the North-East of Russia: abstracts of the VII Russian Scientific and Practical Conf. Yakutsk, Izd. dom SVFU, 2017, vol. II, p. 27–32 (in Russian).
- Birkengof A.L. From observations of forest cover and permafrost. In: Trudy Komissii po izucheniyu vechnoy merzloyu [Proceedings of the Commission for the Study of Permafrost], 1934, vol. III, p. 41–57 (in Russian).
- Biske S.F. Quaternary deposits of the Kolyma Lowland. In: Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Severo-Vostoka

- SSSR [Materials on geology and mineral resources of the North-East of the USSR]. Magadan, 1957, iss. 11, p. 68–81 (in Russian).
- Brushkov A.V., Zhdaneev O.V., Frolov K.N. Fundamentals of Permafrost Science: Textbook for Universities. Moscow, Academic project, 2024, 190 p. (in Russian).
- Vasil'chuk Yu.K., Vasil'chuk A.C. Syngenetic ice wedges and age of slope yedoma deposits in the foothills of the Kular Ridge. *Earth's Cryosphere*, 2020, vol. XXIV, No. 2, p. 3–13.
- Vas'kovsky A.P. Essay on the stratigraphy of anthropogenic (quaternary) deposits in the extreme North-East of Asia. In: *Geologiya Koryakskogo nagor'ya* [Geology of the Koryak Highland]. Moscow, 1963, p. 143–168 (in Russian).
- Veremeeva A.A., Glushkova N.V. Formation of relief in the regions of Ice Complex deposits distribution: remote sensing and GIS studies in the Kolyma lowland tundra. *Earth's Cryosphere*, 2016, vol. XX, No. 1, p. 14–24.
- Vtyurin B.I., Grigoriev N.F., Katasonov E.M. et al. Local stratigraphy of Quaternary deposits onshore Laptev Sea. In: *Proc. of Interdepartmental Meeting for Preparation of Uniform Stratigraphic Charts of Siberia*, 1956. Leningrad, Geostop-tekhnizdat, 1957, p. 564–572 (in Russian).
- Dictionary of Geocryology / V.V. Baulin, V.E. Murzaeva (eds.). Moscow, GEOS, 2003, 140 p. (in Russian).
- Dictionary of Geology. In three volumes. 3 ed. / O.V. Petrov (ed.). Vol. 1. A–I. St. Petersburg, VSEGEI, 2010, 432 p. (in Russian).
- Grave N.A. Fossil ice on the watershed between Lena and Aldan rivers. In: *Trudy In-ta merzlotovedeniya im. V.A. Obrucheva* [Proceedings of the V.A. Obruchev Permafrost Institute]. Moscow; Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1944, vol. IV, p. 10–32 (in Russian).
- Grigoriev A.A. On the glaciation of the territory of Yakutia in the Quaternary period. In: *Trudy Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda* [Proceedings of the Commission for the study of the Quaternary period]. Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1932, p. 31–42 (in Russian).
- Gusev A.I. To the stratigraphy of Quaternary deposits on the western part of Coastal plain. In: *Trudy NIIGA* [Proceedings of the Institute of Geology of Arctic], 1958, vol. 80, iss. 5, p. 79–86 (in Russian).
- Dostovalov B.N. On the physical conditions of the formation of frost cracks and the development of wedge ice in loose deposits. In: *Issledovanie vечноy merzloty v Yakutskoy Respublike* [Study of permafrost in the Yakut Republic], 1952, iss. 3, p. 162–194 (in Russian).
- Ershov E.D. *Obshchaya geokriologiya* [General geocryology]. Moscow, Moscow Univ. Press, 2002, 682 p. (in Russian).
- Efimov A.I., Grave N.A. Buried ice near Abalakh Lake. In: *Sotsialisticheskoe stroitel'stvo* [Socialist construction], 1940, No. 10–11, p. 65–78 (in Russian).
- Zhestkova T.N., Shvetsov P.F., Shur Yu.L. To the question on yedoma genesis. In: *Geokriologicheskie issledovaniya* [Geocryological Investigations]. Moscow, Moscow Univ. Press, 1986, p. 108–113 (in Russian).
- Kayalanyen V.I., Kulakov Yu.N. Main features of the history of geological development of the Yana-Indigirka (Primorskaya) lowland in the Neogene–Quaternary period. In: *Antropogennyi period v Arktike i Subarktike* [Anthropogenic period in the Arctic and Subarctic]. Moscow, Nedra, 1965, p. 56–64 (in Russian).
- Kaplina T.N. The history of the permafrost of Northern Yakutia in the Late Cenozoic. In: *Istoriya razvitiya mnogoletnemerzlykh porod Evrazii* [History of the development of permafrost of Eurasia]. Moscow, Nauka, 1981, p. 153–181 (in Russian).
- Kaplina T.N., Giterman R.E., Lakhtina O.V. et al. Duvanny Yar – a reference section of Upper Pleistocene deposits of the Kolyma Lowland. In: *Byulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda* [Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period], 1978, No. 48, p. 49–65 (in Russian).
- Kaplina T.N., Kostalyndina N.K., Leibman M.O. Analysis of the relief of the lower reaches of the Kolyma River for the purposes of cryolithological mapping. In: *Formirovaniye merzlykh porod i prognoz kriogennykh protsessov* [Formation of frozen deposits and forecast of cryogenic processes]. Moscow, Nauka, 1986, p. 51–60 (in Russian).
- Kaplina T.N., Sher A.V., Giterman R.E. et al. Reference section of Pleistocene deposits on the Allaikha River (lower reaches of the Indigirka). In: *Byulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda* [Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period], 1980, No. 50, p. 73–95 (in Russian).
- Map of Quaternary formations of the territory of the Russian Federation. Scale 1:2 500 000. Ed. coll.: O.V. Petrov et al. 2022, 1 p.
- Katasonov E.M., Biske S.F. Problems of geomorphology of the Yana-Indigirka and Kolyma lowlands. In: *Materialy II geomorfologicheskogo soveshchaniya* [Proceedings of the II geomorphological conference]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959, p. 1–16 (in Russian).
- Kachurin S.P. Termokarst na territorii SSSR [Thermokarst on the territory of the USSR]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1961, 290 p. (in Russian).
- Kolesnikov S.F. Quaternary deposits of the Shirokostan Peninsula. *Vestnik Moskovskogo Universiteta* [Bulletin of Moscow University]. Series 5. Geography, 2020, No. 4, p. 96–104 (in Russian).
- Kolpakov V.V. Aeolian Quaternary deposits of Prilenskaya Yakutia. In: *Byulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda* [Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period], 1983, No. 52, p. 123–131 (in Russian).
- Konishchev V.N. On the formation of syngenetic frozen strata. In: *Problemy kriolitologii* [Problems of cryolithology], 1969, iss. I, p. 13–23 (in Russian).
- Konishchev V.N. Cryolithological evidence of heterogeneous structure of the “ice complex” deposits in the Duvanny Yar outcrop. In: *Problemy kriolitologii* [Problems of Cryolithology], 1983, iss. XI, p. 56–64 (in Russian).
- Konishchev V.N. Permafrost response to climate warming. *Earth's Cryosphere*, 2011, vol. XV, No. 4, p. 13–16.
- Kotlyakov V.M., Komarova A.I. Dictionary of Geography (with definitions in Russian and English). About 7000 geographic terms. 2nd ed. Moscow, LENAND, 2021, 752 p.
- Kunitsky V.V. Chemical composition of through wedges of the ice complex. In: *Krtiolitozona i podzemnye vody Sibiri* [Cryolithozone and groundwater of Siberia. Part I. Morphology of the cryolithozone]. Yakutsk, Permafrost Institute SB RAS, 1996, p. 93–117 (in Russian).
- Lavrushin Yu.A. Stratigraphy and some features of the formation of Quaternary deposits of the lower reaches of the Indigirka River. *Izvestiya Akademii nauk SSSR* [Bulletin of the USSR Academy of Sciences], geological series, 1962, No. 2, p. 73–87 (in Russian).
- Magidovich I.P., Magidovich V.I. Ocherki po istorii geograficheskikh otkrytii [Essays on the history of geographical discoveries] In 5 vol. Moscow, Prosveshchenie, 1983, vol. 2, p. 276–281 (in Russian).

- Mishchenko O.V. Vocabulary denoting forest areas in dialects of the Russian North: “one’s own” and “another’s”. In: *Onomastika i dialektnaya leksika* [Onomastics and dialectal vocabulary]. Ekaterinburg, 2003, iss. 4, p. 33–46 (in Russian).
- Myznikov S.A. *Russkii dialektnyi etimologicheskii slovar’* [Russian dialect etymological dictionary. Lexicon of contact regions]. Moscow, St. Petersburg, Nestor–History, 2019, 1076 p. (in Russian).
- Obruchev V.A. Signs of the Ice Age in Northern and Central Asia. In: *Byulleten’ Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda* [Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period], 1931, No. 3, p. 43–120 (in Russian).
- Popov A.I. Peculiarities of lithogenesis on alluvial plains under severe climate. In: *Izvestiya AN SSSR* [Bulletin of Academia of Science, USSR], series geography, 1953, No. 2, p. 29–43 (in Russian).
- Decision of interdepartmental stratigraphic meeting for Quaternary of East of USSR (Magadan, 1982). Explanatory letters for regional stratigraphic charts of Quaternary deposits of East of USSR. Magadan, 1987, 241 p. (in Russian).
- Romanovskii N.N. Erosion-thermokarst depressions in the north of the coastal lowlands of Yakutia and the New Siberian Islands. In: *Merzlotnye issledovaniya* [Permafrost Research], 1961, iss. 1, p. 124–144 (in Russian).
- Romanovsky N.N. *Formirovanie polygonalno-zhilnykh struktur* [Formation of polygonal-wedge structures]. Novosibirsk, Nauka, 1977, 213 p. (in Russian).
- Romanovskii N.N. *Osnovy kriogeneza litosfery* [Foundations of Cryogenesis of Lithosphere: textbook]. Moscow, Izd-vo MGU, 1993, 336 p. (in Russian).
- Soloviev P.A. Distribution of fossil firn ice in the Lena-Amga watershed. *Merzlotovedenie* [Permafrost Science], 1947, vol. II, No. 2, p. 108–111 (in Russian).
- Soloviev P.A. *Kriolitozona severnoy chasti Leno-Amginskogo mezhdurech’ya* [Cryolithozone of the northern part of the Lena-Amga watershed]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959, 144 p. (in Russian).
- Stratigraficheskii kod Rossii* [Stratigraphic code of Russia]. 3rd ed. St. Petersburg, VSEGEI, 2019, 96 p. (in Russian).
- Tenegin A.N. New data on local geographical terms of foreign origin in Russian dialects of Lower Pechora. *Voprosy onomastiki* [Questions of Onomastics], 1976, No. 11, p. 85–93 (in Russian).
- Toll E.V. Fossil glaciers of the New Siberian islands, their relationships to the mammoth carcasses and Ice Age. In: *Zapiski Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva po obshchey geografii* [Notes of the Imperial Russian geographical society in a general geography], 1897, vol. XXXII, No. 1, 139 p. (in Russian).
- Tomirdiario S.V. Loess-ice formation of the Upper Pleistocene hyperzone in the Northern Hemisphere. In: *Trudy Severo-Vostochnogo kompleksnogo Instituta DVNZ AN SSSR* [Bulletin of the North-East Complex Institute], 1975, No. 68, p. 170–197 (in Russian).
- Tomirdiario S.V. *Lessovo-ledovaya formatsiya Vostochnoi Sibiri v pozdnem Pleistotsene i Golotsene* [Loess-ice formation of Eastern Siberia in the Late Pleistocene and Holocene]. Moscow, Nauka, 1980, 184 p. (in Russian).
- Trush N.I., Kondratieva K.A. Composition and properties of Upper Pleistocene deposits of the Yana-Indigirka coastal lowland. *Vestnik Moskovskogo Universiteta* [Bulletin of Moscow University]. Series 4. Geology, 1975, No. 5, p. 72–86 (in Russian).
- Trush N.I., Nistratova T.A. Composition and properties of alas deposits of the Yana-Indigirka watershed. *Merzlotnye issledovaniya* [Permafrost Research], iss. XIV, 1974, p. 43–55 (in Russian).
- Tumskoy V.E. Peculiarities of cryolithogenesis in Northern Yakutia (Middle Neopleistocene to Holocene). *Kriosfera Zemli* [Earth’s Cryosphere], 2012, vol. XVI, No. 1, p. 12–21 (in Russian).
- Tumskoy V.E. Cryolithostratigraphy and cryofacies analysis. *Earth’s Cryosphere*, 2021, vol. XXV, No. 4, p. 3–13.
- Tumskoy V.E., Basilyan A.E. Stratigraphy of Quaternary deposits of the shores of the Dmitry Laptev Strait (Northern Yakutia). In: *Fundamental problems of the Quaternary: results of the study and main directions of further research: Proceedings of the VI All-Russian Conference on the Study of the Quaternary Period*. Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2009, p. 592–593 (in Russian).
- Figurin A.E. Notes of the Medical Surgeon Figurin on various subjects of Natural History and Physics, made in Ustyansk and its environs in 1822. In: *Sibirskiy vestnik* [Siberian Bulletin], 1823, part IV, books 20 and 21, p. 185–212 (in Russian).
- Harris S.A., Brushkov A.V., Cheng Guodong. *Geokriologiya* [Geocryology. Characteristics and use of permafrost]. In 2 vol. Moscow; Berlin, Direct-Media, 2020, vol. I, 437 p. (in Russian).
- Shrenk L.I. About the expedition equipped by the Imperial Academy of Sciences to the New Siberian Islands and the Priyansky region. St. Petersburg, Typogr. of Imperial Academy of Sciences, 1885, 25 p. (in Russian).
- Shumsky P.A. Study of fossil ice in Central Yakutia. In: *Issledovanie vechnoi merzloty v Yakutskoi Respublike* [Study of permafrost in the Yakut Republic]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1952, iss. 3, p. 142–162 (in Russian).
- Shumsky P.A. *Ocherk istorii issledovaniya podzemnykh ldov* [Essay on the history of ground ice research]. Yakutsk, Kn. izd-vo, 1959, 53 p. (in Russian).
- Ashastina K., Kienast F., Schirrmeister L., Fuchs M. Palaeoclimate characteristics in interior Siberia of MIS 6-2: First insights from the Batagay permafrost mega-thaw slump in the Yana Highlands. *Clim. Past*, 2017, vol. 13, No. 7, p. 795–818.
- Schirrmeister L., Froese D., Tumskoy V. et al. Yedoma: Late Pleistocene ice-rich syngenetic permafrost of Beringia. In: *The Encyclopedia of Quaternary Science*. S.A. Elias (ed.). Amsterdam, Elsevier, 2013, vol. 3, p. 542–552.
- Sher A.V. A brief overview of the late Cenozoic history of the western Beringian lowlands. In: *Terrestrial paleoenvironmental studies in Beringia: Proc. of a Joint Russian-American Workshop*. Fairbanks, Alaska, 1991, Quaternary Center, p. 3–7.
- Shur Y., Fortier D., Jorgenson M.T. et al. Yedoma permafrost genesis: Over 150 years of mystery and controversy. *Front. Earth Sci.*, 2022, vol. 9, 757891.
- Strauss J., Laboor S., Schirrmeister L. et al. Circum-Arctic Map of the yedoma permafrost domain. *Front. Earth Sci.*, 2021, vol. 9, 758360.
- Tumskoy V., Kuznetsova T. Cryolithostratigraphy of the Middle Pleistocene to Holocene deposits in the Dmitry Laptev strait, Northern Yakutia. *Front. Earth Sci.*, 2022, vol. 10, 789421.

*Поступила в редакцию 21 февраля 2025 г.,
после доработки – 9 апреля 2025 г.,
принята к публикации 10 апреля 2025 г.*