

УДК 55:624.131(035.3)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПЕСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Т.И. Аверкина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 20.02.18

Песчаные грунты широко развиты в верхней части земной коры, служат средой или основанием различных сооружений и являются важным объектом исследований в инженерной геологии. Составлена схематическая карта распространения песков четвертичного возраста в пределах криолитозоны России. Рассмотрены особенности развития многолетнемерзлых песчаных грунтов в пределах различных регионов: платформ и орогенов европейской части, молодой Западно-Сибирской плиты, древней Сибирской платформы, молодых Яно-Колымской и Зее-Буреинской плит, а также горно-складчатых сооружений Сибири и Дальнего Востока. Проанализировано распределение синкриогенных, эпикриогенных и диакриогенных разностей песков по площади и разрезу.

Ключевые слова: пески многолетнемерзлые, синкриогенные, эпикриогенные, диакриогенные, распространение, карта, криолитозона, Россия.

Averkina T.I. Distribution of permafrost sands on Russia territory. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2018. Volume 93, part 2. P. 71–76.

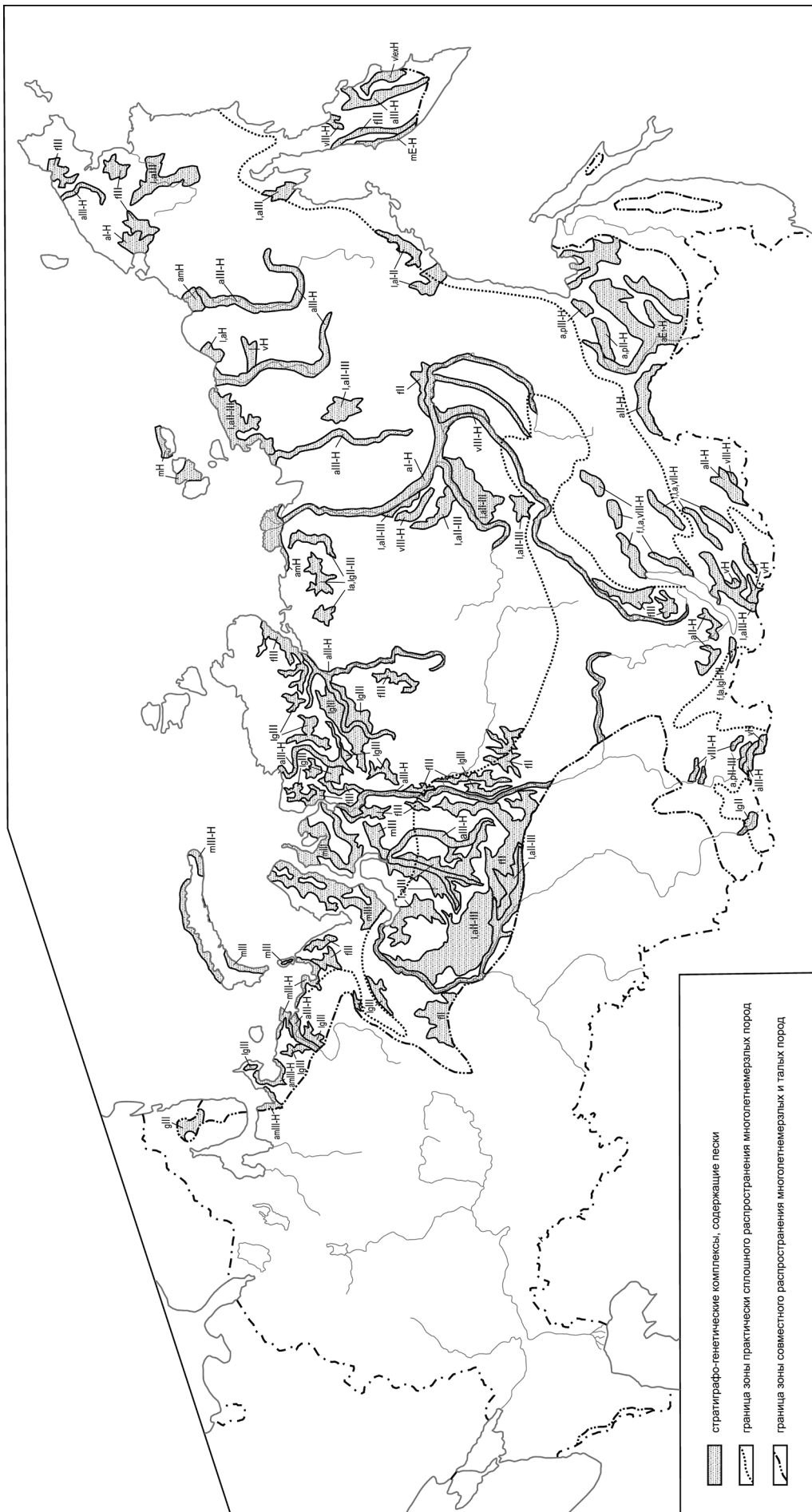
Sandy soils are widespread in the upper part of the earth's crust, serve as a medium or base of various constructions and are an important study subject in engineering geology. Schematic map of the distribution of Quaternary sands within the Russian cryolithozone are compiled. The peculiarities of extension of permafrost sandy soils within different regions are considered: platforms and orogens of the European part, young West Siberian plate, ancient Siberian platform, young Yano-Kolyma and Zeya-Bureya plates, and also mountains of Siberia and the Far East. The distribution syncryogenic, epicryogenic and diacryogenic sands in area and geological section are analyzed.

Key words: permafrost sands, syncryogenic, epicryogenic, diacryogenic, distribution, map, cryolithozone, Russia.

Песчаные грунты составляют значительную часть осадочной оболочки Земли, активно вовлекаются в хозяйственную деятельность людей и являются важным объектом исследований в инженерной геологии. На территории России, где более 60% площади приходится на криолитозону, широко развиты пески, находящиеся в многолетнемерзлом состоянии. Они представлены синкриогенными, эпикриогенными и диакриогенными разновидностями. К *синкриогенным* относятся породы и толщи, которые накапливались и промерзали практически синхронно. Особым видом сингенетического промерзания считается промерзание снизу и сбоку осадков на постепенно осушаемых участках водоемов при продолжающемся осадконакоплении (Катасонов, 1962). В результате образуются *диакриогенные* (по В.Н. Усову) породы. *Эпикриогенные* отложения перешли в мерзлое состояние после того, как процесс их накопления завершился, и они претерпели диагенетические изменения. К этому же типу относятся и образования, изначально сформировавшиеся как синкриогенные, но позже протаившие и затем повторно промерзшие.

Многолетнемерзлые пески встречаются в толщах дочетвертичных отложений, но особенно масштабно представлены в четвертичном покрове. В статье приведена схематическая карта распространения песков четвертичного возраста в криолитозоне России (рисунок). При ее составлении были использованы опубликованные на сайте Всероссийского научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) листы государственной карты четвертичных отложений масштаба 1:1 000 000 второго и третьего поколений и Карта четвертичных образований территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 (<http://www.vsegei.ru...>, 2016, 2017).

Некоторые региональные аспекты изучения мерзлых песков отражены в многотомных монографиях, содержащих описание инженерно-геологических и геокриологических условий СССР и России (Инженерная геология СССР, 1976, 1977а, б, 1978а, б, в, 1990а, б, 1991, 1992; Инженерная геология России, 2011, 2015; Геокриология СССР, 1988, 1989а, б, в, г), но обобщающей инженерно-геологической сводки, посвященной именно пескам, пока нет. Ниже рассматривается пространственное распределение многолетнемерзлых песков разного возраста и генезиса в различных регионах России.



Схематическая карта распространения песков четвертичного возраста в пределах криолитозоны России: стратиграфические подразделения: Н — голоценовый отдел, III — верхнее звено плейстоцена, II — среднее звено плейстоцена, I — нижнее звено плейстоцена, E — эоплейстоценовый раздел; генетические типы четвертичных отложений: а — аллювиальный; а, р — аллювиальный и пролювиальный; I, а — озерный и аллювиальный; la — озерный и аллювиально-морской; m — морской; am — аллювиально-морской; g — ледниковый; г — флювиогляциальный; гg — озерно-ледниковый; v — оловый; vх — вулканогенный эксплозивный

Платформы и орогены европейской части

Многолетнемерзлые песчаные грунты в пределах европейской части можно встретить преимущественно севернее полярного круга: на северо-востоке Балтийского щита и северной окраине Русской плиты Восточно-Европейской платформы, северной части Тимано-Печорской платформы, а также северной оконечности Уральских гор — Пай-Хое. Преобладают эпикриогенные разности пород. На Кольском полуострове к ним относятся пески ледникового генезиса верхнеплейстоценового возраста. Это неоднородные валунные породы, обычно перекрытые торфами. На севере Русской плиты многолетнемерзлые песчаные грунты входят в состав комплексов морских, аллювиально-морских и озерно-ледниковых отложений и также относятся к категории эпигенетических.

Синкриогенные пески выделяются в приморских районах Тимано-Печорской плиты (побережьях Печорского моря, Коровинской, Колоколкиной, Болванской, Паханческой и Хайпудырской губ), узкой прибрежной полосе Пай-Хоя, островах Вайгач и Новая Земля. Они участвуют в строении самой низкой морской террасы, лайды, речных пойм и дельт, приурочены к верхнеплейстоценовым, а чаще голоценовым морским, аллювиально-морским и аллювиальным отложениям. Пески от гравелистых до пылеватых (преобладают мелкие и пылеватые), местами (а на лайде почти везде) оторфованные или с прослоями супесей, реже суглинков. Под синкриогенными залегают эпикриогенные песчаные грунты, а непосредственно с поверхности они вскрываются в пределах высоких уровней — вашуткинской (Q_{II}) морской равнины, казанцевской (Q_{III}^1), зырянской (Q_{III}^2) и каргинской (Q_{III}^3) морских террас. Эпикриогенные пески выделяются также в составе верхнеплейстоценовых озерно-ледниковых комплексов и почти полностью слагают разрезы водно-ледниковых отложений. На крайнем северо-востоке Печорской синеклизы, где мощность многолетнемерзлых пород доходит до 500 м, а также в центральной части, где с глубины 50 м вскрывается слой реликтовой мерзлоты мощностью 200—300 м (Оберман, 1998), есть вероятность встретить более древние эпигенетические мерзлые пески, приуроченные к терригенной сероцветной формации средней юры—нижнего мела. В прибрежной полосе в толще мерзлых пород (синкриогенных и эпикриогенных) на глубине от 5 до 35 м практически повсеместно выделяется слой с криопэгами мощностью 5—20 м (Геокриология СССР. Европейская..., 1988).

Западно-Сибирская плита

К территории молодой Западно-Сибирской платформы (плиты) приурочены самые обширные площади развития многолетнемерзлых песков. В северной части криолитозоны они участвуют в строении

сложнопостроенных, генетически неоднородных толщ — синкриогенных, подстилаемых эпикриогенными.

На севере Ямальского, Гыданского и Тазовского полуостровов в разрезах морских и лагунно-морских террас, современной лайды и поймы рек выделяются синкриогенные мерзлые пески, возраст которых изменяется от среднеплейстоценового до современного, а генезис морской, аллювиально-морской и аллювиальный. Самыми древними синкриогенными толщами, вероятно, являются морские отложения регрессивной пачки салехардской свиты среднего плейстоцена (Инженерная геология России, 2011). Они представлены 5—6-метровой пачкой песков или оторфованными суглинками и супесями с песчаными прослоями. Встречаются пески самого разного гранулометрического состава — от гравелистых до пылеватых. Более молодые синкриогенные пески позднеплейстоцен-голоценового возраста морского генезиса мощностью до 10—15 м участвуют в строении казанцевской прибрежно-морской равнины, а также более молодых террас и лайды. На Ямале в разрезах казанцевской свиты (mQ_{III}^1) на пески приходится около 30%; в отложениях первой, второй и третьей террас — 30—35%; на лайде — до 60% и более (Инженерная геология СССР. Т. 2, 1976). Преобладают мелкие и пылеватые разности, иногда со значительным содержанием рассеянной органики (до 5—15%), с прослоями и линзами аллохтонного торфа.

Более ограниченное распространение получили на Ямале и Гыданском полуострове позднеплейстоцен-голоценовые синкриогенные аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения. В верхней части их разрезов обычно залегают мелкие, тонкие пески с растительными остатками, а в нижней — пески с включениями гравия и гальки. Синкриогенные отложения этого же возраста и генезиса развиты на восточном продолжении Западно-Сибирской плиты — в Хатангском прогибе. Однако озерно-аллювиальные отложения имеют здесь преимущественно глинистый состав, и пески выделяются только в комплексе аллювиальных отложений поймы и 1-й надпойменной террасы. На прирусловых отмелях и намывных островах некоторых рек (р. Пясины и др.) в них отмечены небольшие захоронения вертикальных ледяных жил (Геокриология СССР. Средняя Сибирь, 1989).

В прибрежных районах мерзлые пески почти всегда содержат водорастворимые соли, с которыми связано развитие в разрезе охлажденных пород. Наибольшим засолением характеризуются пески лайды и речных дельт, которые заливаются морем во время приливов и нагонов. По мере удаления от берега моря содержание солей в грунтах заметно сокращается. В охлажденных песках содержание солей на порядок выше, чем в мерзлых (Дубиков и др., 1999). Среди субаквальных прибрежных песков, а также на о. Вилькицкого В.А. Усов (1967) описал диагенетические толщи современных морских отложений, включающих пески.

Южнее полярного круга синкриогенные песчаные грунты приурочены к речным поймам, причем преобладают среди них аллювиальные пески верхнего голоцена, часто представленные заторфованными разностями.

Эпикриогенные пески на севере Западной Сибири, как уже было отмечено, в основном перекрыты синкриогенными отложениями, а в центральных и южных районах залегают непосредственно с поверхности. Основной их объем приходится на четвертичные отложения. На севере среди них преобладают пески морские средне- и верхнеплейстоценовые, представленные чаще всего мелкими и пылеватыми разностями. На I и II надпойменных террасах и третьей озерно-аллювиальной равнине выделены верхнеплейстоценовые эпикриогенные аллювиальные и озерно-аллювиальные пески, которые всюду лежат под синкриогенными и также представлены мелкими и пылеватыми разностями. Помимо перечисленных генетических типов, в северной зоне плиты фрагментарно развиты эпикриогенные верхнеплейстоценовые пески водно-ледникового генезиса. За Енисеем в Хатангском прогибе пески ледникового комплекса представлены более широко. Они там входят в состав верхнеплейстоценовых озерно-ледниковых и водно-ледниковых отложений, а также встречаются в аллювиальных толщах. В водно-ледниковых отложениях пески преобладают и включают значительное количество гравия и гальки, а на их контакте со скальными породами зафиксированы крупные залежи подземных льдов. Озерно-ледниковые отложения более дисперсные. Они выполняют крупные гляциодепрессии, которые вытянуты вдоль долин рек Пясины, Мокоритто и др., вокруг которых до сих пор сохранились крупные озера.

В северной части криолитозоны Западной Сибири, где мощность многолетнемерзлых пород доходит до 500 м, в объем криогенной толщи входят не только новейшие, но и дочетвертичные отложения. В пределах Тазовских возвышенностей описаны эпикриогенные пески, принадлежащие некрасовской серии олигоцена и слагающие верхнюю часть терригенной лигнитоносной формации. Пески мелкие, реже средней крупности, насыщенные каолинитом, с прослоями каолиновых глин. На восточном продолжении плиты, в разрезе Хатангского прогиба выделяются более древние пески в составе терригенных верхнемеловой и юрско-нижнемеловой, а также угленосной верхнемеловой формаций. Помимо песков они включают песчаники, алевролиты, глины, аргиллиты, конгломераты, а в другом случае еще и прослой бурых углей. Общая мощность этих формаций доходит до нескольких километров, но проморожены в них только верхние 500–600 м (Инженерная геология СССР, 1977а).

В центральной части плиты, которая характеризуется совместным распространением многолетнемерзлых и талых пород, преобладают эпикриогенные породы, которые в голоценовый оптимум протаяли, а потом снова промерзли. Основные

площади распространения мерзлых песков приходится на средне-верхнеплейстоценовые озерно-аллювиальные и среднеплейстоценовые водно-ледниковые отложения. На самом юге криолитозоны пески данных комплексов находятся преимущественно в талом состоянии и лишь на участках, перекрытых торфами, – в многолетнемерзлом.

Сибирская платформа

На древней Сибирской платформе песчаные грунты, в том числе многолетнемерзлые, распространены не очень широко. Синкриогенные пески встречаются в северных районах в составе средне-верхнеплейстоценовых озерно-аллювиального, озерно-ледникового и водно-ледникового комплексов, а также верхнеплейстоцен-голоценовых отложений аллювиального, аллювиально-морского и золотого генезиса. Озерно-ледниковые, озерно-аллювиальные и флювиогляциальные пески развиты в пределах котловин и речных долин, а последние еще и на водораздельных пространствах. Флювиогляциальные пески преимущественно крупно- и среднезернистые с включениями гальки и валунов (иногда до 50%).

Среднеплейстоценовые аллювиальные пески выделяются в долинах наиболее крупных рек, где они участвуют в строении II и более высоких террас, голоценовые залегают на первой террасе и пойме всех рек. Древнюю палеодолину р. Лены вдоль р. Кютингде заполняют пески и галечники мощностью 20–25 м (Инженерная геология СССР, 1977а). Пески русловой фации преимущественно грубозернистые, пойменные разности традиционно более тонкие – мелкие и пылеватые.

В центральной части платформы основные площади развития синкриогенных песков сосредоточены в центральной Якутии, в долинах крупных рек – Лены, Вилюя, Алдана, Амги. Это аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения, возраст которых изменяется от нижнеплейстоценовых до современных, а состав очень пестрый – от пылеватых до крупнозернистых. В пределах террас пески могут залегать в верхней или нижней частях разреза, чередоваться с глинистыми слоями или слагать практически всю толщу аллювия. Иногда их перекрывают породы так называемого «ледового комплекса», а иногда – золотые отложения. Последние широко распространены в долинах Лены и Вилюя, датируются средним плейстоценом–голоценом и представляют собой весьма интересные образования. Это хорошо отсортированные кварцевые мелко- и среднезернистые пески, в разрезах которых выделяют и эпикриогенные, и синкриогенные разности. От окружающих многолетнемерзлых пород они отличаются достаточно высокими температурами – на залесенных участках она составляет $-1,5^{\circ}\text{C}$. На некоторых массивах растительность практически отсутствует, и в теплое время года здесь происходит активное перевевание песков. Местное название таких массивов – туку-

ланы. И на обнаженных, и на залесенных участках выявлены надмерзлотные реликтовые радиационно-тепловые талики, которые сформировались в период голоценового оптимума и сохранились благодаря эоловым процессам (Пономарева, 1999).

В той же центральной части платформы, в пределах Вилюйской синеклизы и сочлененного с ней Предверхожанского прогиба, установлены дочетвертичные эпикриогенные пески. Они приурочены к четырем согласно залегающим терригенным мезокайнозойским формациям: молассовидной нижней и средней юры, континентальной угленосной верхней юры – нижнего мела и континентальным верхнего мела и неогена. В молассовой формации пески сочетаются с песчаниками, алевролитами с прослоями конгломератов, гравелитов, глин и аргиллитов, в угленосной к ним добавляются прослой бурых углей и лигнитов. Верхнемеловая и неогеновая формации почти полностью сложены песками. До глубины 500–600 м толща находится в многолетнемерзлом состоянии (Инженерная геология СССР, 1977а).

В южной части Сибирской платформы, которая относится к зоне совместного распространения многолетнемерзлых и талых пород, острова мерзлоты приурочены, главным образом, к массивам глинистых пород. Чаще всего они выделяются в долинах рек на затененных или заторфованных участках. Песчаные грунты, и без того развитые здесь ограниченно (в основном только в речных долинах), находятся чаще всего в талом состоянии.

Яно-Колымская и Зее-Буреинская плиты

Молодая Яно-Колымская платформа (плита) с прилегающими арктическими островами считается самым обширным на Земле регионом распространения синкриогенных отложений. Их возраст начинается здесь со среднего плейстоцена, хотя имеются основания предполагать и более древний (Инженерная геология России, 2011). Однако собственно песчаных толщ среди этих отложений не так уж много. В основном они встречаются на севере в составе средне- и верхнеплейстоценовых озерно-аллювиальных комплексов или в голоценовом аллювиальном. В разрезах террас и поймы сверху обычно залегает глинистый аллювий пойменной фации. Он подстилается отложениями русловой фации, в состав которой и входят пески разной крупности. Синкриогенной считается только самая верхняя часть песчаной пачки, ниже залегают пески эпикриогенные. В приморских районах грунты засолены. На севере Халлерчинской тундры, в низовьях Колымы, в прибрежной полосе шириной 50–60 км геофизическими методами установлено распространение засоленных песков с рассолами (криопэгами) до глубины 50 м и более (Геокриология СССР. Восточная Сибирь, 1989).

Прослой и линзы песков встречаются в разрезах широко развитых в данном регионе синкрио-

генных едомных толщ (другие названия – ледовый комплекс и лёссово-ледовый комплекс), но преобладают в них все-таки более дисперсные отложения. По поводу возраста и генезиса этих толщ у специалистов нет единого мнения. Их трактуют как образования аллювиальные, озерные, озерно-аллювиальные, болотные, эоловые и др. В дельте Колымы описаны аллювиально-морские пески, относимые к категории диакриогенных грунтов.

В пределах молодой Зее-Буреинской платформы пески встречаются в разрезах четвертичного аллювия и олигоцен-миоценовой терригенной каолиновой формации, которая местами выходит на поверхность. Однако многолетнемерзлых среди них немного, лишь отдельные острова и, в отличие от Яно-Колымской платформы, расположенной на севере, это всегда эпикриогенные песчаные отложения.

Горно-складчатые сооружения Сибири и Дальнего Востока

В пределах горно-складчатых сооружений песчаные грунты развиты ограниченно, преимущественно во впадинах, и только часть от этого небольшого количества приходится на криолитозону.

Синкриогенные пески выделяются в самых молодых комплексах пород и преимущественно в орогенах (или их частях) с наиболее суровыми климатическими условиями – Верхояно-Чукотском, севере Забайкальского, а также севере Байкальского рифтогена. В более древних отложениях, а также в орогенах, расположенных на юге Сибири и Дальнего Востока и относящихся к зоне совместного распространения многолетнемерзлых и талых пород, мерзлые пески в основном относятся к категории эпикриогенных. В северных орогенах эпикриогенные разности нередко подстилают синкриогенные. Пески встречаются в составе водно-ледниковых, озерно-ледниковых, озерно-аллювиальных, эоловых и аллювиальных генетических комплексов, возраст которых изменяется от раннего плейстоцена до голоцена. В аллювии горных рек, в отличие от платформенных, пески обычно содержатся в пойменной фации, в русловой там преобладает грубообломочный материал.

В некоторых межгорных впадинах (Муйская, Чарская, Ципинская и др.) установлены обширные песчаные массивы, настоящие «мини-пустыни», которые обозначают как эоловые или полигенетические образования. Местами они закреплены растительностью, а иногда образуют обширные переваемые поля с барханами и дюнами. В первом случае пески мерзлые, а во втором под ними развиты талики.

Заключение

Пески в многолетнемерзлом состоянии можно встретить на северо-востоке Балтийского щита и северной окраине Русской плиты Восточно-Евро-

пейской платформы, северной части Тимано-Печорской платформы, северной и центральной частях Западно-Сибирской плиты, в пределах Сибирской, Яно-Колымской и Зее-Буреинской платформ, а также на Урале, в орогенах Сибири и Дальнего Востока и арктических островах.

Синкриогенные песчаные грунты развиты в основном в пределах зоны практически сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Они залегают в верхней части разреза, нередко подстилаются грунтами эпикриогенными, имеют преимущественно позднеплейстоцен-голоценовый (реже среднеплейстоценовый) возраст и приурочены чаще всего к морским, аллювиально-морским и аллювиальным генетическим комплексам.

Эпикриогенные пески распространены по всей территории криолитозоны. В новейшем покрове их возраст изменяется в широком диапазоне — от раннего плейстоцена до голоцена. Они входят в состав ледниковых, водно-ледниковых, озерно-

ледниковых, морских, аллювиально-морских, эоловых, озерно-аллювиальных и аллювиальных генетических комплексов.

В некоторых регионах можно встретить эпикриогенные пески, приуроченные к дочетвертичным формациям: на Тимано-Печорской платформе — к среднеюрской-нижнемеловой терригенной сероцветной; на Западно-Сибирской плите — к олигоценовой терригенной лигнитоносной; на Хатангском прогибе — к терригенной сероцветной верхнемеловой и угленосной верхнемеловой; на Вилюйской синеклизе Сибирской платформы — к молассовидной нижней и средней юры, континентальной угленосной верхней юры—нижнего мела и континентальным верхнего мела и неогена; на Зее-Буреинской плите — к олигоцен-миоценовой терригенной каолиновой формации.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 17-05-00944а.

ЛИТЕРАТУРА

- Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток / Ред. Э.Д. Ершов. М.: Недра, 1989а. 515 с.
- Геокриология СССР. Горные страны юга СССР / Ред. Э.Д. Ершов. М.: Недра, 1989б. 359 с.
- Геокриология СССР. Европейская территория СССР / Ред. Э.Д. Ершов. М.: Недра, 1988. 358 с.
- Геокриология СССР. Западная Сибирь / Ред. Э.Д. Ершов. М.: Недра, 1989в. 454 с.
- Геокриология СССР. Средняя Сибирь / Ред. Э.Д. Ершов. М.: Недра, 1989г. 414 с.
- Дубиков Г.И., Иванова Н.В., Зыков Ю.Д. и др. Засоление прибрежных отложений и их коррозионная агрессивность // Криосфера Земли. 1999. Т. 3, № 1. С. 43–51.
- Инженерная геология России. Т. 1. Грунты России / Ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенский, В.А. Королев. М.: КДУ, 2011. 672 с.
- Инженерная геология России. Т. 3. Инженерно-геологические структуры России / Ред. В.Т. Трофимов, Т.И. Аверкина. М.: КДУ, 2015. 710 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 1. Русская платформа / Ред. И.С. Комаров. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978а. 528 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 2. Западная Сибирь / Ред. Е.М. Сергеев. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 495 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 3. Восточная Сибирь / Ред. Г.А. Голодковская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977а. 657 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 4. Дальний Восток / Ред. Е.Г. Чаповский. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977б. 502 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 5. Алтай. Урал / Ред. Е.В. Третьяков, И.В. Попов, Г.М. Терешков. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978б. 219 с.
- Инженерная геология СССР. Т. 8. Кавказ, Крым, Карпаты / Ред. И.М. Бучаидзе, К.И. Джанджгава, М.В. Чуринов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978в. 361 с.
- Инженерная геология СССР. Платформенные регионы европейской части СССР. Кн. 1 / Ред. И.С. Комаров, Д.Г. Зилинг, В.Т. Трофимов. М.: Недра, 1992. 271с.
- Инженерная геология СССР. Платформенные регионы европейской части СССР. Кн. 2 / Ред. И.С. Комаров, Д.Г. Зилинг, В.Т. Трофимов. М.: Недра, 1991. 357 с.
- Инженерная геология СССР. Западная-Сибирская и Туранская плиты. Кн. 2 / Ред. В.Т. Трофимов, Ю.Ф. Захаров, А.С. Хасанов. М.: Недра, 1990а. 334 с.
- Инженерная геология СССР. Алтае-Саянский и Забайкальский регионы / Ред. Н.Н. Романовский, Г.А. Голодковская, В.К. Шевченко. М.: Недра, 1990б. 375 с.
- Катасонов Е.М. Криогенные текстуры, ледяные и земляные жилы как генетические признаки многолетнемерзлых четвертичных отложений // Вопросы криологии при изучении четвертичных отложений / Ред. С.П. Качурин. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 37–44.
- Оберман Н.Г. Европейский Северо-Восток. Урал // Основы геокриологии. Ч. 3. Региональная и историческая геокриология мира / Ред. Э.Д. Ершов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. С. 228–237.
- Пономарева О.Е. Водоносные талики в песчаных отложениях бассейна нижнего течения р. Вилюй // Криосфера Земли. 1999. Т. 3, № 4. С. 84–89.
- Усов В.А. Криогенное строение и особенности формирования многолетнемерзлых отложений лагунного берега (на примере о. Вилькицкого в Карском море) // Мерзлотные исследования. Вып. VII / Ред. В.А. Кудрявцев. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1967. С. 199–210.

Сведения об авторе: Аверкина Татьяна Ивановна — канд. геол.-мнерал. наук, доц. каф. инженерной и экологической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: averkina@geol.msu.ru