

Особенности распространения, возраст и генезис эпикриогенных песков на территории России

Аверкина Татьяна Ивановна

кандидат геолого-минералогических наук

доцент кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ)

119234, Россия, г. Москва, ул. Ленинские Горы, 1, оф. 109

✉ averkina@geol.msu.ru



[Статья из рубрики "Многолетнемерзлые породы и подземные льды Арктики"](#)

Аннотация.

Объектом исследования являются эпикриогенные пески, развитые на территории России. Они встречаются во всех частях криолитозоны, но шире всего представлены в пределах древних и молодых платформ. При этом в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород эпикриогенные пески часто перекрыты отложениями синкриогенными, а в зоне совместного распространения талых и многолетнемерзлых пород залегают с поверхности. Пески данного вида встречаются в составе ледниковых, водно-ледниковых, озерно-ледниковых, морских, аллювиально-морских, ледово-морских, озерно-аллювиальных, аллювиальных и эоловых генетических комплексов четвертичных отложений. В ряде районов эпигенетические многолетнемерзлые пески выделяют в рамках древних дочетвертичных формациях. На Тимано-Печорской платформе это терригенная сероцветная формация средней юры-нижнего мела, в Западной Сибири – терригенная лигнитоносная олигоцена, в Хатангском прогибе – терригенные верхнего мела и юры-нижнего мела, а также угленосная верхнего мела. В пределах Вилюйской синеклизы и Предверхоанского прогиба эпикриогенные пески приурочены к молассовидной формации нижней и средней юры, угленосной верхней юры-нижнего мела, терригенным верхнего мела и неогена. На территориях горно-складчатых сооружений эпикриогенные песчаные грунты ограниченно развиты во впадинах и долинах рек в составе аллювиальных, озерно-аллювиальных, а также водно-ледниковых и эоловых четвертичных комплексов.

Ключевые слова: пески, эпикриогенные, распространение, Россия, платформы, орогены, возраст, генезис, формации, дочетвертичные

DOI:

10.7256/2453-8922.2018.3.25807

Дата направления в редакцию:

11-04-2018

Дата рецензирования:

11-04-2018

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 17-05-00944а)

Введение

Среди многолетнемерзлых песчаных толщ, развитых на территории России, преобладают эпигенетические разности. Они распространены гораздо шире, чем синкриогенные, имеют более значительную мощность, охватывают несравнимо бóльший возрастной диапазон пород (от мезозойских до голоценовых) и самые разные генетические типы отложений. Эпикриогенные пески развиты во всех частях криолитозоны, а в районах развития синкриогенных грунтов часто их подстилают. В южных областях среди плейстоценовых эпикриогенных отложений много таких, которые изначально сформировались как синкриогенные, но протаяли в теплые эпохи или по местным причинам (были затоплены при трансгрессии моря или миграции крупных рек и озер), а затем повторно промерзли [3]. Ниже рассмотрены особенности распределения эпикриогенных песков по площади и разрезу в пределах различных частей криолитозоны России

Платформы и орогены Европейской части

В криолитозоне европейского севера России среди песчаных грунтов преобладают эпигенетические разности. На Кольском полуострове среди многолетнемерзлых развиты только такие пески. Они трактуются как образования ледникового генезиса верхнеплейстоценового возраста.

На севере Тимано-Печорской плиты в пределах Мало- и Большеземельской тундр эпикриогенные пески залегают и с поверхности, и под синкриогенными отложениями. Непосредственно с поверхности они вскрываются в пределах вашуткинской (Q_{II}) морской равнины, казанцевской (Q_{III}^1), зырянской (Q_{III}^2) и каргинской (Q_{III}^3) морских террас, а на более низких уровнях перекрываются грунтами сингенетическими (рис.1). Пески имеют *морской*, *аллювиально-морской* и *аллювиальный* генезис и самый разный гранулометрический состав – от гравелистых до пылеватых, но преобладают мелкие и пылеватые.

На Пай-Хое эпикриогенные пески в приморской полосе залегают под синкриогенными грунтами, а южнее 68° с.ш. – с поверхности. Это морские и водно-ледниковые образования средне-позднеплейстоценового возраста, где пески часто соседствуют с галечниками. В прибрежной полосе Пай-Хоя, также как и в прибрежной зоне Печорской плиты, в разрезе мерзлых пород (синкриогенных и эпикриогенных) на глубине от 5 до 35 м практически повсеместно выделяется слой с криопэгами мощностью 5-20 м [1].

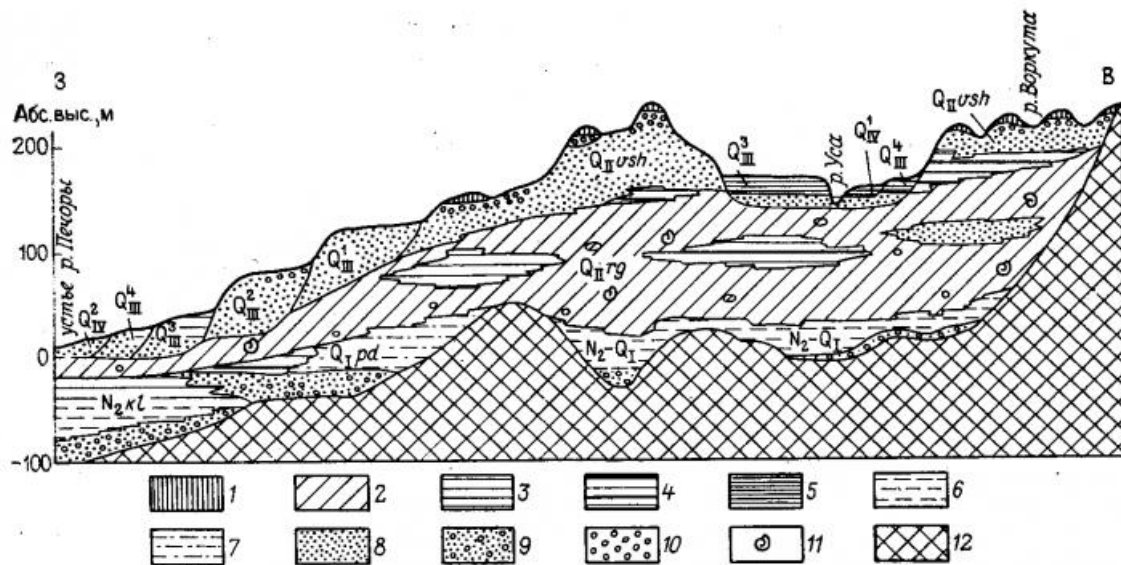


Рис 1. Схематический разрез верхнекайнозойских отложений Печорской низменности, по И.Д. Данилову, с изменениями [11]:

1 – приповерхностные валунные суглинки бурого цвета; 2 – темно-серые валунные суглинки и глины; 3 – глины; 4 – ленточные глины в толще темно-серых валунных суглинков; 5 – ленточные глины в долинах рек; 6 – алевриты; 7 – супеси; 8 – пески горизонтально-слоистые; 9 – песчано-гравийные отложения; 10 – галечники; 11 – остатки морской фауны; 12 – коренные породы

На крайнем северо-востоке Печорской синеклизы, где мощность многолетнемерзлых пород достигает до 500 м, а также в центральной части, где с глубины 50 м вскрывается слой реликтовой мерзлоты мощностью 200–300 [7], есть вероятность встретить более древние эпигенетические мерзлые пески, приуроченные к *терригенной сероцветной формации средней юры-нижнего мела*.

Западно-Сибирская платформа

Самые обширные площади развития эпикриогенных песков выделяются в пределах Западно-Сибирской платформы (плиты). В северной части криолитозоны они здесь, чаще всего, перекрыты синкриогенными отложениями, а в центральных и южных районах залегают непосредственно с поверхности. Основной объем эпикриогенных песков приходится на четвертичные отложения.

Север плиты, охватывающий Ямальский, Гыданский и Тазовский полуострова, характеризуется практически сплошным распространением многолетнемерзлых пород. Здесь преобладают эпикриогенные пески *морские и ледово-морские, средне- и позднеплейстоценовые*, представленные чаще всего мелкими и пылеватыми разностями. В разрезах I и II-ой надпойменных террас и 3-ей озерно-аллювиальной равнины под синкриогенными отложениями залегают *верхнеплейстоценовые аллювиальные и озерно-аллювиальные* комплексы, также включающие пески, в основном мелкие и пылеватые.

Помимо перечисленных генетических типов, фрагментарно развиты эпикриогенные *верхнеплейстоценовые* и 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 *озерных и аллювиальных* толщах. В водно-ледниковых отложениях

пески преобладают и включают значительное количество гравия и гальки. В предгорьях Таймыра на их контакте со скальными породами были зафиксированы крупные залежи подземных льдов, вероятно, инфильтрационного происхождения. А на контактах песков и глин встречаются инъекционные и сегрегационные льды. Озерные и озерно-ледниковые отложения более дисперсные. Они выполняют крупные гляциодепрессии, которые вытянуты вдоль долин рек Пясины, Мокоритто и др. и в которых до сих пор сохранились крупные озера.

В пределах Тазовских возвышенностей описаны древние эпикриогенные пески, принадлежащие некрасовской серии олигоцена, которая залегает в верхней части *терригенной лигнитоносной* формации *олигоцена*. Пески мелкие, реже средней крупности (табл. 1), насыщенные каолинитом, с прослоями каолиновых глин.

На восточном продолжении плиты в разрезе Хатангского прогиба также выделяются древние эпикриогенные пески в составе *терригенных верхнемеловой и юрско-нижнемеловой, угленосной верхнемеловой* формаций. Помимо песков они включают песчаники, алевролиты, глины, аргиллиты, конгломераты, а во втором случае ещё и прослой бурых углей. Общая мощность этих формаций доходит до нескольких километров, но проморожены в них только верхние 500–600 м и они перекрыты мерзлым четвертичным покровом мощностью 20–80 м [5].

В зоне совместного распространения многолетнемерзлых и талых пород преобладают эпикриогенные грунты, которые в голоценовый оптимум протаяли, а потом снова промерзли. Основные площади развития мерзлых песков приходятся на *средне-верхнеплейстоценовые озерно-аллювиальные и среднеплейстоценовые водно-ледниковые* отложения. Пески, входящие в озерно-аллювиальные комплексы, преимущественно мелкие и пылеватые, часто с включениями растительных остатков, прослоев и линз торфа.

Изучение среднеплейстоценовых водно-ледниковых песков в центральной части Сибирских Увалов показало, что по гранулометрическому составу они изменяются от крупных до пылеватых, но преобладают мелкие и средней крупности. Последние относятся к категории чистых, в них мало гравийных и глинистых частиц, а содержание

Таблица 1

Гранулометрический состав отложений верхней части разреза

некрасовской серии олигоцена [4]

Район отбора образцов и автор данных	Кол-во образцов	Процентное содержание частиц по фракциям (диаметр в мм)					
		>0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01
Юг Тазовского полуострова (Чирва и др., 1961)	18	<u>0,0-25,6</u> 9,8	<u>65,8-95,7</u> 78,8		<u>0,7-13,5</u> 4,8		<u>1,7-16,2</u> 6,6
Север Надым-Пуровского междуречья,							

скважины бурового профиля Нумги-Самбург (Чирва и др., 1961)	6	<u>0,0-0,6</u> 0,1	<u>0,1-7,9</u> 2,1	<u>69,2-83,0</u> 75,9	<u>6,5-13,5</u> 9,2	<u>9,2-17,5</u> 12,7
Юго-запад Тазовского полуострова, верховья р.Хадыта (Мельников, 1966)	5	<u>0,0-14,7</u> 5,7	<u>72,4-95,0</u> 88,3		<u>2,7-9,6</u> 5,7	<u>0,1-0,2</u> 0,1 <u>0,1-0,3</u> 0,2

песчаных составляет 92–99% (табл. 2). В пределах Тазовских возвышенностей развиты те же разности водно-ледниковых песков, но гораздо шире представлены пески крупные и реже встречаются мелкие.

Таблица 2

Гранулометрический состав среднечетвертичных водно-ледниковых отложений центральной части Сибирских Увалов [4]

Грунт	Кол-во образцов	Процентное содержание частиц по фракциям (диаметр в мм), %							
		>10	10-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	<0,05
Гравийный грунт	3	<u>9-24</u> 15	<u>48-57</u> 53	<u>28-39</u> 32					
Песок крупный	1	-	1	8	73	17			
Песок средней крупности	32	-	<u>1-4</u> 2	<u>1-9</u> 3	<u>4-29</u> 13	<u>34-69</u> 43	<u>15-12</u> 28	<u>1-18</u> 9	<u>1-7</u> 2
Песок мелкий	57	-	-	<u>1-4</u> 2	<u>1-23</u> 6	<u>13-45</u> 28	<u>28-81</u> 49	<u>1-30</u> 13	<u>1-9</u> 2
Песок пылеватый	13	-	-	<u>1-2</u> 1	<u>1-12</u> 4	<u>5-40</u> 20	<u>25-62</u> 41	<u>19-41</u> 26	<u>1-21</u> 8

Примечание: в числителе – предельные значения показателей, в знаменателе – средние значения

На самом юге криолитозоны пески средне-верхнеплейстоценовых озерно-аллювиальных, среднеплейстоценовых водно-ледниковых и верхнеплейстоцен-голоценовых аллювиальных комплексов находятся преимущественно в талом состоянии и лишь на участках, перекрытых торфами, – в многолетнемерзлом.

Сибирская платформа

На древней Сибирской платформе большой объем эпикриогенных песков приходится на дочетвертичные отложения. Основной район их распространения – Вилюйская синеклиза и сочлененный с ней Предверхоанский прогиб. Здесь выделяются три согласно залегающих терригенных мезозойских формации, включающих пески: молассовидная нижней и средней юры, континентальная угленосная верхней юры – нижнего мела и континентальная верхнего мела.

В молассовидную формацию нижней и средней юры помимо песков входят песчаники, алевролиты, глины и аргиллиты, а также конгломераты и галечники в нижней части. В бортах синеклизы формация залегаёт под кайнозойскими отложениями, в восточном направлении погружается под более молодые мезозойские породы и в этом же направлении её мощность увеличивается от 100 до 900 м, в прогибе достигает 1500 м. До глубины 500-600 м породы находятся в многолетнемерзлом состоянии.

Угленосная формация верхней юры – нижнего мела перекрывает молассовидную и представлена чередующимися песками, песчаниками, алевролитами с прослоями конгломератов, гравелитов, глин, аргиллитов и углей. Глубина её залегания изменяется от 3-100 м на западном склоне Вилюйской синеклизы до 500-1000 м в центральной части, а мощность варьирует от 200 до 5200 м (в Предверхоанском прогибе). Породы этой формации проморожены на глубину 400-600 м [5].

Терригенная формация верхнего мела почти полностью сложена песками, изредка встречаются глины и прослои бурых углей и лигнитов. Её характерная особенность – каолинизация отложений, уменьшающаяся вниз по разрезу. Мощность формации изменяется в широких пределах – от 160 м на Верхне-Вилюйском поднятии до 1000 м и более в самой погруженной части впадины, до глубины 500-600 м она находится преимущественно в многолетнемерзлом состоянии. Пески мелко-, средне- и крупнозернистые, в верхней части грубозернистые, иногда пылеватые. В устье Вилюя преобладают более тонкие разности – мелкозернистые и пылеватые,

На мезозойских отложениях залегаёт неогеновая терригенная формация, сложенная аллювиальными и озерно-аллювиальными песчано-глинистыми породами мощностью от 45 до 800 м (максимальная – в Нижне-Алданской впадине). Отложения проморожены до глубины 500 м, в верхних горизонтах местами отмечены повторно-жильные льды [5].

Среди четвертичных песков Центральной Якутии особый интерес представляют *среднеплейстоцен-голоценовые эоловые* образования, которые широко распространены в долинах Лены, Вилюя и других рек региона. В разрезах этих песков выделяют и эпикриогенные, и синкриогенные разности. От окружающих многолетнемерзлых пород они отличаются достаточно высокими температурами – на залесенных участках она составляет -1,5 °С.

На некоторых массивах растительность практически отсутствует, и в теплое время года здесь происходит довольно активное перевевание песков. Местное название таких массивов — тукуланы. Основные площади их развития находятся в среднем течении р. Лены и низовьях Вилюя – самых засушливых районах Якутии. И на обнаженных, и на залесенных песчаных массивах установлено наличие радиационно-тепловых таликов, которые хорошо изучены. Это реликтовые талики, сформировавшиеся в период голоценового оптимума. На тукуланах встречаются только надмерзлотные талики, а в пределах залесенных песчаных массивов – и надмерзлотные, и внутримерзлотные. Их мощность изменяется от 60 до 150 м. Например, на залесенной 15-метровой правобережной террасе р. Вилюй обнаружен талик, кровля которого вскрыта на глубине

7–9 м, а подошва на глубине 20–113 м [8]. Талики сохранились благодаря эоловым процессам, закрепление массивов растительностью обуславливает их постепенное промерзание. Пески тукуланов мелко- и среднезернистые, отсортированные. Их мощность изменяется от 0,5 до 20 м.

В южной части Сибирской платформы эпикриогенные пески встречаются очень редко. Многолетнемерзлые породы имеют здесь островное распространение и приурочены, главным образом к затененным или заторфованным участкам, сложенным преимущественно глинистыми отложениями.

Яно-Колымская и Зее-Буреинская платформы

На Яно-Колымской платформе районы развития эпикриогенных песков приурочены, в основном, к *плейстоценовым* и *голоценовым* отложениям *морского* и *аллювиально-морского* генезиса и *плейстоценовым аллювиальным* комплексам.

Для морских песков характерна засоленность. 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 [2].

В долинах крупных рек Яно-Колымской плиты эпикриогенные пески выделяются в нижней части разрезов террасовых комплексов (в верхней части аллювий трактуется как сингенетический).

В пределах Зее-Буреинской плиты эпикриогенные пески встречаются в составе аллювиальных отложений большого возрастного диапазона – от эоплейстоцена до голоцена включительно. Они участвуют в строении террасового комплекса и низких водоразделов. Мощность песчаных слоев от 3 до 8 м. Пески преимущественно крупные и средней крупности, в верхах разреза косо- и диагонально-слоистые от мелких до средней крупности и крупных, часто гравелистых с включениями мелкой гальки, с прослоями и линзами галечников.

В нижней части многолетнемерзлой толщи Зее-Буреинской плиты залегает *терригенная молассовая формация палеоген-миоцена*. Она сложена косослоистыми преимущественно белыми каолинизированными песками средней крупности с примесью гравия и гальки, линзовидными горизонтами глин (3–7 м) и тонкими прослоями лигнитов. Проморожены верхние 30–50 м формации [6].

Горно-складчатые сооружения юга Сибири и Дальнего Востока

На территориях горно-складчатых сооружений эпикриогенные песчаные грунты имеют ограниченное развитие – преимущественно во впадинах и долинах рек. В пределах ***Верхояно-Чукотского орогена***, характеризующегося практически сплошным распространением многолетнемерзлых пород, они встречаются в составе *плейстоценовых, реже голоценовых, морских, водно-ледниковых, озерно-аллювиальных и аллювиальных отложений*. Важно отметить, что в северных районах в разрезах почти всех перечисленных комплексов выделяются не только эпигенетические, но и сингенетические разности грунтов.

На востоке Чукотки изучение верхнеплейстоценовых водно-ледниковых отложений показало, что данный комплекс имеет здесь мощность около 10 м и представлен тремя характерными пачками: интенсивных приледниковых потоков (галечники),

внеледниковых нерусловых потоков (пески) и слабо подвижных потоков (заиленные тонкие пески). Пески обычно обрамляют по периферии своеобразные галечниковые "плащи". Тонкие разности песков часто заторфованы [2].

В узких прибрежных полосах Верхояно-Чукотского орогена ограниченно развиты пески *морского* генезиса *плейстоценового* и *голоценового* возраста, участвующие в строении морских террас. В основании песчаных разрезов нередко выделяются галечные горизонты, на контактах с которыми прослеживаются пласты и линзы инъекционного льда. В пределах Нижне-Анадырской впадины описаны плейстоценовые морские пески тонко- и мелкозернистые (реже крупнозернистые и гравелистые), хорошо сортированные.

В **Забайкальском орогене** значительная часть рыхлых четвертичных отложений приходится на *плейстоценовый полигенетический* комплекс песков, который развит в межгорных впадинах и долинах рек. В рифтовых впадинах, иногда называемых впадинами байкальского типа, его мощность доходит до 200–400 м. Данные пески объединяют отложения *водно-ледникового*, *озерно-аллювиального*, *аллювиального* и *эолового* генезиса. При этом на севере региона (Муйская, Чарская, Ципинская впадины и др.) в верхах разреза пески относятся к категории синкриогенных, в центральной и южной частях (Верхнеангарская, Баргузинская, Тункинская впадины и др.) они полностью трактуются как эпикриогенные.

Входящие в состав полигенетического комплекса эоловые пески имеют мощность до 30–50 м и представлены мелкозернистыми и пылеватыми разностями рыхлого сложения. Они распространены на высоких террасах и низких водоразделах, местами закреплены растительностью, а иногда образуют обширные перевеваемые массивы – «мини-пустыни» с барханами и дюнами.

В южных впадинах кровля мерзлоты под развеваемыми песками опущена значительно глубже, чем в северных. В Тункинской впадине она вскрывается на глубине от 12 до 47 м, Баргузинской – от 38 до 120 м, Верхнеангарской – от 27 до 127 м [2].

Во многих впадинах аллювиальные отложения сочетаются с пролювиальными. Так, у подножья хребта Джагды широкой полосой длиной до 40 км тянется шлейф *аллювиально-пролювиальных плейстоценовых и голоценовых* отложений мощностью от 1 до 50, а, возможно, и до нескольких сотен метров. В их составе преобладает крупнообломочный материал, но встречаются и пески, плохо сортированные, глинистые, полимиктовые [6].

На юге Сибири, в **Алтае-Саянском орогене** основные ареалы эпикриогенных песков выделяются в межгорных депрессиях, расположенных на высоких абсолютных отметках. В наиболее изученных Чуйской, Курайской и Убсунурской впадинах мощность многолетнемерзлой толщи оценивается в 40–90 м. Мерзлые пески, чаще всего, приурочены к *плейстоценовым озерно-ледниковым*, *водно-ледниковым* и *ли озерно-аллювиальным* отложениям и вероятно, *палеоген-неогеновой терригенной красноцветной (молассовой)* формации.

Заключение

1. Эпикриогенные пески развиты во всех частях криолитозоны. В зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород они обычно перекрыты синкриогенными отложениями, а в зоне совместного распространения талых и многолетнемерзлых пород залегают с поверхности. На самом юге криолитозоны пески находятся в

многолетнемерзлом состоянии лишь на участках, перекрытых торфами.

2. На севере европейской части России эпикриогенные пески встречаются в составе четвертичных ледниковых, водно-ледниковых, морских, аллювиально-морских и аллювиальных комплексов пород. Есть вероятность встретить более древние мерзлые пески, приуроченные к терригенной сероцветной формации средней юры-нижнего мела.

3. В Западной Сибири для эпикриогенных песков характерен примерно тот же набор генетических комплексов четвертичных отложений. Помимо них развиты пески озерно-аллювиальных и озерно-ледниковых комплексов. Описаны также многолетнемерзлые пески, принадлежащие терригенной лигнитоносной формации олигоцена, а на восточном продолжении плиты в Хатангском прогибе – верхнемеловой и юрско-нижнемеловой терригенной, угленосной верхнемеловой формациям.

4. На Сибирской платформе большой объем эпикриогенных песков приходится на дочетвертичные отложения. Основной район их распространения – Виллюйская синеклиза и сочлененный с ней Предверхоанский прогиб, где выделяются молассовидная формация нижней и средней юры, угленосная верхней юры-нижнего мела, терригенная верхнего мела и терригенная неогеновая. Четвертичные эпикриогенные пески установлены в составе фрагментарно развитых озерно-аллювиальных, водно-ледниковых и эоловых, а также аллювиальных комплексов отложений.

5. На Яно-Колымской платформе эпикриогенные пески приурочены к плейстоценовым и голоценовым отложениям морского и аллювиально-морского генезиса и плейстоценовым аллювиальным комплексам, в пределах Зее-Буреинской плиты – к аллювиальным отложениям, датируемым от эоплейстоцена до голоцена включительно.

6. На территориях горно-складчатых сооружений эпикриогенные песчаные грунты ограниченно развиты во впадинах и долинах рек в составе аллювиальных, озерно-аллювиальных, а также водно-ледниковых и эоловых четвертичных комплексов.

Библиография

1. Геокриология СССР. Европейская территория СССР. М.: Недра, 1988. 358с.
2. Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток. М.: Недра, 1989. 515 с.
3. Инженерная геология России. Том 1. Грунты России / Под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королева. М.: КДУ, 2011. 672 с.
4. Инженерная геология СССР. Т.2. Западная Сибирь. М.: Изд-во МГУ, 1976. 495 с.
5. Инженерная геология СССР. Т.3. Восточная Сибирь. М.: Изд-во МГУ, 1977. 660 с.
6. Инженерная геология СССР. Т.4. Дальний Восток. М.: Изд-во МГУ, 1977. 502 с.
7. Оберман Н.Г. Европейский Северо-Восток. Урал /Основы геокриологии. Ч.3. Региональная и историческая геокриология мира. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1998, с.228-237.
8. Пономарева О.Е. Водоносные талики в песчаных отложениях бассейна нижнего течения р.Виллюй //Криосфера Земли, 1999, т. III, № 4, с. 84–89.