

кровами мезозойских континентальных и вулканогенных отложений в грабенах [4]. Фрагмент полосы диафторитов шириной 8–10 км между интрузиями раннемеловых гранитов закартирован в верховьях р. Нижняя Джелинда [5]. На крайнем востоке Станового хребта, в верховьях рек Алгома и Зея, установлены зоны развития низкотемпературного диафтореза по алданскому комплексу в краевой части щита у Станового разлома. Мощность зоны 5–6 км, на отдельных участках — до 10 км (бассейн р. Чакатай). Южнее Станового разлома, в пределах станового комплекса, низкотемпературные диафториты никем не выявлены.

В процессе изучения диафторитов Станового хребта было установлено, что они пространственно приурочены к зоне Станового глубинного разлома, разделяющего Алданский щит и Становую складчатую область (область становой орогении).

Абсолютный возраст станового метаморфизма или пегматоидных инъекций, связанных с древнестановыми гранитами, принимается обычно 1900 + 100 млн. лет [1], хотя отдельные определения рубидий-стронциевым методом по мусковиту из древнестановых пегматитов дают цифру 2130–2200 млн. лет [2].

Правильное решение вопроса о времени протекания процессов диафтореза в зоне Станового структурного шва имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Низкотемпературные, в частности, зеленосланцевые диафториты, являются одним из источников коренного золота Станового хребта. Установление связи диафторитов с тектоническими структурами того или иного возраста определяет возможную пространственную локализацию этих пород и направление поисковых работ на золото.

Диафториты, маркирующие Становой глубинный разлом и на значительных расстояниях разграничивающие алданский и становой комплексы, представляют собой прекрасно рассланцованные, перекристаллизованные актинолит-эпидот-хлоритовые и серицитовые гнейсоиды [2], либо не развальцованные, но полностью замещенные низкотемпературными минералами гранулитовые гнейсы и кристаллические сланцы.

Диафториты насыщены комплексом гидротермальных жил и в ряде мест являются источником коренного золота [5]. Так, например, в местах наибольшего расширения зоны диафторитов, т. е. у поселков Дорожный и Кабактан, среди диафторитов наблюдается множество жил альбит-актинолитового, кварц-актинолитового, кварц-хлоритового, кварц-турмалинового, кварц-карбонатного и кварц-пиритового составов. Диафторез происходил в значительном интервале падающих температур и по минеральным ассоциациям выделено три ступени равновесия [2]. Большинство диафторитов относится к первой среднетемпературной (актинолит-биотитовой) ступени. С диафторитами второй ступени связан целый комплекс послыдных гидротермальных жил с золотом. Наиболее типичны кварц-пиритовые и кварц-хлорит-пиритовые жилы. Кварц-пиритовые жилы являются также носителями золота. Установлено, что диафториты золотоносны лишь там, где много таких жил. Примером могут служить участки в долине р. Кабактан и у п. Дорожный на р. Тимптон. С диафто-

ритами кальцит-альбитовой ступени связаны наиболее низкотемпературные жилы: кварцевые, кварц-серицитовые, кварц-карбонатные, кварц-карбонат-хлоритовые, кварц-карбонат-пиритовые. Между диафторитами трех ступеней имеются все постепенные переходы со сменой среднетемпературных минералов низкотемпературными. Все они объединены общностью структур и являются типичными бластомилонитами и апогранобластовыми диафторитами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кориковский С.П.* О возрасте метаморфических пород западной части Станового хребта / Тр. Вост.-Сиб. геол. ин-та АН СССР. Серия геол. — Вып. 5, 1962.
2. *Кориковский С.П., Казмин Ю.Б.* Диафториты и милониты зоны Станового глубинного разлома (Становой хребет) / Петрография метаморфических и изверженных пород Алданского щита. — М.: Наука, 1964. — С. 57–83.
3. *Пуляев Н.А.* Диафториты Алдано-Станового щита: условия образования, методы изучения, металлогеническая специализация // Руды и металлы. — 2012. — № 5. — С. 68–74.
4. *Пуляев Н.А., Лоскутов Е.Е.* Проявления процессов диафтореза на территории Алдано-Станового щита и металлогеническая специализация его продуктов // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 12. — С. 8–13.
5. *Пуляев Н.А.* Связь золоторудных проявлений на территории Алдано-Станового щита с процессами регрессивного метаморфизма / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. — Якутск.: СВФУ, ИГАБМ СО РАН, 2014. — С. 393–396.

© Пуляев Н.А., Урсу И.И., 2015

Пуляев Николай Анатольевич // pna-grf@mail.ru
Урсу Иван Иванович // vanya.ursu@bk.ru

УДК 528.85

Кутъ А.А.^{1,2}, Чжан Т.Р.², Гуринова С.А.^{2,1} (1 — Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2 — Северо-Восточный федеральный университет)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЮННЫХ КОМПЛЕКСОВ (ТУКУЛАНОВ) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

*Рассмотрены закономерности распространения дюнных комплексов в пределах Центральной Якутии. Результаты проведенного картографирования стали основой для составления схемы распространения закрепленных и незакрепленных дюнных массивов. **Ключевые слова:** дюнные массивы, пространственный анализ, схема распространения тукуланов.*

Kut A.A.¹, Chzhan T.R.², Gurinova S.A. (1 — Melnikov Permafrost Institute SB RAS, 2 — North-Eastern federal university)

SPATIAL ANALYZE OF DUNE (TUKULAN) DISTRIBUTION IN CENTRAL YAKUTIA

*It presents dune distribution regularities within Central Yakutia. The results of carried-out remote mapping became a basis for vegetated and non-vegetated covered dune distribution scheme. **Key words:** dunes, spatial analyze, tukulan distribution scheme.*

Дюнные комплексы являются распространенным элементом ландшафтов многих регионов Европы и Азии, также они распространены и в Центральной Якутии, где их называют тукуланами. Их формирование и динамика определяется эоловыми процессами со зна-



Рис. 1. Изображение форм эолового рельефа на космических снимках (источник SasPlanet, спутник Google): А — частично закрепленный растительностью песчаный массив; Б — изображение параболических дюн на поверхности тукулана

чительным влиянием криогенеза. Эти процессы являются существенным фактором формирования и преобразования современного рельефа.

Значительное количество тукуланов приурочено к территории Усть-Вилуйского газоносного района, где ведется добыча газа, строительство и эксплуатация линейных сооружений: дорог, линий электропередач и магистральных газопроводов. Таким образом, тукуланы, представляющие собой обширные массивы активно движущихся песков, определяют инженерно-геологические аспекты рационального метода освоения данной территории. Соответственно изучение интенсивности эоловых процессов и локализации эоловых форм является актуальным в контексте глобальных проблем изменения климата и природной среды.

Для изучения особенностей распространения дюнных массивов в пределах данной территории были применены дистанционные методы с использованием топографических основ (масштаба 1:500 000), спутниковых снимков (по данным Digital Global) различного разрешения, цифровой модели рельефа и технологий ГИС. При обработке снимков были выделены основные дешифровочные признаки дюнных песков, выполнен анализ пространственного распределения и их морфологических особенностей.

Для оценки гипсометрического интервала, в котором распределены дюнные массивы была использована свободно распространяемая цифровая модель рельефа (ЦМР) AsterDEM 2v, доступная на сервере Геологического управления США (USGS). Для этих целей фрагмент раstra ЦМР, охватывающий Центральную Якутию, был смонтирован со слоем космических снимков и слоем полигонов, оконтуривающих дюны. Далее средствами пакета ArcGIS была выполнена процедура присвоения всем полигонам среднего значения высоты, заключенного в их границах раstra ЦМР. В результате обработки каждому контуру (дюнному массиву) был присвоен дополнитель-

ный атрибут — средняя высота над уровнем моря. Полученная совокупность высот была проанализирована методом построения частотных распределений.

Дюнные комплексы в большинстве случаев четко отображаются на космических снимках. В основном они дешифрируются по прямым признакам, таким как форма, размеры, тон и структура (характер рисунка) [1]. Формы эолового ландшафта образуются путем переотложения песков ветровыми процессами. На снимках они хорошо контрастируют с типичными таежными ландшафтами Центральной Якутии. Массивы незакрепленных песков выделяются светлым фототонном. Цвет в зависимости от степени закрепленности растительностью изменяется от светло-желтого (незакрепленные или непокрытые растительностью) до серовато-желтого (закрепленные или поросшие растительностью). Контур массивов, как правило, имеют четкие границы и преимущественно ровные очертания. Песчаные комплексы имеют форму вытянутых полос различных размеров и редко неправильной формы. На снимках хорошего разрешения почти всегда различаются гряды, дюны, ориентированные вдоль или поперек преобладающего направления ветра. Растительность не образует сплошного покрова и изображается в виде темных пятен и точек.

На основе охарактеризованных дешифровочных признаков при обработке спутниковых снимков в пределах изучаемой территории было выявлено следующее:

было установлено порядка 1440 эоловых образований естественного происхождения общей площадью 65 001 км². Среди них на долю закрепленных дюн приходится 62 341 км². Общая площадь незакрепленных дюнных песков составляет около 2 660 км² (рис. 2);

в пределах рассматриваемого района комплексы дюнных песков встречаются как в виде очагов, так и крупных форм, площадь которых составляет от нескольких до десятков квадратных километров. Наиболее распространены комплексы площадью до 10 км² (94,1 %). Самый крупный массив расположен на левом берегу р. Вилуй. Его площадь составляет более 197 км²;

массивы песков были выделены в четырех основных районах, приуроченных к бассейнам рек Хоруонгка, Линдэ, Вилуй, Тюнг (табл. 1);

Распределение тукуланов в Центральной Якутии по площади

Район распространения, бассейны рек	Площадь района, тыс. км ²	Общая площадь закрепленных дюнных массивов	Количество активных дюнных массивов	Общая площадь песков, км ²	Min площадь, км ²	Max площадь, км ²	Количество				
							<1	1-5	5-10	10-50	>50
Хоруонгка	1,3	32 008,8	442	477,9	0,003	63,6	371	50	12	8	1
Линдэ	2,2		598	640	0,014	90,5	549	35	5	5	5
Тюнг	3,4	3 465,9	124	831,9	0,011	132,2	88	15	9	7	6
Вилуй	21,5	26 866,3	290	709,5	0,0015	197	244	24	4	14	2
		62 341	1 454	2 659,3			1252	124	30	34	14

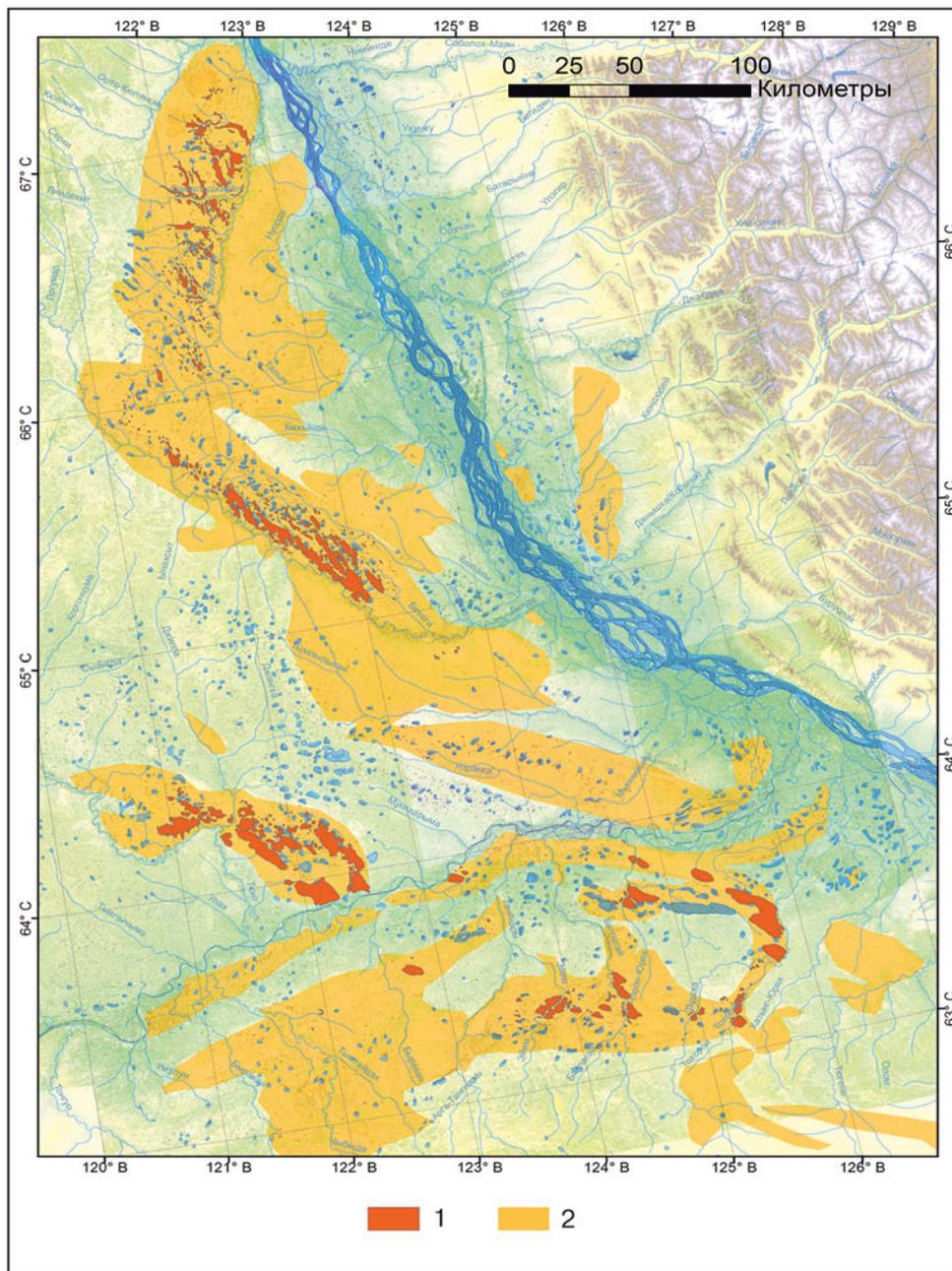


Рис. 2. Схема распространения дюнных комплексов Центральной Якутии: 1 — незакрепленные пески; 2 — погребенные пески

комплексы дюнных песков развиты в широких пределах абсолютных высот: от 60 до 236 м (рис. 3). Преимущественно формы эолового рельефа распространены в пределах водораздельных поверхностей на отметках 160–170 м (30,9 %) и 180–190 м (28,3 %) бассейны р. Линдэ и Хоруонгка. Гораздо реже на более низких гипсометрических уровнях, в долине р. Вилюй и Тюнг, — 90–120 м, что составляет 6,2 %;

по степени расчлененности [2] в пределах рассматриваемой территории преобладают ровные песчаные массивы с отдельными формами высотой до 1 м (78,9 %). Преимущественно они развиты в бассейнах р. Тюнг и Линдэ. Малорасчлененные пески с глубиной расчленения до 3 м и расстоянием между гребнями 10–30 м — 8,1 % (бассейн р. Вилюй); среднерасчленен-

ные с глубиной расчленения до 10 м и расстоянием между гребнями до 100 м — 8,9 % (бассейн р. Хоруонгка) и пески глубокорасчлененные — до 75 м и расстоянием между гребнями до 3,5 км — 4 % (бассейн р. Хоруонгка).

Анализ показывает, что дюнные массивы являются наложенной (вторичной) формой рельефа, образованные вследствие ветровой переработки четвертичных аллювиальных отложений. Здесь можно выделить некоторые особенности залегания и взаимоотношений активных песков и подстилающей поверхности. На снимках четко оконтуриваются границы отложений различных генетических типов: аккумулятивная озерная равнина с широким развитием покровных отложений и рельефа, связанного с мерзлотными процессами; погребенные пески и дюнные пески незакрепленные или частично закрепленные растительностью.

Поверхность аккумулятивной равнины характеризуется активным проявлением термокарстовых процессов, развитием озер правильной округлой формы и образованием аласных котловин (рис. 4 А).

Погребенные пески перекрывают покровные отложения аккумулятивной террасы в виде вытянутых полос, ориентированных в юго-восточном, южном и широтном направлениях. Ширина области распространения погребенных песков изменяется от 8–10 км (характерно для юго-восточного направления) до 20–27 км (для полос широтного направления). Поверхность ровная, покрыта редкостойным сосновым лесом. Широко развиты озера, ориентированные в виде цепей в юго-восточном направлении (рис. 4 Б). Озера имеют вытянутую, реже неправильную форму. Контурные берегов извилистые, неровные. Это указывает на то, что озера на поверхности погребенных песков формировались при активизации эоловых процессов в плейстоценовый период, когда происходило наступание песка на водоемы, их частичное подрезание и засыпание. Между собой большинство озер имеют сообщение в виде ручьев, а некоторые разделены небольшой песчаной

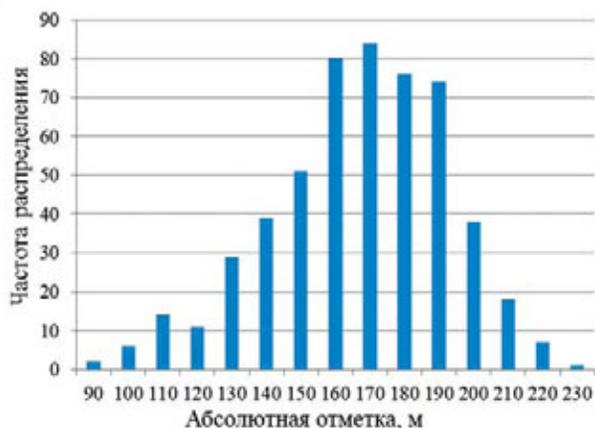


Рис. 3. Распределение комплексов дюнных песков по отметкам абсолютных высот

перемычкой, сформированной вследствие активизации процессов переноса песка. Отмечается интенсивное сокращение площади водоемов: контуры озера повторяют очертания вмещающих их понижений, на снимках, имеющих более темный фототон, также видно, что некоторые близко расположенные озера до недавнего времени были единым водоемом, но под воздействием различных факторов были разделены. На снимках также хорошо дешифрируются очертания полностью засыпанных понижений.

Дюнные песчаные комплексы развиваются по поверхности древних погребенных песков. Они выражены в виде массивов лопатообразной, иногда неправильной формы различной площади (рис. 4 В). Контуры чаще всего четкие, т.к. это зависит от степени закрепленности растительностью. На снимках высокого разрешения почти всегда просматриваются дюны и гряды. Ориентировка дюн непостоянна: в бассейне р. Вилюй преобладающее направление юго-восточное, которое постепенно сменяется восточным; в бассейне р. Тунг — преимущественно южное направление; в бассейнах р. Линдэ и Хоруонгка дюны ориентированы субмеридиально. Активные песчаные массивы значительно

влияют на гидрологический режим речной системы. Под воздействием наступающих песков русла рек и крупных ручьев мигрируют и отступают, а в некоторых случаях оказываются полностью засыпанными, и сток на данном участке прекращается полностью (рис. 4 Г). Озера на поверхности активных песчаных комплексов — явление нечастое. Как правило, их развитие приурочено к междунным понижениям, где питание осуществляется за счет атмосферных осадков и разгрузки межмерзлотных вод. Иногда озера образуются за счет частичного засыпания песком водоемов на поверхности погребенных песков, в результате чего образуется специфический грядовый рельеф. При этом часть озера оказывается изолированной в пределах движущегося песчаного массива.

Кроме всего прочего на снимках четко дешифрируются следы техногенеза в виде населенных пунктов,

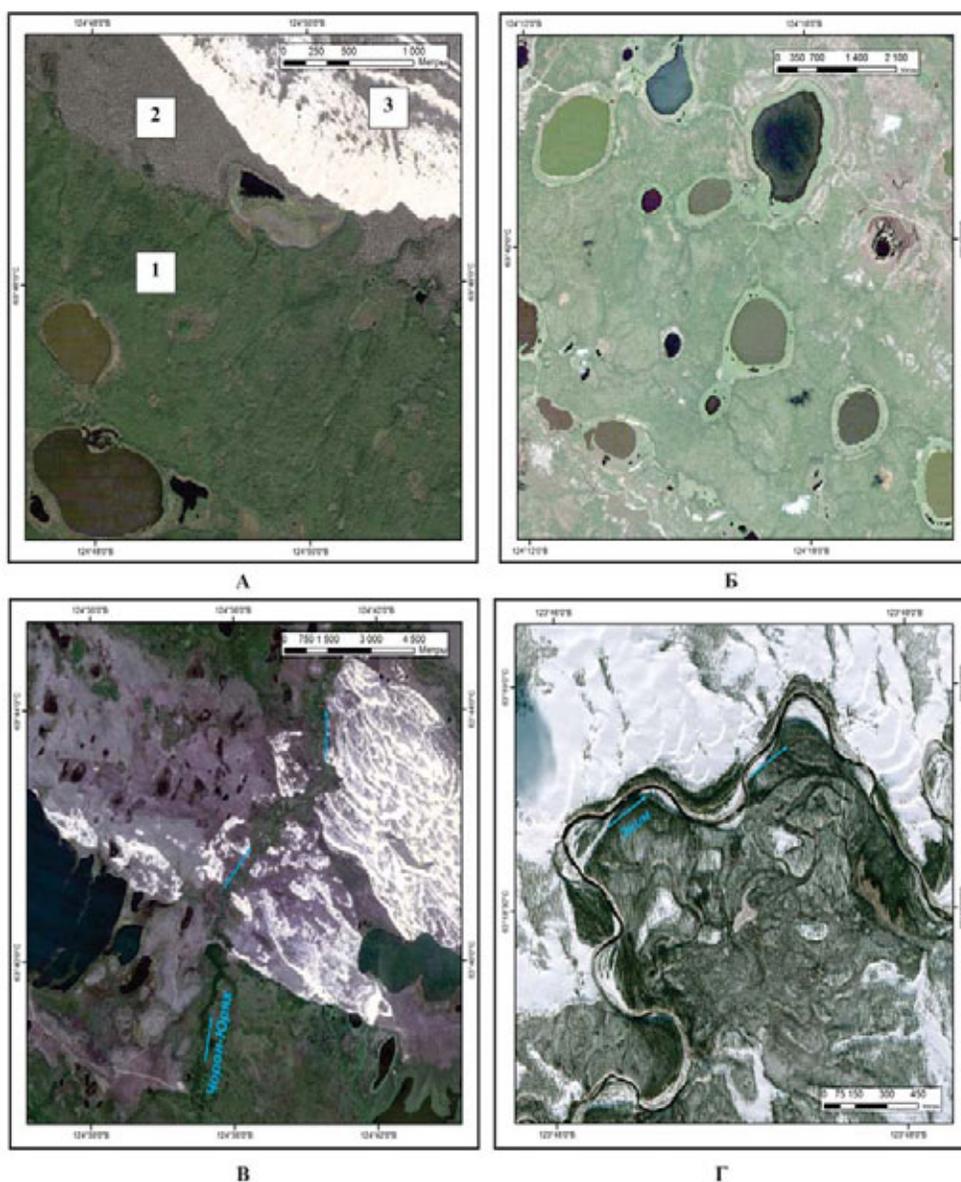


Рис. 4. Формы проявления золотого морфолитогенеза (по данным DigitalGlobal): А — поверхности различных генетических типов, бассейн р. Вилюй: 1 — поверхность аккумулятивной озерной равнины с широким развитием покровных отложений и рельефа, связанного с мерзлотными процессами; 2 — поверхность закрепленных песков; 3 — дюнные незакрепленные или частично закрепленные песчаные массивы; Б — озера на поверхности закрепленных растительностью песков, бассейн р. Тунг; В — комплекс частично закрепленных дюнных песков, р. Чорон-Юрях, бассейн р. Вилюй; Г — миграция русла реки при движении песчаного массива, р. Эйим.

автомобильных дорог, нефтепровода, что в свою очередь способствует развитию эоловых процессов.

Результаты дешифрирования космических снимков территории Центральной Якутии показывают, что рассматриваемая территория отличается активным развитием форм эолового рельефа. Это обусловлено процессами, принявшими участие в формировании рельефа и изменениями климатических условий в нижнем плейстоцене и голоцене. На основе дистанционного картографирования дюнных образований Центральной Якутии с использованием космических снимков и ГИС-технологий установлено порядка 1440 форм эолового рельефа общей площадью 65 001 км². Закрепленными дюнными массивами покрыто 62 341 км², на долю современных песчаных комплексов приходится 2 660 км². Как показал анализ, массивы песков приурочены к четырем основным районам, расположенным в бассейнах рек Хоруонгка, Линдэ, Вилюй и Тюнг. Преимущественно формы эолового рельефа распространены в пределах водораздельных поверхностей на отметках 160–190 м (59,2%), гораздо реже на более низких гипсометрических уровнях в долинах р. Вилюй и Тюнг — 90–120 м, что составляет 6,2%.

На космических снимках четко различимы погребенные пески и дюнные песчаные массивы. Разные генетические типы отложений на поверхности Вилюйской впадины, описанные выше, указывают на поэтапное развитие рельефа. К таким этапам следует отнести накопление аллювиальных отложений в результате тектонических движений и последующей перестройки речной системы, а также чередующимися этапами потепления и похолодания климата, в результате чего происходил перенос песчаного материала под воздействием ветра и его закрепление растительностью. Особенности макрорельефа (форма озер, характер распространения ручьев и их взаимодействие с песчаными

массивами) указывают на интенсивность проявления процессов переотложения и большого влияния на современный гидрологический режим.

Распространение погребенных песков и активных песчаных массивов находится в пределах области сноса материала, который происходил при усилении тектонических движений на периферии Вилюйской впадины в плейстоцене. Причем характер развития и их ориентировка указывают на то, что снос материала в бассейнах р. Хоруонгка, Линдэ и Тюнг происходил преимущественно в юго-восточном направлении, а на правобережье р. Вилюй — с запада на восток.

Техногенное воздействие оказывает значительное влияние на современное развитие эоловых процессов в пределах территории Центральной Якутии. Особенно это заметно в пределах населенных пунктов (г. Вилюйск, п. Кысыл-Сыр) и в зонах протяженных линейных сооружений, таких как нефтепроводы, постоянно действующие автомобильные трассы. В целом движение песков оказывает негативное воздействие на хозяйственную деятельность человека в виде сокращения полезных площадей, засыпания дорог и др.

Исследования выполняются при поддержке гранта РФФИ № № 15-45-05129_р_восток_a и в рамках проекта VIII. 77.2.1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куст Г.С. Опустынивание: принципы эколого-генетической оценки и картографирования. — М., 1999. — 362 с.
2. Федорович Б.А. Вопросы классификации песков для целей картирования на примерах Западной Туркмении / Землеведение. — М.: МГУ, 1960. — Т. 5. — С. 9–24.

© Куть А.А., Чжан Т.Р., Гуринова С.А., 2015

Куть Анна Алексеевна // ankaurban@mail.ru

Чжан Татьяна Рудольфовна // tashachzhan@yandex.ru
Гуринова Саргылана Александровна // gsa..95@mail.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК 553.98

Берзин А.Г.¹, Илларионова М.Г.¹, Иванов И.С.², Марсанова М.Р.³, Берзин С.А.⁴ (1 — Северо-Восточный федеральный университет, 2 — ОАО «Сургутнефтегаз», 3 — ОАО «Якутскгеофизика», 4 — Geco-Prakla, Schlumberger Ltd.)

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УНИКАЛЬНОГО НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДФУНДАМЕНТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НЕПСКО-ПЕЛЕДУЙСКОГО СВОДА

Построена по геолого-геофизическим данным и рассматривается модель глубинного строения земной коры по профилю через прибортовую часть Непско-Пеледуйского свода Непско-Ботубинской антеклизы и прилегающий западный сектор Предпатомского прогиба на юго-западе Республики Саха (Якутия). Аргументируется авлакогенная природа основания свода, возможность расширения его границ и шовный характер сопряжения с Байкало-Патом-

*ской складчатой областью. Установлены формальные признаки наличия в модели структурных элементов супер-бассейна. Оцениваются возможности открытия в под-фундаментных отложениях крупного нефтегазоносного бассейна. **Ключевые слова:** Непско-Пеледуйский свод, Предпатомский прогиб, модель глубинного строения, под-фундаментные отложения, нефтегазоносность.*

Berzin A.G.¹, Illarionova M.G.¹, Ivanov I.S.², Marsanova M.R.³, Berzin S.A.⁴ (1 — North-Eastern federal university, 2 — Surgutneftgaz, 3 — Yakutskgeofisica, 4 — Geco-Prakla, Schlumberger Ltd.)

GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL BACKGROUND UNIQUE OIL AND GAS POTENTIAL SUB FUNDAMENTAL FORMATIONS OF NEPA-PELEDUY ARCHBEND

Built from geologo-geophysical data and the model of deep structure of the earth's crust is examined on a type through side part of Nepa-Peleduy archbend of Nepa-Botuoba anticline and adjoining western segment of Predpatom bending on the southwest of Yakutiy. Aulacogens argued the nature of the base set,