

УДК 551.435.743

Новые данные о строении и возрасте отложений эолово-мерзлотных образований Центральной Якутии (на примере тукулана Кызыл-Сырский)

А.А. Урбан, А.А. Галанин

Впервые приводятся данные об абсолютном возрасте тукуланов Центральной Якутии, полученном на основе радиоуглеродного анализа ископаемой древесины, обнаруженной в тукулане Кызыл-Сырский. Установлено, что активно перевеваемые (незакрепленные) дюнные массивы имеют позднеголоценовый возраст – менее 4,5 тыс. л. н. Приводятся результаты статистического анализа гранулометрического состава песчаного массива, обработанные по методу Р. Фолка. Они свидетельствуют о том, что супесчаный материал тукуланов изначально претерпел обработку в водной среде и отлагался водотоками на поверхностях низкой террасы р. Вилюй.

Ключевые слова: тукулан, статистические параметры, абсолютный возраст.

For the first time the data on absolute age of tukulans in Central Yakutia obtained by radiocarbon dating of fossil wood from the Kyzyl-Syr tukulan are presented. It is found that the active, wind-blown dunes are dated with the late Holocene age less than 4,500 years BP. The results of statistical analysis of grain-size distribution using the R. Folk's method show that the silty sands of the tukulans were initially eroded by water and then deposited by running streams on the low terrace of the Viluy River.

Key words: tukulan, statistical parameters, absolute age.

Введение

«Пространства совершенного сухого, легко развеваемого песка занимают обширные площади. Если бы не редкие сосны, с характерно завитыми как канат, стволами, да купы кедрового сланца, перед нами была бы песчаная пустыня южных широт со всеми ее типичными чертами», так описывал тукуланы С.С. Кузнецов в районе бассейна р. Тюнг [1]. В современном понимании к тукуланам относят значительные по площади дюнные песчаные массивы в бассейнах рек Лены, Вилюя и их притоков в пределах Центральноякутской равнины.

Интерес к тукуланам возник с середины XIX века [2]. Работы С.С. Кузнецова [1], Н.Л. Благовидова [3], Е.Г. Катасоновой и А.Н. Толстова [4], В.В. Шепелева и А.В. Бойцова [5] и других исследователей посвящены проблемам географического распространения, строения, мерзлотно-гидрогеологических условий данных образований.

Существует несколько альтернативных теорий о происхождении тукуланов. С.С. Кузнецов [1] предполагает, что тукуланы – это продукт перевеивания первичных аллювиальных отложений. П.Д. Павлов [6] констатирует, что песчаные массивы тукуланов Центральной Якутии

расположены в пределах области миграции Пралены и Правилуя, и, очевидно, связаны с наносами данных палеоводотоков. И.И. Невяжский и Р.А. Биджиев [7] считают тукуланы самостоятельными эоловыми образованиями, накопленными в результате переноса сильными ветрами в криоаридных условиях.

Некоторые исследователи предполагают, что формирование эоловых дюнных ландшафтов в Центральной Якутии началось, вероятно, в эпоху четвертичного похолодания Северного полушария и продолжилось во время голоценового термического оптимума [8–10]. Увеличение влажности в результате циклических изменений климата вызывало постепенное закрепление развеваемых песков растительностью.

Несмотря на большое количество опубликованных работ, генезис и возраст тукуланов остаются малообоснованными и носят предположительный характер, прежде всего, из-за отсутствия надежно датированных опорных разрезов. В настоящей работе нами предпринята попытка обосновать генезис и возраст отложений одного из типологических тукуланов Кызыл-Сырский, расположенного на правобережье р. Вилюй с координатами 63°54' с.ш. и 123°13' в.д.

Результаты исследований

Исследованный песчаный массив находится в пределах средней части Лено-Вилюйской эрозионно-аккумулятивной равнины на правом бе-

УРБАН Анна Алексеевна – м.н.с. ИМЗ СО РАН, ankaurban@mail.ru; ГАЛАНИН Алексей Александрович – д.г.н., зав. лаб. ИМЗ СО РАН.



Рис.1. Тукулан Кызыл-Сырский на правом берегу р. Вилуй

реку р. Вилуй (рис. 1). Участок развития переваемых песков приурочен к поверхности первой надпойменной террасы, перекрытой массивом дюн. Тукулан вытянут в форме полосы, ограниченной двумя «языками», в юго-восточном направлении. Протяженность его составляет 5 км при максимальной ширине 4 км. Максимальная высота от уреза реки 35 м.

Поверхность тукулана осложнена комплексом параболических дюн различного порядка, вытянутых в западном и юго-западном направлениях, хорошо видных на космических снимках. Дюны располагаются рядами. Между дюнами, средняя высота которых составляет 2–4 м, наблюдаются котловины выдувания. Крутизна подветренных склонов 25–35°, наветренных 15–20°. Подветренные склоны дюн слабо закреплены растительностью, представленной осочками, вейником, тимьяном, щавелем, полынью. В целом, обнаженные пески по площади превышают закрепленную растительностью поверхность. Тукулан активно движется. Скорость передвижения песков (по наблюдениям геофизика В.В. Черных) составляет около 5–8 м в год [4]. Пески

наступают на лесной массив, постепенно засыпая сосновый лес. Это приводит к угнетению растительности и к его гибели. Со стороны реки тукулан интенсивно подмывается речными водами.

Строение тукулана неоднородно и представлено пачками песков различного генезиса. Верхняя пачка состоит из песков золотого происхождения. Ее мощность достигает 10 м (рис.2, а). Пески светло-серые (до белесого) средне- и мелкозернистые, хорошо отсортированные без примеси пелитового материала. Отложения этой пачки различаются по степени окатанности частиц и характеру слоистости. С глубиной отмечается появление следов ожелезненности отложений и повышение содержания рассеянной органики. Отложения имеют слоистость перекрестного типа, когда наблюдается некоторое чередование слоев, параллельных подветренному или наветренному склонам. Подстилающая их нижняя пачка (видимая мощность 15 м) состоит из аллювиальных песков (рис.2, б). Пески светло-коричневые средне- и мелкозернистые. Отложения имеют косослоистую текстуру.

Пачки песков разделены не выдержанными по мощности прослоями погребенных почв (рис.2, б). В этом случае каждой пачке соответствует своя система жил. Форма и размеры жил, по нашим наблюдениям, неодинаковы даже в пределах одного массива и колеблются от первых десятков сантиметров до 1 м. Жилы имеют сходный состав с прослоем, к которому они приурочены.

На всем протяжении разреза в отложениях отмечаются включения слабо-разложившихся и неразложившихся растительных и древесных остатков, а также погребенных деревьев.

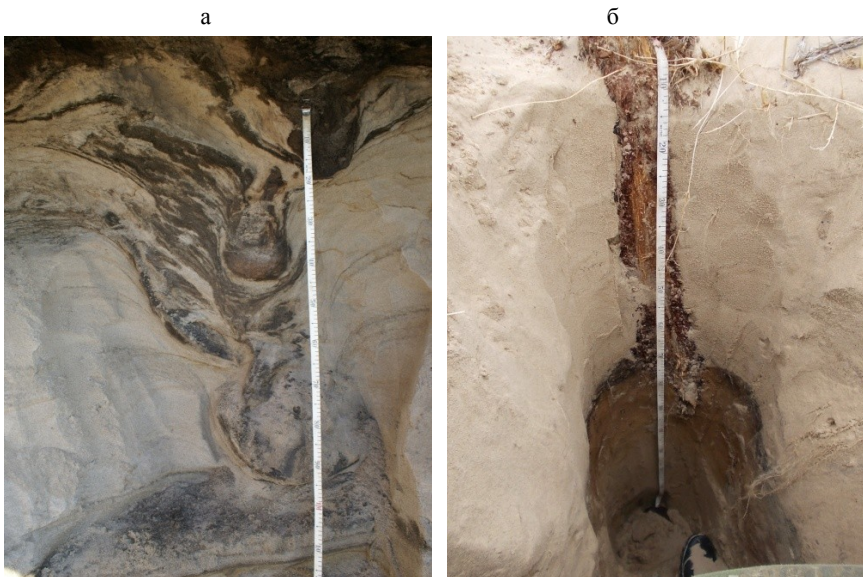


Рис. 2. Разрез отложений тукулана Кызыл-Сырский: а – разрез 58; б – разрез 57

Гранулометрический состав

Строение Кызыл-Сырского тукулана более детально было изучено при описании шурфов и естественных обнажений в ходе летних полевых работ 2012 г. В лабораторных условиях для песчаных отложений был выполнен гранулометрический анализ ситовым методом, результаты которого были обработаны с использованием статистического метода кумулятивных кривых и статистик перцентилей Р. Фолка. Это метод основан на снятии с кумулятивной кривой размеров зерен с определенным процентным содержанием для последующего вычисления статистик по формулам Р. Фолка [10]. Выполненная статистическая обработка результатов дает представление о различных условиях осадконакопления.

Для отложений по формулам Р. Фолка [11] были рассчитаны следующие параметры: мера сортировки ($S_{гр}$), асимметрия ($\alpha_{гр}$), эксцесс ($\tau_{гр}$), модальная фракция. Перечисленные параметры позволили выделить различные обстановки осадконакопления (табл.1).

По данным гранулометрического анализа были выделены фракции средне- и мелкозернистого песков. Пески мелкой фракции в разрезе представлены в виде небольших прослоев мощностью от 0,2 до 1,4 м. Отложения харак-

теризуются очень хорошей ($<0,35$) и хорошей ($0,35-0,5$) сортировкой материала, кумулятивная кривая – одномодалностью с пологовершинным ($E_{xc}=0,76$) и редко крутовершинным ($E_{xc}=1,14-1,33$) распределением. Основная мода сосредоточена в крупнозернистой фракции ($0,517-0,775$ мм). На это указывает положительная асимметрия. Отложения сформировались в слаботурбулентном однонаправленном потоке. Транспортировка осуществлялась во взвешенном состоянии на небольшие расстояния.

Среднезернистые пески в разрезе являются вмещающими отложениями. В связи с этим статистические параметры в более широких пределах, чем у мелкозернистых. На протяжении разреза пески средней крупности имеют очень хорошую сортировку ($<0,35$). Кривая имеет ярко выраженный одномодалный характер. По значению эксцесса можно выделить четыре подгруппы:

I подгруппа характеризуется при одномодалности графика пологовершинным распределением ($E_{xc}=0,76-0,9$) и положительной асимметрией, основная мода расположена в области среднезернистой фракции ($0,43-0,49$);

II подгруппа характеризуется среднепологовершинным распределением ($E_{xc}=0,91-1,11$) и

Т а б л и ц а 1

Результаты расчета статистических параметров гранулометрического состава песчаных отложений тукулана Кызыл-Сырский

№ разреза/ № пробы	Глубина отбора, см	Абсолютная отметка глубины отбора, м	Морфологический элемент, условие залегания	Средний размер	Мера сортировки	Асимметрия	Эксцесс	Мода
55/1	Поверхн.	106,3	Песчаная дюна верхней пачки	0,51	0,23	0,42	0,85	0,448
55/4	35–50			0,48	0,21	0,45	0,93	0,425
55/5	70–80			0,54	0,22	0,28	0,77	0,497
27/1	Поверхн.	94,0	Песчаная дюна верхней пачки	0,46	0,19	0,48	1,16	0,403
27/2	0–30			0,52	0,22	0,33	0,79	0,476
27/3	110–120			0,47	0,20	0,47	1,04	0,41
27/4	160–170			0,50	0,22	0,40	0,84	0,449
27/5	225–240			0,55	0,23	0,22	0,76	0,517
27/6	300–320			0,46	0,20	0,47	1,09	0,406
67/5	135–145	87,4	I -я терраса высотой 8–10 м, сложенная пойменно-эоловыми отложениями, подстилающими типично эоловые и перекрывающие отложения руслового аллювия	0,37	0,15	0,21	1,63	0,355
67/6	155–165			0,38	0,13	0,35	1,38	0,367
67/7	15–170			0,39	0,14	0,36	1,45	0,375
67/8	195–205			0,38	0,14	0,36	1,43	0,373
67/9	200–215			0,42	0,18	0,48	1,54	0,382
67/10	220–225			0,44	0,19	0,49	1,38	0,393
67/11	235–245			0,47	0,25	0,59	1,67	0,397
67/13	250–255			0,44	0,19	0,50	1,46	0,393
67/14	265–275			0,46	0,20	0,48	1,11	0,407
67/15	285–295			0,45	0,19	0,48	1,25	0,399
67/16	295–305			0,56	0,24	0,18	0,76	0,533
67/17	325–335			0,63	0,34	0,27	1,14	0,608
69/3	240–250	78,4	Разрез современной низкой поймы высотой 4 м	0,47	0,21	0,47	1,03	0,409
69/5	275–285			0,38	0,14	0,36	1,42	0,371
69/7	310–320			0,38	0,14	0,36	1,41	0,374

Радиоуглеродные датировки отложений тукулана Кызыл-Сырский

№ образца	Глубина отбора, см	Привязка	Лаб. номер	Возраст ^{14}C
				ВР
67–100	100	Разрез 67. Погребенный под дюнами торфяник мощностью до 1 м с обломками деревьев. Древесина хорошей сохранности	MPI–13	4450±90
67–95	95	Разрез 67. Погребенный под дюнами торфяник мощностью до 1 м с обломками деревьев удовлетворительной сохранности	MPI–14	4470±95
58/5	55–85	Разрез 58. Нижняя часть ствола лиственницы, погребенного в песке. Древесина хорошей сохранности	MPI–15	103±0,9% Modern
21/2	75	Разрез 21. Разрез высокой (4–5 м) поймы. Ветка из прослая торфа. Древесина удовлетворительной сохранности	MPI–16	139±1,2% Modern
21/5	250–300	Разрез 21. Разрез высокой (4–5 м) поймы. Кусочки древесины удовлетворительной сохранности в горизонте песка	MPI–17	220±40
26/3а	70–100	Разрез 26. I-терраса р. Вилюй. Нижняя часть погребенного торфяного горизонта рядом с ледово-грунтовой жилой. Углефицированные веточки кустарниковой березки	MPI–18	4060±95
27/7	290	Разрез 27. Шурф в борту дюны. Вертикально захороненное дерево. Древесина лиственницы хорошей сохранности	MPI–19	35±50
28/4	100	Разрез 28. Шурф в борту дюны с вертикально погребенным стволом лиственницы диаметром 5–6 см. Древесина очень хорошей сохранности. Ствол лиственницы диаметром 5–6 см	MPI–20	104±1,4% Modern

положительной асимметрией, модальная фракция 0,41–0,46 мм;

III подгруппа характеризуется крутовершинным распределением ($E_{\text{xc}} - 1,13-1,48$) и положительной асимметрией, модальная фракция 0,35 – 0,46;

IV подгруппа характеризуется очень крутовершинным распределением ($E_{\text{xc}} - 1,54-1,67$) и положительной асимметрией, модальная фракция 0,36–0,39 мм. Отложения этой подгруппы в разрезе встречаются гораздо реже остальных.

Одномодальность кривых распределения указывает на то, что транспортировка частиц происходила во взвешенном состоянии. В исключительных случаях перенос материала мог осуществляться и во взвешенном состоянии, и сальтацией попеременно. Положительная асимметрия указывает на пески речного и эолового происхождения, имеющие «хвосты» мелких фракций. Отложения сформировались в пределах волнового поля. Транспортировка значительна, ее способы периодически менялись. Положительные значения асимметрии указывают на стационарную или квазистационарную обстановку накопления. Это могут быть пески на подводном береговом склоне или пески пляжа в зоне заплеска. Изменения в значениях эксцесса указывают на преобладание процессов переработки материала над его привносом и на различие по длительности переработки материала.

Возраст тукуланов

Радиоуглеродный анализ был выполнен в ИМЗ СО РАН (г. Якутск) на базе спектрометра

Quantulus 1220. Метод относится к классическому сцинтилляционному радиоуглеродному анализу, выполняемому во многих современных отечественных и зарубежных лабораториях.

В строении тукулана был выделен маркирующий горизонт озерно-болотных осадков. Его возраст составляет 4470±95, 4450±90 и 4060±95 л.н. Перекрывающие их эоловые отложения мощностью 25 м имеют очень молодые датировки от 30 до 200 л.н.

Эти и дополнительные датировки приведены в табл.2.

Заключение

В свое время было выдвинуто несколько теорий происхождения тукуланов Центральной Якутии, но каждая из них основывалась на предположениях, не подтвержденных данными об абсолютном возрасте и гранулометрическом составе. Об условиях образования таких песчаных массивов нужно судить, прежде всего, по их строению и характеру слагающих отложений, т.к. формирование состава происходит в определенных условиях.

Как уже говорилось выше, строение тукулана Кызыл-Сырский представлено песками различного происхождения и мощности. Пачки песков в свою очередь разделены не выдержанными по мощности прослоями погребенных почв с приуроченными к ним системами грунтовых жил. Такой разрез хорошо отображает последовательность смены климатической обстановки осадконакопления и стадий его формирования.

В данной статье статистический анализ гранулометрического состава был выполнен только для песчаных отложений. Изучение условий

седиментации посредством расчета статистических параметров показывает, что песчаные отложения формировались в различных условиях. Верхняя часть разреза до глубины 6 м сложена эоловыми песками типа «остаточный» песок с одновышинным распределением и модой, сдвинутой в сторону крупных фракций – положительная асимметрия. Подобные отложения отмечаются на глубине 22,3 м. Средняя и нижняя части представлены аллювиальными песками русловой фации, в том числе грядовыми. Этот тип включает в себя пески прирусловых отмелей. Изменение размерности указывает на смену обстановки осадконакопления и динамику среды. Так в верхней пачке песков условия были относительно стабильны, далее с глубиной в интервале 5,2–22 м отмечается нестациональность обстановки осадконакопления (Ехс – 0,76–1,11).

Полученные фактические данные радиоуглеродного датирования растительных остатков свидетельствуют о том, что тукулан Кызыл-Сырский является сравнительно молодым образованием и его формирование продолжается в настоящее время.

Исследования выполняются при поддержке гранта РФФИ № 12-05-98507-р_восток_а.

Литература

1. Кузнецов С.С. Река Тунг и ее левобережье (геологический очерк // Материалы Комиссии по изучению ЯАССР. – 1929. – Вып. 26. – 79 с.

2. Маак Р.К. Вилуйский округ Якутского края. – СПб., 1886. – 386 с.

3. Благословов Н.Л. Четвертичные отложения, климат и почвы бассейна р. Тунг. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – 138 с.

4. Катасонова Е.Г., Толстов А.Н. Геокриологические особенности развеваемых песков (тукуланов) правобережья р. Вилуй. Многолетнемерзлые горные породы различных районов СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 166–178.

5. Шепелев В.В., Бойцов А.В. Мерзлотно-гидрогеологические условия массива развеваемых песков Махатта (Центральная Якутия) // Гидрогеологические исследования криолитозоны: ротапринт ИМЗ СО АН СССР. – Якутск, 1976. – С. 25–34.

6. Павлов П.Д. О динамике эоловых песков (тукуланов) в Центральной Якутии // Природа Сибири. – Якутск: ИМЗ СО АН СССР, 1979. – С. 36–41.

7. Невяжский И.И., Биджиев Р.А. Эоловые формы рельефа Центральной Якутии // Изв. АН СССР, серия географическая. – 1960. – №3. – С. 90–95.

8. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 352 с.

9. Григорьев А.А. Морфология северо-восточной части Вилуйского округа. – Л.: Изд-во АН СССР, 1930. – 167 с.

10. Работнов Т.А. Ландшафты песчаных образований в низовьях Вилуя // Землеведение. – 1935. – Т. 37, вып. 4. – 154 с.

11. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа) / В.А. Гроссгейм, О.В. Бескровная, И.Л. Герашенко и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с.

Поступила в редакцию 01.03.2013

Энергетика

УДК 621.31

Повышение надежности и пропускной способности систем транспорта электроэнергии на примере объединения Южного и Центрального энергорайонов Республики Саха (Якутия)

А.С. Нестеров, Г.И. Давыдов, П.Ф. Васильев

Рассмотрена возможность повышения натуральной мощности ВЛ 220 кВ при использовании воздушных ЛЭП с расщепленными проводами. При отказе от ограничений расстояния между проводами можно создать электропередачу произвольной пропускной способности, которая будет определяться числом составляющих в фазе. Следовательно, необходимо пересмотреть сложившееся мнение по поводу ограничения числа составляющих в фазе по условию ограничения коронного разряда, не только на линиях 500–1150 кВ, но и на ВЛ до 220 кВ и ниже, так как это приводит к многократному уменьшению их индуктивного сопротивления, следовательно, к увеличению натуральной мощности.

НЕСТЕРОВ Андрей Сергеевич – вед. инженер ИФТПС СО РАН; ДАВЫДОВ Геннадий Иванович – м.н.с. ИФТПС СО РАН, dav_gen@mail.ru; ВАСИЛЬЕВ Павел Филиппович – м.н.с. ИФТПС СО РАН, kb-8@mail.ru.