

динамика отдельных сегментов литосферных плит на северо-востоке Азии // Геофизические исследования. – 2009. – Т. 10, № 1. – С. 5–17.

6. Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Имаев В.С. Сейсмотектоника северо-восточного сегмента зоны Черского // Отечественная геология. – 2009. – № 5. – С. 56–62.

7. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.

8. Козьмин Б.М., Имаев В.С., Имаева Л.П. Сейсмичность и современная геодинамика // Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М.: Наука, 2001. – С. 33–67.

9. Парфенов Л.М. и др. Коллаж террейнов Верхояно-Колымской орогенной области // Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М.: МАИК «Наука», 2001. – С. 199–254.

10. Суворов В.Д., Корнилова З.А. Мощностъ земной коры на юго-востоке Верхояно-Колымской складчатой области // Тихоокеанская геология. – 1986. № 4. – С. 32–35.

11. Chapman M.B., Solomon S.C. North American-Eurasian plate boundary in Northeast Asia // J. Geophys. Res. – 1976. – V. 81, № 5. – P. 921–930.

12. Fujita K., Kozmin B.M., Mackey K.G. et al. Seismotectonics of the Chersky seismic belt, eastern Russia (Yakutia) and Magadan district, Russia // Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov. 2009. Stephan Mueller Spec. Publ. 2009. Ser., 4. – P. 117–145.

13. Mackey K., Fujita K., Hartse H.E. et al. Seismicity of Eastern Russia 1960–2007: map, 2007. LAUR–04–1381.

14. Moores E.M. and Twiss R.J. Tectonics. – New York: W.H. Freeman and Company, 1995. – 415 p.

Поступила в редакцию 25.11.2014

УДК 551.762(571.56)

Первые данные о проявлении верхнемелового вулканизма зоны перехода «Сибирская платформа – Верхояно-Колымская складчатая область»

А.В. Костин, В.С. Гриненко, О.Б. Олейников, М.С. Желонкина,
И.И. Кривошапкин, А.Е. Васильева

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

На основе анализа теневого рельефа, сопоставления результатов с космическими снимками высокого разрешения и заверки полевыми работами на Лено-Вилуйском водоразделе «зоны перехода» выявлены ранее неизвестная конусообразная вулканическая структура и ассоциирующие поля лав, лавобрекчий и вулканических шлаков. Вулканический конус расположен на нижне-верхнемеловых редуцированных отложениях (104–93,5 млн. лет) хатырыкской и аграфеновской свит, соответственно, возраст вулканизма не древнее верхнего мела. Предварительный химический и минералогический анализ вулканических пород позволил отнести их к дацитовому комплексу с крупными ксенолитами и блоками анортозитов.

Ключевые слова: ГИС, теневой рельеф, дациты, анортозиты, вулканизм, верхний мел, Лено-Вилуйский водораздел, Якутия.

On a base of the analysis of a shaded relief, comparison with the satellite images of high resolution and a certification field work on the Leno-Viluy watershed in the transition zone of the «Siberian platform – Verkhoyansk-Kolyma folded area» we revealed a previously unknown volcanic cone structure and associated fields of lava, lava breccia and volcanic slag. The volcanic cone is located on the Lower-Upper Cretaceous reduced sediments (104-93.5 million years) of Hatyrikskaya and Agrafenovskaya suites, respectively, the age of the volcanism is not older than the Upper Cretaceous. Preliminary chemical and mineralogical analysis of the volcanic rocks allowed to attribute them to a dacite complex with large xenoliths and blocks of anorthosites.

Key words: GIS, shaded relief, dacites, anorthosites, volcanism, Upper Cretaceous, Leno-Viluy watershed, Yakutia.

КОСТИН Алексей Валентинович – д.г.-м.н., зав. лаб., kostin@diamond.ysn.ru; ГРИНЕНКО Виталий Семенович – к.г.-м.н., с.н.с.; ОЛЕЙНИКОВ Олег Борисович – к.г.-м.н., зав. лаб., o.b.oleinikov@diamond.ysn.ru; ЖЕЛОНКИНА Мария Сергеевна – ст. лаб.-исследователь, 8(411)233-58-56 п.; КРИВОШАПКИН Иван Иванович – инженер 1-й категории, 8(411)233-58-56; ВАСИЛЬЕВА Александра Ефимовна – м.н.с., lexy_v@gambler.ru.

Изучение таежной территории Якутии с помощью современных космических съемок позволяет выделить ранее неизвестные геологические структуры, особенно в районах с плохой обнаженностью. Одно из перспективных направлений – анализ теневого рельефа, построенного на максимально плотной сети радарных топографических съемок, и сопоставление выявленных структур с космическими снимками высокого разрешения.

Объект, выделенный как потенциально магматогенный, впервые был обнаружен в 2010 г. на теневом рельефе Якутии в зоне перехода «Сибирская платформа – Верхояно-Колымская складчатая область»* среди ниже-верхнемеловых отложений. Географически он расположен в истоках рек Лунгха и Тюгене (левые притоки р. Лена) между поселками Асыма и Орто-Сурт неподалеку от Вилюйского тракта [3]. Первоначально он был диагностирован как кольцевая структура диаметром около 3 км, сопровождаемая радиальными разломами. Выявленная структура получила название «Тень-01». Характер проявления структуры «Тень-01» в цифровом рельефе аналогичен мелким изометричным магматогенным телам Центрально-Алданского золоторудного района: сиенит-порфиры (массивы Приалданский, Угоян, Былчынг, Тигдиляннях, Соболдюн, Халынг-Мус, Дария-Дянгыта, Усть-Селигдар, Селигдар); щелочные пикробазальты (диатрема Опытная), поэтому было сделано предположение о ее магматогенной природе. Выявленный вулканический конус приурочен к установленному при дешифрировании снимка Landsat-8 тектоническому нарушению северо-западного простирания протяженностью около 50 км и является первым установленным на востоке Сибирской платформы.

Описание вулканического аппарата и слагающих его пород

В 2014 г. структура «Тень-01» была заверена полевыми работами. Установлено, что по форме она представляет собой практически правильный конус с пологими склонами, усеченный приблизительно на одну треть и возвышающийся на 70 м над окружающей местностью. Основание конуса является почти правильным кругом, диаметром 2,5 км. Усеченная поверхность

*Под зоной перехода подразумевается территория, охватывающая погребенные структуры чехла восточного обрамления Сибирской платформы и складчатые деформационные сооружения Верхоянского складчато-надвигового пояса Верхояно-Колымской складчатой области [1, 2].

конуса ровная, пологая, наклонена к востоку, имеет неправильную округлую форму диаметром около 800 м и покрыта растительным покровом. Сам конус имеет хорошую сохранность (рис. 1), что свидетельствует о его относительно молодом возрасте. Обнаженность данной возвышенности плохая, однако, все редкие сохранившиеся на склонах делювиальные и коренные выходы сложены вулканическими породами. Объем конуса вычислен по цифровому рельефу программным комплексом MicroDem и составляет 133,3 млн.м³. Данное значение позволяет косвенно оценить возможный объем вулканического материала.

Вулканические породы представлены лавами и лавобрекчиями с пористой и ноздреватой структурой и темной окраской (рис. 2). Лавы по составу относятся к дацитам (табл. 1, ан. № 1–12) и андезитами (табл. 1, ан. 13). Лавы в силу своей вязкости не всегда изливались на дневную поверхность. Зачастую они «выдавливались» из подводящего канала и, не прорывая меловые песчаники батыхского горизонта, формировали неглубоко залегающие лакколитообразные локальные лавовые скопления. В этих случаях вышезалегающие песчаники испытывали температурное воздействие, обжигались и частично ассимилировались лавами. Цвет температурно-преобразованных песчаников становился красноватым и бурым и такие породы получили название «горельники».

В лавах в переменном количестве присутствуют обожженные или частично растворенные разноразмерные обломки вмещающих песчаников и глинистых сланцев. Это в целом свидетельствует о значительной роли контаминации коровым материалом родоначальных магм, что могло сказаться на специфике их химического состава. В лавах также присутствуют крупные (до нескольких м) ксенолиты интрузивных анортозитов.

Химический состав слагающих вулканический конус пород приведен в табл. 1. На классификационной диаграмме (рис. 3) отчетливо видно, что все они образуют компактное поле в области дацитов, и только одна проба соответствует андезитами. Две пробы лавы (табл. 1, ан. 14, 15) образуют отдельное самостоятельное поле и по составу соответствуют интрузивным анортозитами, не имеющим вулканических аналогов. Такие породы имеют офитовую местами пойкилитовую структуру и состоят на 75% из полевого шпата и 25% из клинопироксена (рис. 4). Полевой шпат по химическому составу (табл. 2) является анортитом, клинопироксен относится к группе Са-пироксенов, а благодаря необычно высокому содержанию Al₂O₃ соот-

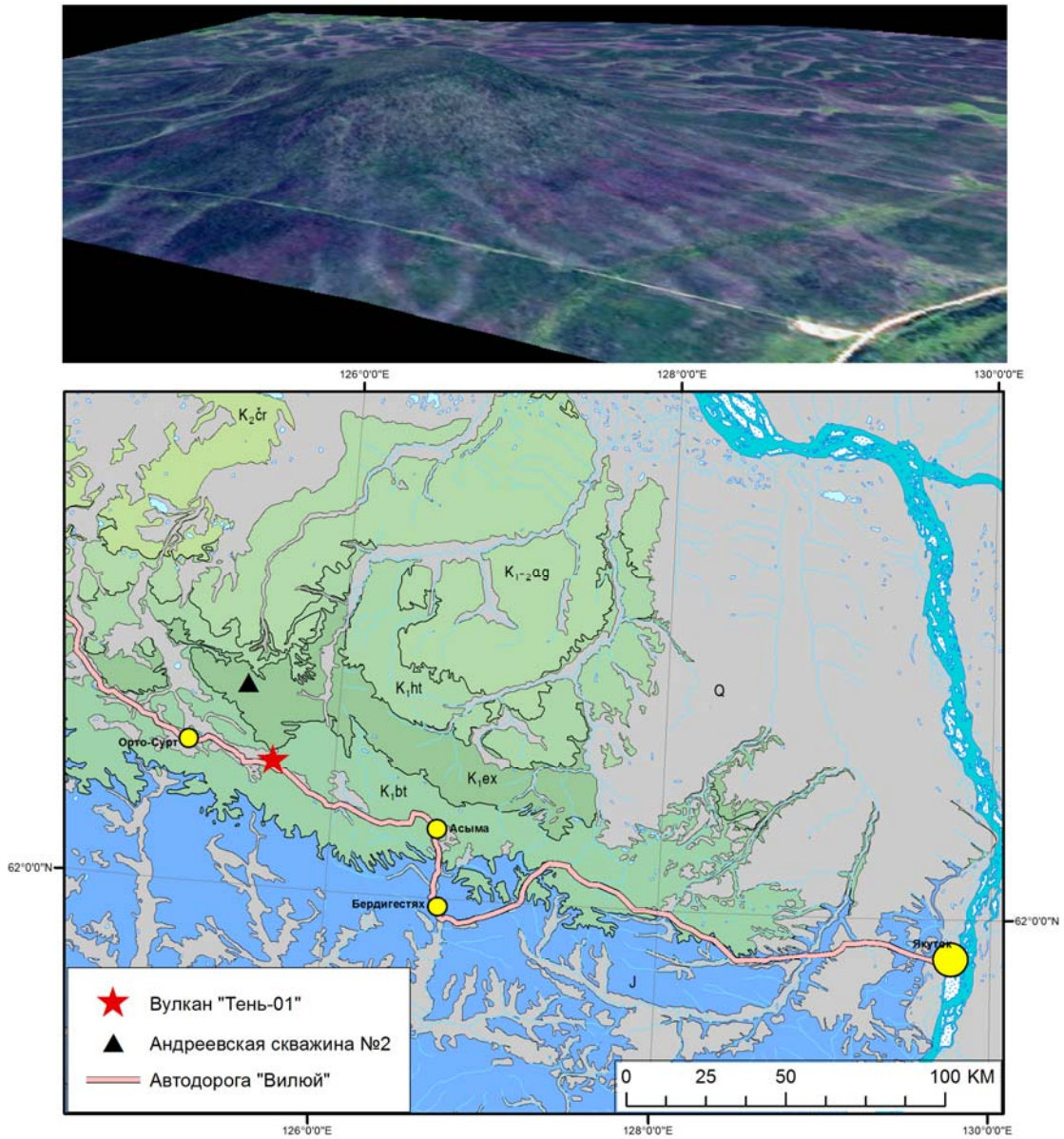


Рис. 1. Вулкан Тень-01: 3D композит цифрового рельефа и снимка Bing Map (координаты жерла вулкана: широта 62.50°, долгота 125.72°) и геологическая карта с местом его расположения.

Юрская система (нерасчлененная) – J; меловая система, нижний отдел, батыльхская – K_{1bt} , эксеняхская – K_{1ex} и хатырыкская – K_{1ht} свиты; нижний–средний отделы: аграфеновская – K_{1ag} свита; верхний отдел: чиримыйская – K_{1cr} свита; четвертичная система (нерасчлененная) – Q

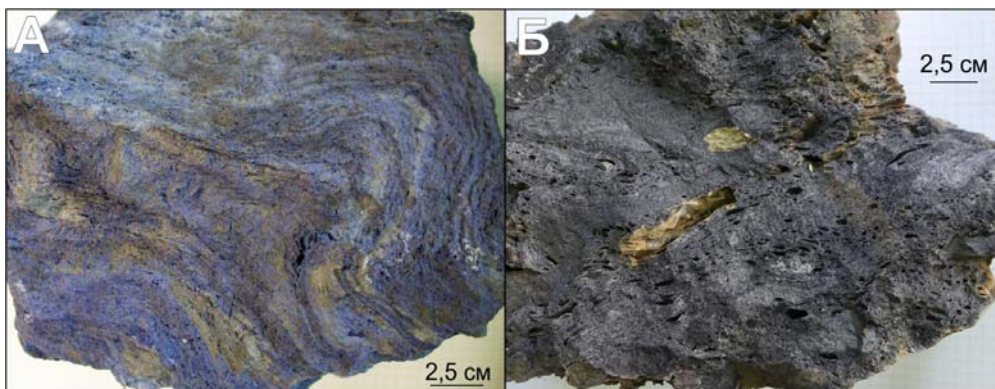


Рис. 2. Образцы вулканических пород вулкана Тень-01: лава (А), вулканический шлак (Б)

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ПРОЯВЛЕНИИ ВЕРХНЕМЕЛОВОГО ВУЛКАНИЗМА ЗОНЫ ПЕРЕХОДА

Таблица 1

Химический состав пород вулкана Тень-01, %

Образец	10101	10103	10106-1	10106-2	10106-3	10107-1	10107-2	10108a
№	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	62,87	65,58	65,2	64,58	65,67	67,06	66,12	66,5
TiO ₂	0,83	0,72	0,89	0,76	0,71	0,61	0,72	0,58
Al ₂ O ₃	16,97	16,75	17,21	17,35	16,89	16,42	16,49	16,89
Fe ₂ O ₃	4,07	3,07	3,58	2,8	2,45	2,7	1,63	3,15
FeO	2,41	1,39	0,66	2,51	2,76	0,96	2,21	1,86
MnO	0,05	0,04	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05
MgO	2,39	1,97	1,47	1,78	2,02	1,28	1,32	1,33
CaO	3,08	2,72	3,14	3,01	2,44	3,35	3,29	3,01
Na ₂ O	2,9	3,1	3,05	2,91	2,79	3,3	3,38	3,28
K ₂ O	2,43	2,39	1,73	2,42	2,45	2,3	2,2	2,23
H ₂ O-	0,56	0,16	0,68	0,3	0	0,36	0	0,4
H ₂ O+	1,68	1,43	1,97	1,16	1,44	1,54	1,58	0,99
PPP	0	0,19	0	0	0	0	0,15	0
P ₂ O ₅	0,23	0,25	0,34	0,21	0,17	0,22	0,33	0,21
CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0,03	0,05
Сумма	99,92	99,63	99,34	99,54	99,83	99,79	99,49	100,53

Образец	10108б	10108в	10108/46	10108/5	10108/6	10104/1	10104/2
№	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	64,7	63,99	61,55	61,67	59,02	44,53	43,35
TiO ₂	0,72	0,62	0,83	0,87	0,95	1,2	1,27
Al ₂ O ₃	17,35	18,99	18,48	18,83	19,2	26,95	22,96
Fe ₂ O ₃	3,47	2,48	4,2	7,03	7,08	8,07	10,13
FeO	1,96	2,41	2,72	0,71	1,1	0,83	1,93
MnO	0,04	0,03	0,05	0,05	0,07	0,2	0,2
MgO	1,92	1,73	2,79	2,83	3,23	1,71	2,91
CaO	2,99	2,9	2,48	2,3	2,05	14,74	16,38
Na ₂ O	3,2	3,14	2,63	2,35	2,26	0,15	0,17
K ₂ O	2,52	2,4	2,87	2,75	3,25	0,61	0,77
H ₂ O-	0,44	0,34	0,4	0	0,3	0,42	0,28
H ₂ O+	0,78	0,88	0,67	0,08	0,75	0,68	0,37
PPP	0,05	0,02	0,07	0,04	0	0	0
P ₂ O ₅	0,25	0,24	0,23	0,15	0,21	0,08	0,02
CO ₂	0	0	0	0	0,54	0,54	0
S	0,07	0,02	0,05	0,03	0	0,04	0
Сумма	100,46	100,19	100,02	99,69	100,01	100,75	100,46

Примечание. Аналитики: Г.Н. Охлопкова, С.Л. Васильева (ИГАБМ СО РАН).

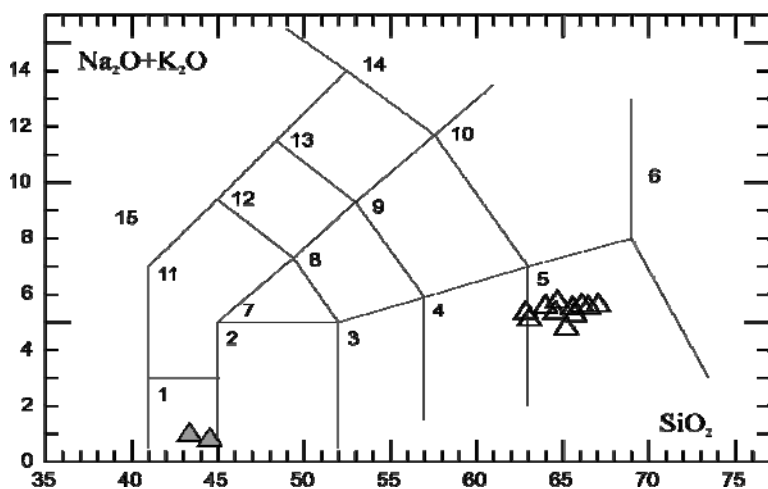


Рис. 3. Положение пород вулкана Тень-01 на классификационной диаграмме: 1 – пикробазальт (вулканические аналоги анортозита не известны); 2 – базальт; 3 – андезитобазальт; 4 – андезит; 5 – дацит; 6 – риолит; 7 – трахибазальт; 8 – базальтовый трахиандезит; 9 – трахиандезит; 10 – трахит-трахидацит; 11 – тефрит-базанит; 12 – фонотефрит; 13 – тефрифенолит; 14 – фонолит; 15 – фондит

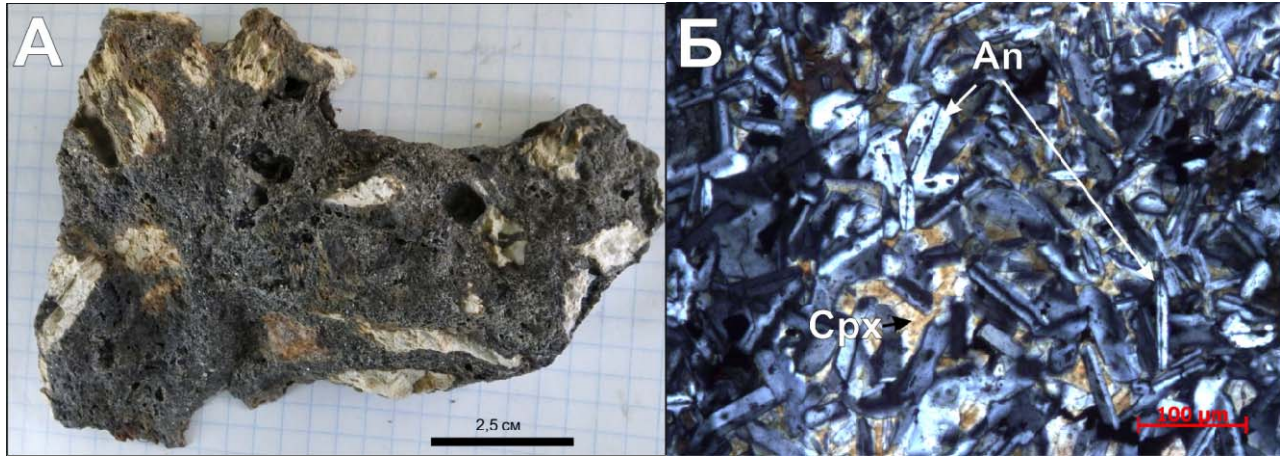


Рис. 4. Анортозит с ксенолитами измененного высокоглиноземистого (светлое) материала (А) и офитовая структура анортозита (шлиф), состоит из анортита (75%) и авгита (25%) (Б). An – анортит, Срх – Са-пироксен – эссенеит

Т а б л и ц а 2

Химический состав породообразующих минералов анортозита, %

MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO	FeO	Сумма
Анортит						
	34,11	43,85	19,7		2	99,66
	34,38	43,87	20,47		1,49	100,21
	34,4	42,32	20,81		1,66	99,19
	34,54	43,79	19,81		1,4	99,54
	35,99	44,37	20,46			100,82
	37,11	44,38	16,86	0,83	0,7	99,88
Эссенеит (CaFe ³⁺ AlSiO ₆)						
4,03	14,09	34,11	23,27	3,94	20,23	99,67
2,2	14,54	29,59	24,92	6,12	23,42	100,79
5,58	15,6	33,96	24,43	1,21	16,93	97,71
4,61	15,99	35,59	24,59	1,61	18,05	100,44
5,57	16,17	35,52	24,28	1,61	17,77	100,92
5,14	16,26	34,4	24,56	1,4	19,29	101,05

Примечание. Анализы выполнены в ИГАБМ СО РАН на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6480 LV, аналитик С.К. Попова.

ветствует эссенеиту. По данным рентгенофазового анализа наиболее близкие для минерала дифрактограммы соответствуют авгиту (анализы выполнены в ИГАБМ СО РАН на дифрактометре D2 PHASER Bruker, аналитики Н.В. Заякина, Т.Ф. Тронина). Отдельные окрашенные в зелено-черный цвет призматические кристаллы клинопироксена, приуроченные к пустотам, достигают 1 см по длинной оси, в то же время в основной массе их размер не превышает 1–2 мм.

Обоснование геологического возраста вулканической постройки

Стратификация и иерархическая соподчиненность геологических тел вмещающего осадочного комплекса важны для обоснования нижней возрастной границы вулканической активности в данном районе востока платформы.

Меловые отложения в районе развития вулканических пород расчленены на стратиграфические подразделения с местными географическими названиями (рис. 5). Все они закартированы разномасштабными съемками и изучены глубоким бурением [4].

Меловые образования на западном склоне Верхоянского хребта начинаются сменой в Лено-Вилуйском районе Вилуйско-Предверхолянской структурно-фациальной зоны (бассейны рек Леписке и Чечума) позднеюрского (157,1–145,8 млн. лет) чечумского фитохронологического горизонта (марыкчанская и бергеинская свиты верхней юры) на батыльхский, характеризующий начало раннего этапа (145,8–124,5 млн. лет) формирования нижней части мелового молассового комплекса (батыльхская свита). Эксеняхский фитохронологический горизонт соответствует одноименной свите и объему апта (124,5–112 млн. лет). Хатырыкский фитохронологический горизонт в объеме хатырыкской свиты отвечает нижней части альба (112–104 млн. лет).

Мощность нижнего мела в районе исследования изменчива. По данным бурения ряда глубоких скважин на нефть и газ в данном районе Предверхолянского прогиба она может достигать более 2,4 км (соответственно, при мощности свит, снизу вверх: батыльхская до 1100 м, эксеняхская до 450 м и хатырыкская до 900 м) [5].

Осадки нижне-верхнемеловой аграфеновской свиты (Лено-Вилуйский район) в объеме верхов альба и низов сеномана (104–93,5 млн. лет) характеризуют нижнюю часть верхней молассы терригенного комплекса мела востока Сибирской платформы. Аграфеновская свита залегает с размывом на хатырыкской. Выше по разрезу аграфеновская свита с размывом перекрыта верхнесеноман-кампанскими (93,5–86,6 млн. лет)

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ПРОЯВЛЕНИИ ВЕРХНЕМЕЛОВОГО ВУЛКАНИЗМА ЗОНЫ ПЕРЕХОДА

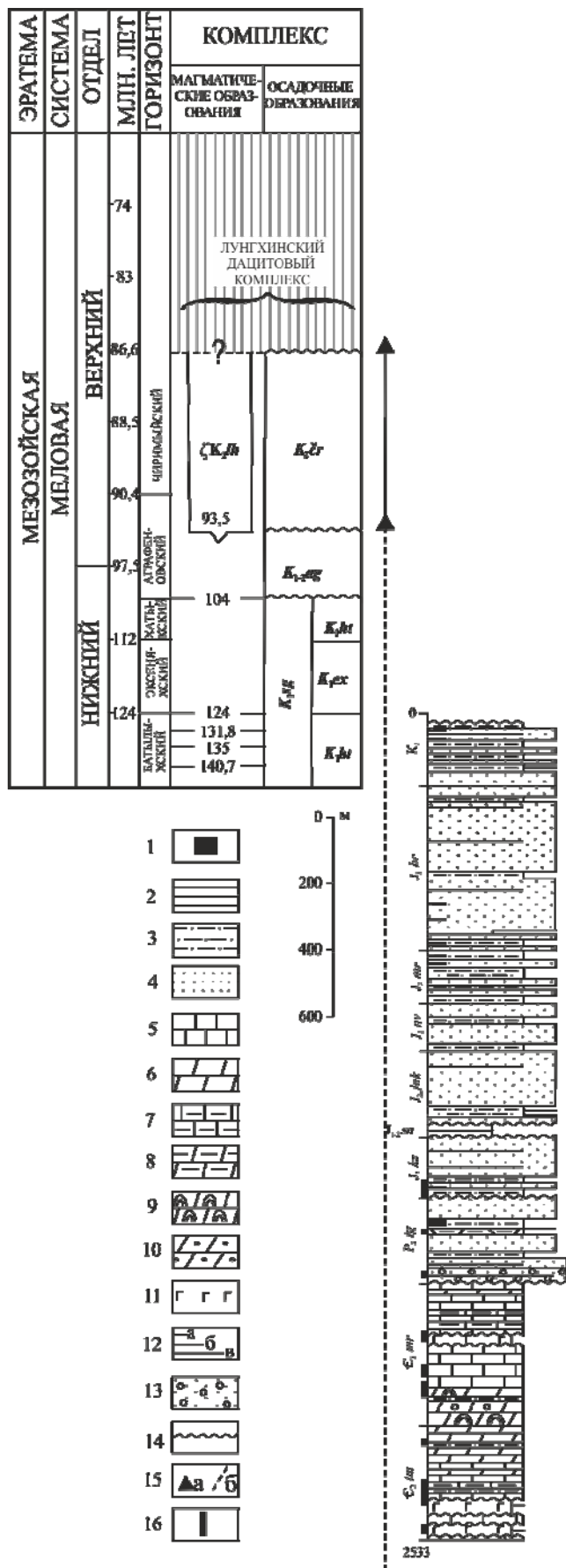


Рис. 5. Стратиграфический разрез Андреевской скважины 2 глубокого бурения на нефть и газ (Лено-Виллюйский район Виллюйско-Предверхоанской СФЗ Восточно-Сибирской СФО). Заимствовано из работы [2], с добавлениями и изменениями.

Названия стратифицированных геологических тел с местными географическими названиями (комплекс, серия, свита) и их аббревиатура. Кембрийская система, средний отдел: тымпинская (Є_{3tm}), верхний отдел: мирнинская (Є_{3mr}) свиты. Пермская система, нижний-верхний отделы: тогойдохская (P_{1-3tg}) свита. Юрская система, нижний отдел: кызылсырская (J_{1kz}) свита; нижний-средний отделы, джикимдинская серия: сунтарская (J_{1sn}) и якутская (J_{2jak}) свиты; средний-верхний отделы, чечумская серия: нижневиллюйская (J_{2nv}), марыкчанская (J_{3mr}) и бергеинская (J_{3br}) свиты. Меловая система, нижний отдел, сангарская (K_{1sg}) серия: батылхская (K_{1bt}), эксеняхская (K_{1ex}) и хатырыкская (K_{1hr}) свиты; нижний-средний отделы: аграфеновская (K_{1ag}) свита; верхний отдел: чиримыйская (K_{1cr}) свита и лунгхинский дацитовый (Є_{3lh}) комплекс (вулканические аппараты и лавовые потоки в виде покровов: дациты).

Литологические разновидности пород (1-12): 1 - угли; 2 - алевролиты мелкозернистые; 3 - алевролиты крупнозернистые; 4 - песчаники; 5 - известняки; 6 - доломиты; 7 - мергели; 8 - доломиты глинистые; 9 - доломиты водорослевые; 10 - доломиты органогенные; 11 - основные эффузивы; 12 - немасштабные прослои или закономерное чередование слоев (а - углей; б - алевролитов мелкозернистых; в - алевролитов крупнозернистых); 13 - отдельные включения галек; 14 - стратиграфический перерыв; 15 - вулканическая форма проявления лунгхинского дацитового комплекса (а) и фриотическая форма - внедрение трещинной интрузии по подводящему каналу (б); 16 - забой скважины (в м) и положение пунктов отбора керна

образованиями верхнемеловой чиримыйской свиты. Кровля и подошва чиримыйской свиты редуцированы. Формирование свиты занимает интервал от 93,5 до 86,6 млн. лет - верхняя часть сеномана-коньякское время [6].

Следует отметить, что Андреевская скважина вскрыла меловые образования в объеме готерив-баррема (батылхская свита). По данным ПГО «Ленанефтегазгеология», мезозойская часть разреза скважины расчленена по совокупности промыслово-геофизических данных и включает маломощные (первые см - до 1,2-1,5 м) прослои углей хорошей сохранности и глинисто-углистых (первые см - 0,5 м). Другими скважинами вскрыты разрезы эксеняхской и хатырыкской свит. В большинстве случаев маломощные угли встречаются только в последней. Нижний-верхний мел представлен аграфеновской и чиримыйской свитами, в которых, по данным глубокого бурения на нефть и газ, отмечаются маломощные прослои углей хорошей сохранности.

С учетом несопоставимого количества углей в разрезе и размера вулканического аппарата представляется маловероятным, что вулканические породы являются продуктом плавления осадочных пород в результате термального воздействия самовозгорающихся углей.

Выводы

Впервые на территории Лено-Вилуйского водораздела полевыми работами подтверждена вулканогенная природа структуры, выявленной в результате обработки средствами ГИС теневоего рельефа. Породы вулкана относятся к дацитам, реже – андезитам, их геологический возраст соответствует рубежу 93,5–86,6 млн. лет. В жерловой части вулкана установлены крупные ксенолиты и блоки анортозитов.

Вулканический аппарат «Тень-01» начал формироваться на стратиграфически выравненной (размытой) поверхности, кровля которой была образована в нижне-среднемеловое аграфеновское время. Он продолжал синхронно взаимодействовать уже в верхнемеловое время (до рубежа 86,6 млн. лет) с чиримыйской свитой в континентальных условиях осадконакопления.

В позднесеноман-коньякское время в «зоне перехода» был сформирован вулканический стратифицированный комплекс, синхронный формированию на востоке Сибирской платформы верхнемеловой чиримыйской свиты. Его название «**лунгхинский дацитовый комплекс**» дано по р. Лунгха (левый приток р. Лена, Западная Якутия).

Литература

1. *Гриненко В.С., Князев В.Г.* Новые данные о стратиграфии и районировании юрских отложений

УДК 556.38:556.33

**О методике районирования бассейна р. Лены
по перспективам использования подземных вод
для целей водоснабжения**

Л.Д. Иванова, Н.А. Павлова, В.В. Шепелев

Институт мерзлотоведения СО РАН, г. Якутск

В результате анализа и обобщения материалов гидрогеологических исследований предлагается методика районирования территории бассейна р. Лены по перспективам использования подземных вод на основе структурно-гидрогеологического принципа с учетом мерзлотной обстановки и гидрогеохимических особенностей подземных вод. Рассматриваются этапы работ по составлению карты районирования бассейна р. Лены.

Ключевые слова: гидрогеологический этаж, гидрогеологические структуры, база геоданных, надмерзлотные грунтовые воды, подмерзлотные воды, районирование.

западной периферии Верхояно-Колымской складчатой области // Вестник Госкомгеологии: материалы по геологии и полезным ископаемым Республики Саха (Якутия). – 2010. – 1 (9). – С. 26–38.

2. *Гриненко В.С.* История формирования верхнетриасовых-юрских отложений Восточно-Сибирского осадочного бассейна (восток Сибирской платформы и складчатое обрамление): автореф. дис. ... к.г.-м.н. – Иркутск, 2010. – 19 с.

3. *Костин А.В.* Моделирование карты теневого рельефа Якутии средствами ГИС для прогнозирования потенциальных рудно-магматических систем // Наука и образование. – 2010. – №1. – С. 63–70.

4. *Гриненко В.С., Камалетдинов В.А.* при участии Щербакова О.И. Схема корреляции разрезов // Геологическая карта Якутии масштаба 1:500 000. Центрально-Якутский блок. Лист Р-51-А,Б. – СПб.: Санкт-Петербургская картфабрика ВСЕГЕИ, 2006б.

5. *Гриненко В.С.* Меловые континентальные образования востока Сибирской платформы // Отечественная геология. – 2007. – №1. – С. 110–118.

6. *Гриненко В.С., Жарикова Л.П.* Верхний мел Вилуйской синеклизы: состояние изученности, проблемы расчленения и корреляции (восток Сибирской платформы) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы Четвертого Всероссийского совещания 19–23 сентября 2008 г., г. Новосибирск / Под ред. О.С. Дзюба, В.А. Захарова, Б.Н. Шурыгина. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 64–66.

Поступила в редакцию 21.11.2014

ИВАНОВА Лена Дмитриевна – вед. инженер; ПАВЛОВА Надежда Анатольевна – зав. лаб., pavlova@mpi.ysn.ru; ШЕПЕЛЁВ Виктор Васильевич – д.г.-м.н., акад. АН РС (Я), зам. директора, sheply@mpi.ysn.ru.