УДК 550.4: 552.5 (470.13) © Н.Ю.Никулова, Л.А.Шмелёва, С.И.Исаенко, 2017

Литологические, минералогические и петрохимические особенности песчаников верхневендско-нижнекембрийской енганэпейской свиты (хр.Енганэ-Пэ, Полярный Урал)

Н.Ю.НИКУЛОВА, Л.А.ШМЕЛЁВА, С.И.ИСАЕНКО (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН; 167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54)

Представлены результаты изучения состава пород енганэпейской (V₂−€₁*en*) свиты в зоне межформационного контакта уралид/доуралид в южной части кряжа Енганэ-Пэ. На основе данных о химическом составе пород установлено, что формирование отложений енганэпейской свиты проходило в условиях застойного мелководного бассейна в присутствии органического вещества. Периоды незначительного углубления бассейна сопровождались образованием глинисто-карбонатных железомарганцевых конкреций. Состав пород енганэпейской свиты формированся преимущественно за счет рециклированного обломочного материала высокой степени зрелости, образованного в условиях континента с развитой корой выветривания.

Ключевые слова: алевролиты, аргиллиты, химический состав, обломочный материал, условия осадконакопления.

Никулова Наталия Юрьевна Шмелёва Любовь Алексеевна Исаенко Сергей Иванович



nikilova@geo.komisc.ru lyubov.shmeleva@inbox.ru isaenko@geo.komisc.ru

Lithological, mineralogical, and petrochemical features of sandstones from the Upper Vendian-Lower Cambrian Enganepean Formation (the Engane-Pe uplift, the Polar Urals)

N.Yu.NIKULOVA, L.A.SHMELEVA, S.I.ISAENKO

The results of study into the composition of rocks from the Enganepe Formation $(V_2 - \varepsilon_1 en)$ in the Uralides/Pre-Uralides contact zone in the southern part of the Engane-Pe uplift are summarized in the article. On the basis of data on the chemical composition of the rocks it was established that the deposition of sediments of the Enganepe Formation occurred in a stagnant shallow pool in the presence of organic matter. Periods of slight deepening were accompanied by accumulation of clay-carbonate iron-manganese nodules in the basin. Sediments of the Enganepe Formation were formed mainly by recycled mature clastic material deposited in a continental setting with well-developed crust of weathering.

Key words: siltstones, mudstones, chemical composition, clastic material, conditions of sedimentation.

На южном окончании кряжа Енганэ-Пэ, в западной части Полярного Урала в 20 км к юго-востоку от г. Воркута (рис. 1, А) расположен разрез, вскрывающий зону контакта поздневендско-раннекембрийской енганэпейской свиты (V_2-C_1en) и залегающей на них с угловым и стратиграфическим несогласием позднекембрийско-нижнеордовикской манитанырдской серии (C_3-O_1 mn). Палеозойская часть разреза, содержащая в основании толщи субсогласное тело ультракалиевых базальтоидов, в настоящее время достаточно хорошо изучена [3–5, 7–9, 14]. Вопросы строения, состава и стратиграфической принадлежности енганэпейской свиты были рассмотрены в ряде фондовых отчетов по

результатам геологосъемочных и опытно-методичеких работ и публикаций в открытой печати [3, 8]. Стратиграфическое положение и возраст отложений енганэпейской свиты, представленной терригенной толщей мелководно-морских фаций, был определен на основе миикрофитолитов венда (П.Е.Попов и др., 2005). Абсолютный возраст енганэпейской свиты, перекрывающей ее манитанырдской серии и их структурно-тектоническое положение, установлены по результатам изучения детритных цирконов [5, 9, 20].

Особенности вещественного состава отложений енганэпейской свиты вызвали интерес авторов в связи с тем, что они составляют значительную часть области



Рис. 1. Схема расположения (А) изученного разреза (1) и схематическая геологическая карта (Б) южной части хр. Енганэ-Пэ (Л.И.Ефанова, 2009):

1 – верхнечетвертичные-современные отложения: глыбы, щебень, дресва, галечники, пески, супеси, суглинки; 2 – хантейская свита: известняки песчанистые и глинистые с прослоями углистых сланцев и алевролитов, доломитов и доломитизированных известняков; 3 – манитанырдская серия нерасчлененная: конгломераты, гравелиты, кварцитопесчаники, алевролиты, покровы эффузивов базальт-риолитовой формации; 4 – енганэпейская свита: переслаивание аргиллитов, алевролитов, песчаников, реже – гравелитов; 5 – бедамельская серия: эффузивы основного, среднего, кислого составов, их туфы, линзы известняков; 6 – экструзивно-субвулканические образования нижней толщи бедамельской серии: габбро, габбро-долериты; 7 – кызыгейский комплекс габбро-диоритовый: диориты, гранодиориты, плагиограниты; 8 – леквожский комплекс: оливиновые габбро и долериты; 9 – разрывные нарушения: а – достоверные по геологическим данным, б – предполагаемые; 10 – разрез зоны межформационного контакта на руч. Изъявож

питания и являются важным источником обломочного материала для нижнепалеозойских терригенных толщ. При полевом описании разреза зоны межформационного контакта уралид/доуралид на руч. Изъявож, в южной части хр. Енганэ-Пэ, примерно в 76 м от контакта отложений енганэпейской свиты и нижнепалеозойской манитанырдской серии, был обнаружен ранее в енганэпейской свите не описанный слой, содержащий значительное количество глинисто-карбонатных конкреций. Поскольку химико-минеральный состав и структурнотекстурные особенности конкреций почти не изменяются в катагенезе и даже метагенезе, что позволяет использовать их для восстановления условий осадконакопления и геохимической обстановки диагенеза, изучению конкреций и вмещающих их отложений было уделено особое внимание.

Актуальность проведенных исследований определяется отсутствием информации о важном для палеогеографических построений объекте – глинисто-карбонатных конкрециях и особенностях вещественного состава вмещающей их толщи, позволяющей установить физико-географические и палеотектонические условия осадконакопления, выявить характер и последовательность постседиментационных преобразований, проводить корреляцию разрезов однообразно построенной толщи. Кроме того, выявление специфических особенностей состава пород енганэпейской свиты имеет значение для палеогеографических реконструкций при изучении нижнепалеозойских отложений, их необходимо учитывать при металлогеническом прогнозировании.

Геологическое строение южной части кряжа Енганэ-Пэ. В геологическом строении южной части кряжа Енганэ-Пэ принимают участие породы двух структурных этажей – рифей-вендского (доуралиды) и нижнепалеозойского (уралиды), разделенные угловым, стратиграфическим и азимутальным несогласиями (см. рис. 1, Б). Современный кряж Енганэ-Пэ совпадает с антиклинальной структурой северо-восточной ориентировки протяженностью около 60 и шириной около 20 км, в ядре которой вскрываются отложения манику-яхинской (RF_3mj), бедамельской (RF_3-V_2bd) и енганэ-пейской (V_2-C_1en) свит.

Енганэпейская свита (V₂–Є₁еп) представлена толщей ритмичного переслаивания аргиллитов, алевролитов и тонкозернистых (алевритистых) песчаников. Мощность ритмов от 0,2 до 1,0 м, составляющих их слоев – от нескольких сантиметров до 0,5 м. Общая мощность свиты на кряже Енганэ-Пэ составляет 1200-1500 м. Примерно в 75-76 м от межформационного контакта расположен слой алевролита мощностью до 1 м, содержащий многочисленные конкреционные образования, имеющие в разрезе овальную форму и вытянутые длинной осью согласно напластованию толщи. По данным геологической съемки масштаба 1:200 000 (П.Е.Попов и др., 2005), в верхах енганэпейской свиты присутствуют редкие прослои и линзы глинистых известняков с остатками микроорганики, а в нижней части разреза – прослои туфопесчаников и туфосланцев. Прослоев известняков в изученном авторами 100-метровом интервале обнаружено не было. Авторы полагают, что часть или все образования, считавшиеся «линзами» известняков, являются конкрециями. Контакт пород фундамента и отложений манитанырдской серии (C₃-O₁mn) выражен стратиграфическим, угловым и азимутальным несогласиями. Азимут падения пород енганэпейской свиты 130°, угол падения 75°, а перекрывающих их отложений манитанырдской серии, соответственно, 315° и 35°. Нижняя часть разреза манитанырдской серии представлена слоем средне-, мелкогалечных очень прочных конгломератов мощностью 1,0-1,1 м. Конгломераты перекрываются песчано-алевролитовой тощей, в нескольких метрах от подошвы которой залегает пластообразное тело базальтоидов. Верхняя часть разреза манитанырдской серии сложена монотонной толщей розоватосерых кварцитопесчаников с горизонтальной, линзовидной и косой слоистостью (рис. 2, А).

Объекты и методы исследования. Объект исследования – отложения енганэпейской свиты (V_2 – C_1en) в зоне межформационного контакта уралид/доуралид. Особое внимание было уделено изучению конкреций, встреченных в слое алевролитов в 76–77 м от межформационного контакта. Конкреции залегают «цепочкой» на расстоянии от 0,2 до 0,5 м друг от друга и образуют так называемый «конкреционный горизонт» (см. рис. 2, Б). Конкреционные тела овальной двояковыпуклой формы. Размер конкреций 30–70 см по длинной оси, толщина до 0,2 м, встречена конкреция размером 130×70 см (см. рис. 2, В).

Петрографический состав пород изучался в прозрачных шлифах. Содержания породообразующих оксидов определялись традиционным весовым химическим методом. Выделенная по стандартной методике (дробление, разделение на фракции) тяжелая фракция протолочных проб просматривалась под бинокуляром. Микрозондовый анализ и фотографирование пиритов проводились на сканирующем электронном микроскопе JSM-6400 с энергетическим спектрометром Link (оператор В.Н.Филиппов) и рамановском спектрометре HR 800 фирмы Horiba. При интерпретации результатов химических анализов использованы несколько известных методик, позволяющих провести классификацию пород по химическому составу, сделать выводы о составе источников терригенного материала, палеоклиматических условиях в области размыва и палеогеодинамической обстановке накопления отложений [11-13, 15-24].

Литолого-геохимичекая характеристика отложений енганэпейской свиты. Подробное описание литологических типов пород – аргиллитов, алевролитов и тонкозернистых песчаников, слагающих разрез енганэпейской свиты на руч. Изъявож, сделано авторами ранее [7]. Обнаруженные в нескольких образцах алевролитов енганэпейской свиты обломки вулканического стекла указывают на существование во время накопления толщи действующего вулканического очага. Для характеристики особенностей вещественного состава были рассчитаны традиционно применяемые для палеогеографических целей индикаторные соотношения (табл. 1). Фигуративные точки на диаграмме log(Fe₂O_{3обш}/K₂O)-log(SiO₂/Al₂O₃) [19] попали в поля глинистых сланцев и вакков на границе с глинистыми сланцами (рис. 3, А). На диаграмме НКМ-ФМ¹ все фигуративные точки составов отложений енганэпейской свиты находятся в поле V, соответствующем хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистым глинам (см. рис. 3, Б).

Индекс химического выветривания CIA² – показатель климата в области размыва [22, 23], изменяется от 60 до 76. Минимальные значения индекса CIA, характерные для отложений, сформированных в условиях относительно холодного климата, соответствуют трем образцам из слоя, залегающего над конкреционным горизонтом. Значения CIA большинства изученных образцов 72–76 свидетельствуют о существовании в области размыва гумидного климата.

Индекс выветривания CIW³, отражающий степень выветрелости обломочного материала [18], составляет 82–88 для пород конкреционного горизонта и подстилающих отложений, 74–76 – для пород, залегающих

¹ HKM=(Na₂O+K₂O)/Al₂O₃; Φ M=Fe₂O₃+FeO+MnO+MgO)/SiO₂ ² CIA=100*Al₂O₃/(Al₂O₃+CaO+Na₂O+K₂O) – молекулярные

количества

 $^{^{3}}$ CIW=100*Al₂O₃/(Al₂O₃+CaO+Na₂O)





Рис. 2. Схема строения и опробования разреза на руч. Изъявож (А), цепочка конкреций в отложениях енганэпейской свиты (Б) и строение типичной конкреции (В):

1 — конгломераты; 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты; 5 — базальтоиды; 6 — делювиальные развалы; 7 — конкреционный горизонт; 8 — точки отбора образцов; I — ядро; II — глинисто-карбонатная тонкослоистая порода; III — кальцитовая корочка; IV — контакт с вмещающими породами

непосредственно выше данного горизонта и 90–98 – для верхней части разреза свиты. При этом максимальные значения индекса (95–98) соответствуют верхнему интервалу разреза (обр. 1–3), что указывает на развитие в области размыва коры выветривания. Индекс изменения состава ICV [17] указывает на исключительно высокую зрелость обломочного материала.

Минимальные значения соотношения Fe/Mn<15, используемого в качестве фациального индикатора для осадочных отложений [11], соответствуют сформированным в относительно глубоководных условиях породам конкреционного горизонта. Для перекрывающих и подстилающих конкреционный горизонт отложений это соотношение находится в интервале 35–45. Для основной части разреза енганэпейской свиты значение фациального индикатора составляет 60–81, а их формирование проходило в мелководных и близких к мелководным условиях. Прямым свидетельством мелководности бас-

их индикаторные соотношения
Ζ
%
B Mac.
8
оксидо
зующих
дообра
е порс
Содержани
÷

	17 5-23	02 62,02	53 0,59	05 17,36	57 1,57	3,06	0,18		2 3,28	2 3,28 36 2,12	2 3,28 86 2,12 99 2,46	2 3,28 56 2,12 99 2,46 99 2,46 99 2,17	2 3,28 56 2,12 99 2,46 59 2,17 50 2,020	2 3,28 86 2,12 99 2,46 99 2,17 95 0,20 95 0,20	2 3,28 66 2,12 99 2,46 99 2,17 56 4,98 56 4,98 506 99,99	2 3,28 86 2,12 99 2,46 99 2,17 95 0,20 96 4,98 90 99,99 88 4,63	2 3,28 16 2,12 19 2,46 19 2,17 10 2,17 10 2,17 10 2,17 10 2,17 10 2,17 10 2,17 10 2,17 11 2,17 12 0,20 13 4,98 14 4,63 15 0,37	2 3,28 86 2,12 99 2,46 99 2,17 95 0,20 96 4,98 97 99,99 88 4,63 82 0,37 49 -0,29	2 3,28 56 2,12 99 2,46 59 2,17 50 2,17 55 0,20 56 4,98 58 4,63 58 4,63 49 -0,29 41 0,68	2 3,28 86 2,12 99 2,46 99 2,17 95 0,20 96 4,98 97 99,99 88 4,63 82 0,37 49 -0,29 41 0,68 41 0,68 11 0,68	2 3,28 56 2,12 99 2,46 99 2,17 55 0,20 56 4,98 506 99,99 58 4,63 58 4,63 49 -0,29 41 0,68 41 0,68 42 -0,29 43 -0,29 43 0,27 57 0,13 3 0,13	2 3,28 66 2,12 99 2,46 59 2,17 56 4,98 56 4,98 56 9,99 58 4,63 68 4,63 71 0,37 49 -0,29 41 0,68 11 0,68 11 0,68 11 0,68 13 0,13 18 0,37	2 3,28 56 2,12 99 2,46 99 2,17 95 0,20 96 4,98 906 99,99 88 4,63 88 4,63 89 -0,29 49 -0,29 49 -0,29 49 -0,29 49 0,37 49 0,37 49 0,37 49 0,37 48 0,37 48 0,37	2 3,28 56 2,12 99 2,46 57 0,20 56 4,98 56 4,98 56 4,98 58 4,63 69 9,99 61 0,37 71 0,27 71 0,27 73 0,13 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 85 62,85 56 74,08	2 3,28 56 2,12 99 2,46 95 2,17 95 0,20 96 4,98 96 9,999 88 4,63 88 4,63 89 -0,29 81 0,37 82 0,13 88 0,37 89 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 88 0,37 80 0,13 80 0,37	2 3,28 56 2,12 99 2,46 55 0,20 56 4,98 56 4,98 58 4,63 58 4,63 69 9,99 71 0,37 49 -0,29 49 -0,29 49 -0,29 49 -0,29 49 0,13 45 62,85 56 74,08 50 0,27 16 14,96	2 3,28 66 2,12 99 2,46 55 0,20 56 4,98 56 4,98 56 4,93 56 9,999 67 0,20 56 4,93 68 4,63 71 0,37 49 -0,29 88 0,637 10 0,68 11 0,68 12 0,13 13 0,13 149 -0,29 15 0,13 16 0,49 17 0,27 18 0,37 145 62,85 55 74,08 56 74,08 56 0,27 16 14,96 16 14,96 16 14,96	2 3,28 56 2,12 99 2,46 55 0,20 56 4,98 56 4,98 58 4,63 58 4,63 58 4,63 69 9,99 61 0,37 49 -0,29 49 -0,29 49 -0,29 49 0,13 49 0,13 45 62,85 56 74,08 60 0,27 16 14,96 59 3,67 69 3,67 70 0,72
		8 60,	7 0,6	1 21,	5 0,6	2 3,(4 0,(5 4, j		4 0,3	4 0,3 5 1,5	4 0,3 8 1,6 3,3	+ 0,3 8 3,5 4 0,6	4 0,3 5 1,5 8 3,3 8 3,3 7 4,6	4 0,3 5 1,5 8 3,3 4 0,6 7 4,6 01 100	4 0,3 5 1,5 3 3,3 4 0,6 7 4,6 01 100 3 5,5	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	1 0,3 3 3,3,3 3 3,3,3 3 3,5,5 3 5,5 3 5,5 3 5,5 9 0,7 11 0,6 3 5,5 9 0,7 11 0,6 8 0,7 8 0,7 18 73,3 2 87,3	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
-		8 54,5	0,7	2 21,4	2,4	1,92	0,0	1,4;		3,3,	3,3,	3,3, 2,0; 4,1;	3,3, 2,0, 4,1, 2,4,	3,3, 2,0, 2,4,1, 2,4, 5,3,	3,3, 2,0, 2,4,1(2,4,1(5,3' 2,100,	3,3 2,0 4,1 4,1 2,4 2,4 5,3 5,3 (6,2	3,3, 2,00, 4,11, 4,11, 2,44, 5,3, 2,40, 6,2, 0,4,10,	3,3,3,2,0,0,4,11,11,12,10,12,10,12,10,12,10,12,12,10,12,12,12,12,12,12,12,12,12,12,12,12,12,	3,3,3,2,0,2,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1	3,3,3,2,0,0,2,4,1,1,1,2,2,0,0,2,4,4,1,1,2,2,4,1,1,2,2,4,4,1,1,2,2,4,4,1,1,2,2,4,4,4,1,1,2,2,1,2,4,4,4,1,1,2,1,2	3,3,3,2,0,2,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1	3,3,3,2,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1	3,3,3 2,0,0 2,4,11 4,11 2,44 2,44 2,100,0 2,44 0,44 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,44 0,44 0,44 0,44 0,44 0,44 0,44	3,3.3 2,00 2,4,11 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,100,0 2,100,0 2,100,0 2,100,0 2,100,0 0,42 0,42 0,42 0,11 0,11 0,11 0,11 0,11 0,11 0,11 1,1,75,11	3,3.3 2,0.0 2,4,11 4,11 2,4,41 2,4,41 2,100,41 0,42 0,44 0,10 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 1,7,11	3,3,3 2,0,0 2,0,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,4,1 2,5,3 2,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 0,4,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1 1,7,5,1	3,3 2,00 2,4,11 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,4,12 2,100,42 0,44 0,44 0,44 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,44 0,41 0,41 0,41 0,41 0,42 0,43 1,75,11 1,75,11 1,75,12 3,44 3,44	3,3 2,00 2,01 4,11 2,44 2,53 2,100,4 0,44 <tr t=""></tr>
		55,18	0,57	21,62	1,19	3,25	0,07	2,43		2,91	2,91	2,91 2,16 3,72	2,91 2,16 3,72 1,54	2,91 2,16 3,72 1,54 1,54 5,38	2,91 2,16 3,72 3,72 1,54 5,38 5,38 5,38	2,91 2,16 3,72 3,72 1,54 1,54 5,38 5,38 5,88 5,88	2,91 2,16 2,16 3,72 1,54 1,54 5,38 5,38 5,88 5,88 5,88 5,88 0,48	2,91 2,16 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,38 5,38 5,88 5,88 5,88	2,116 2,16 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,88 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48	2,91 2,16 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,38 5,38 5,38 5,88 5,88	2,116 2,116 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,38 5,88 5,88 0,48 0,48 0,48 0,48 0,24 0,24 0,20	$\begin{array}{c c} & 2,16\\ & 2,16\\ & 3,72\\ & 3,72\\ & 5,38\\ & 5,38\\ & 5,38\\ & 5,38\\ & 5,88\\ & 0,48\\ & 0,48\\ & 0,48\\ & 0,48\\ & 0,48\\ & 0,20\\ & 0,20\\ & 0,20\\ & 0,57\\ & 0,5$	2,116 2,116 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,38 5,88 5,88 5,88 6,48 0,48 0,48 0,48 0,24 0,24 0,20 0,27 0,57 62,65	2,16 2,16 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,88 5,88 5,88 0,48 0,048 0,48 0,24 0,220 0,220 0,220 0,57 62,65	2,116 2,116 3,72 1,54 1,54 5,38 5,38 5,38 5,38 6,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,25 0,25 0,57 0,57 0,57 0,57 0,57 0,57 0,57 0,5	2,116 2,116 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 5,88 0,48 0,48 0,48 0,24 0,22 0,32 0,22 0,22 0,22 0,22 0,22 0,22	2,116 2,116 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,24 0,25 0,35 0,25 0,35 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,2	2,116 2,116 3,72 3,72 5,38 5,38 5,38 0,48 0,48 0,48 0,24 0,22 0,32 0,32 0,22 0,32 0,22 0,22 0,22
	5-9	57,73	0,65	22,34	1,88	2,97	0,08	4,58		0,22	0,22	0,22 2,02 3,47	0,22 2,02 3,47 0,05	0,22 2,02 3,47 0,05 4,06	0,22 2,02 3,47 3,47 0,05 4,06 100,05	0,22 2,02 3,47 0,05 100,05 5,49	0,22 2,02 3,47 0,05 4,06 4,06 7,49 5,49 0,48	0,22 2,02 3,47 3,47 0,05 4,06 7,49 5,49 0,48 0,48	0,22 2,02 3,47 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,46	0,22 2,02 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,48 0,46 0,46	0,22 2,02 3,47 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,448 0,46 0,28	0,22 2,02 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,46 0,28 0,28 0,14	0,22 2,02 3,47 0,05 0,05 7,49 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,446 0,446 0,28 0,28 0,28 0,47 0,47	0,22 2,02 3,47 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,44 0,14 0,14 0,14 0,14 0,14 8,77 88,77	0,22 2,02 3,47 0,05 0,05 4,06 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,44 0,44	0,22 2,02 3,47 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,48 0,28 0,14 0,14 0,14 0,14 0,14 0,14 0,14 0,14	0,22 2,02 3,47 0,05 4,06 4,06 0,48 0,48 0,48 0,46 0,46 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41	0,22 2,02 2,02 3,47 0,05 4,06 100,05 5,49 0,48 0,48 0,48 0,48 0,44 0,44 0,44 0,14 0,14 0,14 0,28 0,28 0,14,89 0,14,89 0,22 88,77 74,89 0,22 0,22 0,22 0,22 0,22 0,23 0,54 0,05 0,549 0,55,49 0,52,55,55,55,55,55,55,55,55,55,55,55,55,
	5-5	57,78	0,77	20,64	2,60	3,24	0,23	3,05		0,99	0,99	0,99 2,46 2,96	0,99 2,46 2,96 0,37	0,99 2,46 2,96 0,37 4,90	0,99 2,46 2,96 2,96 0,37 4,90 99,99	0,99 2,46 2,96 0,37 4,90 99,99 5,42	0,999 2,466 2,966 0,37 4,90 99,99 99,99 5,42 5,42 0,48	0,999 2,466 2,966 2,967 99,99 90,48 90,48 90,48 90,48 90,48	0,999 2,466 2,966 0,37 4,900 99,999 99,999 99,999 90,48 0,480 0,400	0,999 2,466 2,966 2,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 90,480 0,440 0,241 0,242	0,999 2,466 2,966 0,37 4,900 99,999 99,999 99,999 99,999 0,48 0,48 0,48 0,40 0,244 0,21	0,999 2,466 2,966 2,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 90,400 0,401 0,21 0,531 0,533	0,999 2,466 2,966 2,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 90,400 0,21 0,53 0,53 69,499	0,999 2,466 2,966 2,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 0,408 0,401 0,211 0,231 0,531 0,531 69,499 82,088	0,999 2,466 2,966 2,99,99 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 90,409 0,21 0,53 69,499 82,08 82,08 82,08	0,999 2,466 2,966 2,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,409 0,21 0,23 0,23 0,24 0,23 0,24 0,23 0,24 0,23 0,53 69,499 82,08 0,255 0,255 0,255	0,999 2,466 2,966 2,976 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 90,48 0,40 0,24 0,24 0,24 0,53 0,549 82,08 82,08 0,255 0,255 0,255 3,560	0,999 2,466 2,966 2,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,999 99,990 99,990 99,990 99,990 99,990 99,990 99,990 90,400 0,400 0,21 0,23 0,24 0,53 69,499 82,08 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,71
	0-0 4-0	53,01	0,77	23,84	1,98	3,59	0,09	5,20		0,20	0,20 2,01	0,20 2,01 3,60	0,20 2,01 3,60 0,05	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 5,61	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 5,61 5,61 0,57	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 5,61 0,067 0,57	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 5,61 0,57 -0,70 0,46	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 100,06 0,57 0,57 0,57 0,46 0,46	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 5,61 0,057 0,57 -0,70 0,46 0,46 0,13	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 100,06 0,57 0,57 0,57 0,46 0,46 0,13 0,42	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 100,06 0,57 0,57 0,57 0,46 0,46 0,13 0,13 0,13	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 5,61 0,57 0,57 0,57 0,46 0,46 0,13 0,13 0,13 0,13 8,9,61	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 5,61 0,057 0,57 0,57 0,46 0,46 0,46 0,13 0,13 0,13 0,42 0,42 0,13 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 5,61 0,05 0,5,61 0,46 0,46 0,46 0,46 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,26 0,13 0,13 0,26 0,13 0,26 0,26 0,26 0,26 0,05 5,72 1,00,05 0,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 0,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 5,72 1,00,05 1,00,0	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 100,06 0,57 0,57 0,46 0,46 0,46 0,42 0,42 0,428 89,61 0,25 35,42	0,20 2,01 3,60 0,05 5,72 100,06 5,61 0,57 0,42 0,46 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42
4	5	56,84	0,82	19,74	3,24	2,75	0,05	2,08		1,83	1,83 2,01	1,83 2,01 3,55	1,83 2,01 3,55 1,16	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93 100,00	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93 100,00 5,56	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93 5,93 5,93 5,56 5,56 0,47	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93 5,93 100,00 0,47 0,47	1,83 2,01 3,55 1,1,16 1,1,16 5,93 5,93 100,00 0,47 0,47 0,45	1,83 2,01 3,55 1,116 5,93 5,93 100,000 0,47 0,47 0,47 0,45 0,26	1,83 2,01 3,55 1,1,16 5,93 5,93 5,56 0,47 0,47 0,47 0,45 0,26 0,16	1,83 2,01 3,55 1,116 5,93 5,93 100,00 0,47 0,47 0,47 0,47 0,45 0,45 0,26 0,16	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,48 0,26 0,26 0,16 0,18	1,83 2,01 2,01 1,16 5,93 5,93 6,93 0,47 0,47 0,47 0,47 0,45 0,45 0,45 0,46 0,16 0,16 0,16 0,48 0,48	1,83 2,01 3,55 1,116 5,93 1,116 5,56 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,48 0,26 0,16 0,16 0,18 0,48 0,48	1,83 2,01 2,01 1,16 5,93 5,93 6,93 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,48 0,48 0,16 0,16 0,16 0,16 0,16 0,16 0,16 0,28 0,28 14,60	1,83 2,01 3,55 1,116 5,93 1,116 5,56 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,46 0,16 0,16 0,16 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48	1,83 2,01 3,55 1,16 5,93 1,16 0,47 -0,06 0,47 0,48 0,48 0,48 0,48 0,26 0,16 0,16 0,16 0,16 0,28 0,28 0,28 0,28 0,28 0,28
	-	54,78	0,79	21,75	1,90	4,31	0,09	5,28		0,37	0,37 2,08	0,37 2,08 3,05	0,37 2,08 3,05 0,05	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 5,13	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 5,13 0,53	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,53	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,41 0,41	0,37 2,08 3,05 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,53 0,41 0,41	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,53 0,53 0,41 0,41 0,41 0,41	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,41 0,29 0,29 0,29 0,29	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,53 0,53 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,49 0,49 87,45	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,41 0,41 0,29 0,29 0,11 0,49 0,24 0,24	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,53 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,41 0,44 0,229 0,24 0,24 5,2,21	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,53 0,41 0,24 0,11 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 2,53	0,37 2,08 3,05 0,05 5,60 00,05 5,13 0,53 0,53 0,41 0,11 0,11 0,49 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24
	10	2,00	,87	8,20	,19	,86	,02	,91		,33	,33 ,38	,33 ,38 ,15	,33 ,38 ,15 ,07	,33 ,38 ,15 ,07 ,86	,33 (33) ,38 (32) ,15 (32) ,07 (32) ,86 (32) ,84 (1)	,33 ,38 ,15 ,07 ,07 ,86 ,86 ,53	,333 ,388 ,15 ,07 ,07 ,84 1 ,33 ,53 ,41	,333 ,388 ,15 ,07 ,866 ,866 ,864 ,384 1 ,41 ,41	,333 (33) (33) (33) (33) (33) (33) (33)	,33 (33) ,15 (31) ,15 (31) ,15 (31) ,15 (31) ,53 (31) ,53 (31) ,53 (31) ,53 (31) ,53 (31)	,33 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,41 ,41 ,41 ,41 ,41 ,41 ,41 ,41 ,41 ,13	,33 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,84 ,1 ,33 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,11 ,13 ,13	,33 ,15 ,15 ,15 ,07 ,86 ,86 ,11 ,53 ,53 ,53 ,53 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13	,33 ,15 ,15 ,15 ,53 ,53 ,53 ,41 ,41 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,41 ,13 ,13 ,13 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,5	,33 ,15 ,15 ,07 ,07 ,86 ,84 1,41 ,41 ,01 ,13 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,1,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,5	,33 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,15 ,41 ,41 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,1	,33 ,15 ,15 ,15 ,07 ,86 ,86 ,84 ,11 ,41 ,41 ,41 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53 ,53	,33 ,15 ,15 ,15 ,58 ,86 ,10 ,07 ,53 ,53 ,53 ,41 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,13 ,1
		76 62	34 0	10 18	9 3	9 2	5 0	8 1		0	0 88 2	0 0 88 2 4 3 2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 28 2 24 3 09 0 4 0	8 2 2 8 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	10 0 10 10 10 10 11 12 11 12 12 12	(0) (0) (1) (1)	(0) (0) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	(0) (0) (0) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	00 00 0 100 0 0 100 0 0 110 0 0 115 0 0 <td>00 00 0 01 0 0 02 0 0 03 0 0 04 0 0 05 0 0 06 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 17 0 0 18 33 65 78 83</td> <td>0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 15 0 15 0 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 16 8 17 0 18 8 19 10</td> <td>0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 1,12 99 1 1 9 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1</td> <td>0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 15 9 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 15 0 13 17 13 17</td> <td>88 2 99 0 99 0 99 0 90 0 91 12 92 5 93 65 33 65 33 65 33 65 33 65 33 65 33 65 34 0 35 17 13 17 13 17 13 17</td>	00 00 0 01 0 0 02 0 0 03 0 0 04 0 0 05 0 0 06 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 17 0 0 18 33 65 78 83	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 15 0 15 0 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 15 0 16 8 17 0 18 8 19 10	0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 1,12 99 1 1 9 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 15 9 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 0 0 15 15 0 13 17 13 17	88 2 99 0 99 0 99 0 90 0 91 12 92 5 93 65 33 65 33 65 33 65 33 65 33 65 33 65 34 0 35 17 13 17 13 17 13 17
	2	4 60,	0,8	t 19,	2,7	3,5	0,0	2,2	0	0,3	0,3	0,3 1,2 3,9	0,3 1,2 3,9 0,0	0,3 1,2 3,9 0,0 5,1	0,3 1,2 3,9 0,0 7 100,	0,3 1,2 3,9 3,9 0,0 0,0 7 100, 5,2	$\begin{array}{c c} 0,3\\ 0,3\\ 1,2\\ 3,9\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,1\\ 7\\ 100\\ 5,2\\ 5,2\\ 0,4\\ 0,4\end{array}$	$\begin{array}{c c} 0,3\\ 0,3\\ 3,9\\ 3,9\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,4\\ 0,4\\ 0,4\\ 0,4\\ 0,4$	$\begin{array}{c c} 0,3\\ 0,3\\ 1,2\\ 3,9\\ 3,9\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,3\\ 0,3\\ 0,3\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5\\ 0,5$	$\begin{array}{c c} 0, & 0, & 3, \\ 1, & 2, & 1, \\ 3, & 0, & 0, \\ 0, & 0, & 0, \\ 0, & 0, & 0$	$\begin{array}{c c} 0,3\\ 0,3\\ 3,9\\ 3,9\\ 3,9\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,2\\ 0,2\\ 0,2\\ 0,2\\ 0,2$	$\begin{array}{c c} 0,3\\ 0,3\\ 3,9\\ 3,9\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1$	$\begin{array}{c c} 0,3\\ 0,3\\ 3,9\\ 3,9\\ 3,9\\ 5,1\\ 7\\ 1,00\\ 0,6\\ 0,4\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 1\\ 73,1\\ 1\\ 73,1\\ 1\\ 73,1\\ 1\\ 73,1\\ 1\\ 1\\ 73,1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 73,1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1\\ 1$	$\begin{array}{c cccc} 0,3\\ 0,3\\ 3,9\\ 3,9\\ 3,9\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1$	$\begin{array}{c cccc} 0, & 0, & 3, \\ 1, & 2, & 1, \\ 2, & 0, & 0, \\ 0, & 0, & 4, \\ 0, & 0, & 2, \\ 0, & 0, & 2, \\ 0, & 0, & 1, \\ 0, & 0, & 1, \\ 0, & 0, & 1, \\ 0, & 0, & 1, \\ 1, & 0, & 0, \\ 1, & 0, &$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccc} & 0,3 \\ & 1,2 \\ & 3,9 \\ & 3,9 \\ & 0,0 \\ & 0,0 \\ & 0,4 \\ & 0,4 \\ & 0,4 \\ & 0,4 \\ & 0,4 \\ & 0,4 \\ & 0,2 \\ & 0,2 \\ & 0,2 \\ & 0,2 \\ & 0,4 \\ & 0,1 \\ & 0,1 \\ & 0,1 \\ & 0,2 \\ &$	$\begin{array}{c ccccc} 0,3\\ 0,3\\ 3,9\\ 3,9\\ 5,1\\ 0,0\\ 0,0\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0,1\\ 0$
	~	62,04	0,85	18,54	2,71	3,41	0,04	2,13	0	0,30	0,30	0,30 1,24 3,89	0,30 1,24 3,89 0,07	0,30 1,24 3,89 0,07 5,15	0,30 1,24 3,89 3,89 0,07 5,15 5,15 100,3	0,30 1,24 3,89 3,89 0,07 5,15 5,13 5,13	0,30 1,24 1,24 3,89 0,07 5,15 5,15 5,13 5,13 5,13 0,41	0,30 1,24 1,24 3,89 0,07 5,15 5,13 100,3 5,13 5,13 5,13 0,41 0,41	0,30 1,24 3,89 3,89 0,07 5,15 5,15 100,3 5,13 5,13 0,41 0,41 0,41 0,52	0,30 1,24 1,24 3,89 0,07 5,15 5,13 5,13 100,3 5,13 0,41 0,41 0,41 0,52 0,52	0,30 1,24 3,89 3,89 0,07 5,15 5,15 5,13 100,3 5,13 0,41 -0,16 0,41 -0,16 0,28 0,28	0,30 1,24 3,89 3,89 0,07 5,15 5,15 5,13 100,3 5,13 0,41 0,41 0,52 0,52 0,52 0,52 0,52 0,13	0,30 0,30 1,24 1,24 3,89 0,07 6,15 5,15 5,15 5,13 6,41 0,41 0,52 0,52 0,52 0,53 0,52 0,53 0,52 0,53 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13	0,30 1,24 1,24 3,89 0,07 5,15 5,15 5,15 5,13 0,41 0,41 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,1	0,30 0,30 1,24 1,24 3,89 0,07 6,15 5,15 5,15 5,13 5,13 5,13 0,41 0,41 0,52 0,52 0,52 0,53 0,52 0,53 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,125 0,25	0,30 0,30 1,24 1,24 3,89 6,07 0,07 6,15 5,15 5,15 5,15 5,15 6,41 0,41 0,52 0,28 0,13 0,13	0,30 0,30 1,24 5,15 5,15 5,15 5,13 100,3 100,3 0,41 0,41 0,41 0,28 0,52 0,52 0,52 0,52 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 80,74 81,88 81,88	0,30 0,30 1,24 1,24 3,89 5,15 5,15 5,15 6,07 0,01 0,01 0,41 0,13 0,13 0,13 0,25 1,33 3,23 3,23 3,23
		62,06	0,97	19,02	1,82	3,59	0,04	2,37	0.40	0°±°0	0,80	0,80 4,36	0,30 0,80 4,36 0,10	0,80 0,80 4,36 0,10 4,80	0,40 0,80 4,36 0,10 4,80 100,33	0,10 0,80 4,36 0,10 4,80 100,33 5,16	0,470 0,80 4,36 0,10 4,80 100,33 5,16 0,41	0,800 0,800 4,366 0,100 4,800 100,33 5,16 0,41 0,41 0,41	0,800 0,800 0,100 4,800 100,33 5,16 0,41 0,41 0,41 0,51	0,800 0,800 4,366 0,100 4,800 100,33 5,16 0,41 0,41 0,41 0,51 0,57	0,50 0,80 4,36 0,10 4,80 100,33 5,16 0,41 0,41 0,41 0,51 0,51 0,27	0,50 0,80 4,36 0,10 4,80 100,33 5,16 0,41 0,41 0,51 0,51 0,51 0,27 0,13	о,ту 0,800 4,365 0,100 4,800 100,33 5,165 0,411 0,5	о,туу 0,800 4,366 0,100 4,800 1000,33 5,166 0,411 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,13 0,51 0	о,ту 0,80 4,36 0,10 0,10 4,80 100,33 5,16 0,41 0,5	о,туу 0,800 4,366 0,100 4,800 1000,33 5,166 0,411 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,13 0,51 0	0,50 0,80 4,36 0,10 4,80 100,33 5,16 0,41 0,41 0,51 0,51 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,13 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,313 2,5,18 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51 0,51	о,туу 0,800 4,365 0,100 4,800 100,333 5,165 0,411 0,411 0,411 0,511 0,133 0,27 0,13 0,27 0,23 0,23 0,23 0,23 0,23 0,23 0,23 0,23 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,516 0,517 0,516 0,516 0,516 0,517 0,516 0,517 0,518 0,517 0,518 0,528 0
	و	57,82	0,98	20,19	2,43	4,25	0,06	2,51	0,67		1,16	1,16 4,28	1,16 4,28 0,11	1,16 4,28 0,11 5,31	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 -0,25	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,27	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,27	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,48 0,25 0,26 0,26	1,16 4,28 0,111 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,48 0,27 0,27 0,16 0,16	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,46 0,46 0,46 0,46 0,46 0,46 0,46	1,116 4,28 0,111 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,27 0,16 0,16 0,16 0,24 89,95 0,24	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,26 0,16 0,16 0,16 0,16 0,16 0,24 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 89,95 80,16 80,17 80,16 80,16 80,16 80,17 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,17 80,16 80,16 80,16 80,16 80,16 80,17 80,16 80,	1,16 4,28 0,11 5,31 99,77 5,44 0,48 0,48 0,46 0,46 0,48 0,48 0,48 0,48 0,24 61,50 0,58
	n	60,04	1,10	18,73	2,14	5,01	0,07	2,91	0,55	,	0,93	0,93 3,87	0,93 3,87 0,29	0,93 3,87 0,29 4,68	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80	0,93 3,87 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 0,45	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 -0,26	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 0,45 0,51 0,26	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 -0,26 0,51 0,51 0,26	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 0,45 0,51 0,51 0,26 0,17 0,45	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 -0,26 0,45 0,26 0,17 0,45 73,56	0.93 3.87 0.29 4.68 4.80 0.45 -0.26 0.51 0.51 0.51 0.51 0.556 0.17 0.45 0.45 0.45	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 -0,26 0,51 0,51 0,51 0,26 0,17 0,45 0,45 0,24	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 0,45 0,17 0,45 0,17 0,45 0,17 0,45 0,17 0,45 0,26 0,24 6,231	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 -0,26 0,17 0,17 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 0,25 2,27	0,93 3,87 0,29 4,68 100,32 4,80 0,45 -0,26 0,17 0,45 0,45 0,45 73,56 91,27 0,24 62,31 0,24 0,24 0,24 0,24
	4	60,02	0,86	20,20	2,05	4,39	0,06	2,51	0,40		0,86	0,86 4,24	0,86 4,24 0,09	0,86 4,24 0,09 4,63	0,86 4,24 0,09 4,63 100,32	0,86 4,24 0,09 4,63 100,32 5,10	0,86 0,86 0,09 4,63 100,32 5,10 0,46	0,866 4,24 0,099 4,63 (00,32 5,10 0,46 0,46	0,86 4,24 0,09 4,63 00,32 5,10 0,46 0,46 0,46 0,47	0,86 4,24 0,09 4,63 (00,32 5,10 0,46 -0,32 0,47 0,47	0,86 4,24 0,09 4,63 00,32 5,10 0,46 0,46 0,47 0,47 0,15	0,86 0,86 0,09 0,09 1,63 0,032 0,46 0,46 0,47 0,47 0,47 0,45 0,15	0,86 0,86 1,24 0,09 1,63 0,032 5,10 0,46 0,47 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,46 0,15 0,167 0,177	0,86 0,86 0,09 0,09 5,10 0,46 0,46 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,47 0,46 0,46 0,46	0,86 4,24 0,09 4,63 00,32 5,10 0,46 0,46 0,47 0,25 0,25 0,25 0,46 0,46 0,46 0,46 0,25 0,22	0,86 0,86 1,24 0,09 1,63 0,032 5,10 0,46 0,47 0,15	0,86 0,86 0,09 0,09 0,46 0,46 0,47 0,47 0,15 0,46 0,46 0,46 0,46 0,25 0,46 0,25	0,86 4,24 0,09 4,63 00,32 5,10 0,46 0,46 0,47 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15
	ლ	8,88	1,02	9,76	2,14	4,94	0,07	2,83	0,40		0,40	3,40 4,71	0,40 4,71 0,13),40 4,71 0,13 4,89),40 4,71 0,13 0,13 4,89 00,17),40 4,71 0,13 0,13 4,89 4,89 00,17 5,11),40 4,71 3,13 3,13 4,89 4,89 6,17 5,11 0,47),40 4,71),13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,1),40 4,71 5,13 6,13 7,11 5,11 0,47 0,47 0,47),40 4,71 9,13 9,13 1,89 1,89 1,89 1,89 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,1),40 4,71 5,11 1,89 4,89 0,17 1,47 0,34 0,34 0,34 0,26),40 4,71 9,13 1,13 1,89 1,89 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,1),40 4,71 5,11 5,11 0,17 1,89 0,17 0,34 0,47 0,26 0,17 0,47 0,47),40 4,71 5,11 5,11 5,11 7,47 0,47 0,34 0,47 0,17 0,17 0,17 0,17 0,17 0,17),40 1,71 1,71 1,13),40 1,71 1,71 1,13 1,13 1,89 1,89 1,13),40 1,71 1,71 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,13 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,17 1,13),40 1,71 1,71 1,13 1,13 1,89 1,89 1,89 1,47
	7	2,50 5	,81	3,72 1	,14	,29	,06	,36	,30 (,19 (,19 (,19 (,37 ,	,19 (,37 , ,09 ,	,19 (,37 2 ,09 (,52 4 0,34 1	,19 (,37 ² ,52 ² 0,34 1	,19 (0 ,09 (0 ,52 , ,52 , ,56 , ,42 ,	,19 (0 ,37 , ,09 (0 ,52 , ,52 , ,56 , ,42 , ,31 -	19 (37 2 37 2 0,09 (0,34 10 0,34 10 37 25 31 - 331 - 552 -	19 (19) (0) 37 4 (0) (0) 0034 10 (0) (1) (1) 556 556 (1) (1) (1) (1) 9 31 - (1) (1) (1) (1) (1) 556 (2)<	19 (19 (0) 37 2 (0) (0) (0) 334 10 (0) (0) (0) 34 10 (0) (0) (0) (0) 34 10 (0) (0) (0) (0) (0) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	19 (19 (0) 37 2 (3) 0,09 (0) (3) 0,34 10 (3) 0,33 11 (3) 2,55 (3) (3) 2,55 (3) (3) 2,42 (3) (3) 2,31 - (3) 2,52 (3) (3) 2,52 (3) (3) 2,52 (4) (4) ,14 (4) (4)	19 (19 (0) 37 2 (19 (0) 0,09 (0,034 10 (10) 556 :: (10) (10) 556 :: (10) (10) 556 :: (10) (10) 552 (10) (11) (11) 552 (11) (14) (14) 114 (14) (14) (14) 552 (14) (14) (14)	19 (19 (0) 37 2 2 09 (0) 34 10 0,34 10 0,34 11 2,55 2 2 2 2,53 - - 2 2 2,331 - - - 2 2,31 - - 2 2 2,31 - - - 2 2,31 - - - - 2,31 - - - - 2,31 - - - - 2,31 - - - - 2,31 - - - - 3,31 - - - - 2,42 - - - - 3,32 - - - - 3,31 - - - - 3,34 - -	19 (19) (0) 37 2 (0) 0034 10 (0) 11 (0) (0) 12 (1) (1) 131 - (1) 131 - (1) 131 - (1) 131 - (1) 142 (1) (1) 522 (1) (1) 422 (2) (1) 523 (1) (1) 524 (1) (1) 7,82 (2) (2) 7,82 (2) (2)	19 (19 (0) 37 2 (0) 0,09 (0) (0) 0,34 10 (0) 0,35 (1) (1) 0,34 10 (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 0,34 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) 1 (1) (1) <td< td=""><td>19 (19 (0) 37 2 (0) 034 10 (0) 0,34 10 (0) 0,34 10 (0) 0,34 10 (0) 0,34 10 (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) ,31 - (0) ,31 - (0) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,53 (1) (1) ,51 (1) (1)</td><td>19 19 37 2 37 2 0,99 0 0,34 10 0,34 10 0,34 10 331 - 24 0 31 - 331 - 331 - 331 - 331 - 332 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 341 - 352 - 352 - 353 - 353 - 354 - 352 - 352 - 352 - 353 - 354 - 355 - 356 -</td></td<>	19 (19 (0) 37 2 (0) 034 10 (0) 0,34 10 (0) 0,34 10 (0) 0,34 10 (0) 0,34 10 (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) 0,31 - (0) ,31 - (0) ,31 - (0) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,42 (0) (1) ,53 (1) (1) ,51 (1) (1)	19 19 37 2 37 2 0,99 0 0,34 10 0,34 10 0,34 10 331 - 24 0 31 - 331 - 331 - 331 - 331 - 332 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 331 - 341 - 352 - 352 - 353 - 353 - 354 - 352 - 352 - 352 - 353 - 354 - 355 - 356 -
		12 62	1 0,	12 18	7 2,	4,	6 0,	8 2,	0 0,		8 0,	8 0, 9 4,	8 0, 9 4, 2 0,	8 0, 9 4, 7 4, 4,	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 16 10(8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 16 10(7 4,	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 16 10(7 4, 7 0,	8 0, 9 4, 0, 2 0, 16 10(7 4, 7 4, 7 0, 34 -0	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 16 10(7 4, 7 0, 34 -0 7 0,	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 16 10(7 4, 7 0, 34 -0, 6 0,	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 7 4, 7 4, 7 0, 84 -0 6 0, 6 0,	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 7 4, 7 0, 7 0, 6 0, 6 0, 7 0, 7 0, 7 0, 7 0, 7 0, 7 0, 7 0, 7	8 0, 9 4, 7 4, 16 10(7 4, 7 0, 84 -0 6 0, 6 0, 7 0, 7 0, 83 76, 28 76,	8 0, 9 4, 2 0, 7 4, 7 4, 7 0, 84 -0 6 0, 6 0, 6 0, 7 0, 88 76	8 0, 9 4, 2 0, 16 10(7 4, 7 4, 7 0, 6 0, 6 0, 7 0, 88 76, 88 76, 13 97	8 0, 9 4, 2 0, 16 10(7 4, 7 4, 7 0, 6 0, 6 0, 7 0, 7 0, 7 0, 8 76, 28 76, 23 0, 33 0,	8 0, 9 4, 2 0, 16 10(7 4, 7 4, 7 0, 84 -0 6 0, 6 0, 7 0, 7 0, 7 0, 88 76 83 0, 58 66	8 0, 9 4, 2 0, 16 10(7 4, 7 0, 6 0, 6 0, 6 0, 7 0, 7 0, 7 0, 7 0, 8 76, 28 76, 28 76, 33 0, 8 0, 8 0,
	-	59,1	1,0	20,1	2,2	4,4	0,0	2,68	0,3(J	0,1	0,15	0,1 4,9 0,1	0,18 4,99 0,11 0,11	0,18 4,99 0,11 4,8 4,8 100,	0,18 4,90 0,11 4,8 4,8 100, 5,1	0,18 4,99 0,11 0,11 4,8 4,8 4,8 4,8 100, 5,1 5,1 0,4	0,13 4,90 0,11 0,11 100, 5,1 0,4	0,11 4,99 4,99 0,11 4,88 4,88 4,88 4,4,88 100,1 5,1 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 100,1100,11 100,1100,1100,1100,1100,1100,1100000000	0,11 4,99 0,11 0,11 100, 5,1 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4	0,11 4,99 4,99 0,11 0,11 4,8 7,8 7,8 7,17 0,4 0,4 0,4 0,1	0,11 4,99 0,11 4,8 4,8 7,1 7 5,1 100, 0,4 0,4 0,2 0,1 0,4	0,113 4,999 4,999 0,111 4,88 4,88 4,88 4,4,88 6,2,1 0,4 0,20 0,4 0,10 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,	0,113 4,999 4,999 0,113 4,88 4,88 7,1 5,1 100, 0,4 0,4 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1	0,11 4,99 4,99 0,11,0 5,17 5,17 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4	0,113 4,999 4,999 0,11,00 5,1 5,1 0,4 0,4 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1	0,113 4,999 4,999 0,1100, 5,17 5,17 0,47 0,47 0,47 0,47 0,11 0,11 0,11 0,11 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27 0,27	0,113 4,999 4,8,8 4,8,8 4,8,8 5,1 5,1 0,4 0,4 0,4 0,1 0,1 0,4 0,1 0,4 0,4 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,2 0,3 0,0 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,1 1,0 0,2 1,1 0,0 1,0 0,1 1,0 0,2 1,1 0,0 1,0 1
	соотношения	SiO_2	TiO ₂	Al_2O_3	$\mathrm{Fe_2O_3}$	FeO	MnO	MgO	CaO		Na ₂ O	Na ₂ O K ₂ O	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIIII	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIIII Cymma	Na ₂ O K ₂ O Р ₂ O ₅ ППП Сумма Na ₂ O+K ₂ O	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIII Cymma Na ₂ O+K ₂ O FM	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIIII Cymma Cymma Na ₂ O+K ₂ O IIM IM IM	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIIII Cymma Na ₂ O+K ₂ O Na ₂ O+K ₂ O IM IM log(Fe ₂ O ₃₆₆₄ /K ₂ O log(SiO ₂ /A1 ₂ O ₃)	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIIII Cymma Cymma Cymma Na ₂ O+K ₂ O Na ₂ O+K ₂ O Iog(Fe ₂ O ₃₀₆₄₁ /K ₂ O Iog(SiO ₂ /Al ₂ O ₃) HKM	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIII Cymma Na ₂ O+K ₂ O Na ₂ O+K ₂ O IM IM IM HKM	Na ₂ O K ₂ O F ₂ O ₅ IIIII Cymma Cymma Cymma IIII IIII Cymma III III III III III III IIII IIII I	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIII Cymma Cymma Na ₂ O+K ₂ O Na ₂ O+K ₂ O Iog(Fe ₂ O _{306m} /K ₂ O Iog(Fe ₂ O _{306m} /K ₂ O) Iog(SiO ₂ /Al ₂ O ₃) HKM CIA CIA	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIII Cymma Cymma Na ₂ O+K ₂ O IIIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIII Cymma Cymma Na ₂ O+K ₂ O IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII I	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIII Cymma Cymma Na ₂ O+K ₂ O IIIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII	Na2O K2O P2O3 IIIII Cymma Cymma Cymma IIIII Cymma IIII III III IIII IIII IIII IIII II	Na ₂ O K ₂ O P ₂ O ₅ IIIIII Cymma Na ₂ O+K ₂ O IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII I



Рис. 3. Положение точек составов пород енганэпейской свиты на диаграммах:

A – log(Fe₂O_{3oбш}/K₂O)–log(SiO₂/Al₂O₃) (по работе [19]); Б – НКМ-ФМ и В – Na₂O+K₂O-ГМ (по работе [13])

сейна являются отмечаемые всеми исследователями знаки ряби на поверхности напластования песчано-глинистых сланцев (П.Е.Попов и др., 2005).

Титановый (Fe+Mn)/Ti [12] и алюминиевый Al/(Al+Fe+Mn) [15] модули характеризуют породы как не содержащие примесь эксгалятивного материала. Значения калиевого модуля K₂O/Na₂O [16] не превышают порогового уровня 0,3 и соответствуют породам, сформированным за счет многократно переотложенного материала.

Строение и состав конкреций. Конкреции сложены темно-серой массивной глинисто-карбонатной породой. По характеру залегания конкреции относятся к раннедиагенетическому типу, отличительными признаками которого являются: облекание сверху и снизу слоистостью, отсутствие видимой связи с трещиноватостью вмещающей породы, залегание согласно напластованию и связь с определенным горизонтом вмещающих пород [6]. Конкреции имеют зональное строение – ядро окружено коркой (1,0–1,5 см) тёмно-бурой тонкослоистой слабо сцементированной породы, которая на контакте с вмещающими породами оторочена светло-серой кальцитовой каймой толщиной около 2 см (см. рис. 2, В). Ядра конкреций сложены массивным глинистым известняком с обломками, напоминающими микрофауну, периферийные части – тонкослоистой глинисто-карбонатной породой. Порода периферийных частей конкреций разбита ориентированными перпендикулярно слоистости трещинами сокращения, выполненными новообразованным кристаллическим карбонатом. На внешней поверхности конкреций шестоватые агрегаты кальцита образуют многослойную корочку. Данные о химическом составе конкреций приведены в табл. 2.

На модульной диаграмме, построенной в координатах Na₂O+K₂O-ГМ⁴, на которую нанесены составы пород енганэпейской свиты и конкреций, видно, что изученная совокупность проб распадается на три кластера и семь индивидуальных составов, не поддающихся усреднению в кластерах (см. рис. 3, В).

В кластер I вошли криптокристаллические глинисто-карбонатные породы из внутренних частей конкреций, аттестуемые как гипогидролизаты и отличающиеся максимальным значением гидролизатного модуля (0,72) и минимальным – суммы щелочей (1,73) (табл. 3).

В их составе преобладает кальцит (71,6%), второстепенные минералы представлены (в %): кислым (№ 9) плагиоклазом (9,2), хлоритом (5,1), ортоклазом (2,8), мусковитом (2,4), родохрозитом (2,0), магнезитом (1,4) и гематитом (1,1), акцессорные – лейкоксеном (0,2) (см. табл. 3).

Глинистые алевролиты и агриллиты енганэпейской свиты кластера III отличаются наименьшим содержа-

⁴ ΓM=(Al₂O₃+TiO₂+Fe₂O₃+FeO+MnO)/SiO₂ [13]

нием кальцита (0,4%) и состоят (в %) из: кварца (41,4), мусковита (27,5), хлорита (18,4), плагиоклаза (5,1), хлорита (17,6), апатита (2,2), гематита (2,1), ортоклаза (1,1), лейкоксена (0,9). Нормативный гематит, количество которого повышено по сравнению с предыдущими кластерами, вероятно, является преимущественно пиритом, не рассчитанным из-за отсутствия данных о содержании серы.

Фазовый состав алевролита (обр. 6) был определен при помощи рентгендифрактометрического анализа ориентированных образцов (дифрактометр Shimadzu XRD-6000, излучение-СиКа, 30kV/20mA), подвергнутых стандартным диагностическим обработкам. Изучение дифрактограмм воздушно-сухого, обработанного глицерином и прокаленного при Т 550°С образца показало, что в составе глинистой фракции – диоктаэдрическая слюда (мусковит) и железистый хлорит. Мусковит диагностируется по серии базальных отражений с d/n ~10,16; 5,02; 3,36; 2,01 Å, хлорит – по серии интенсивных базальных отражений с d/n ~14,38; 7,22; 4,76; 3,56 Å. Диоктаэдрическая природа слюдистого минерала подтверждается величиной межплоскостного расстояния отражения 060~1,500 Å, хлоритовое отражение 060 имеет d/n ~1,545 Å. Помимо слоистых силикатов в исследуемом образце определены кварц и полевой шпат (альбит). Разбухающая фаза в пробе отсутствует.

Глинисто-карбонатные породы внешней части конкреций (см. рис. 2, В-II), вошедшие в кластер II,

№ п/п	Части конкреции	Образцы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Сумма
1		5-14	13,38	0,17	5,19	1,36	1,65	1,180	1,79	40,68	1,02	0,72	0,050	32,87	100,06
2	Ι	5-15	12,62	0,17	5,25	1,01	1,66	1,120	1,29	41,56	1,02	0,73	0,050	33,57	100,05
3		5-16	16,69	0,21	5,36	1,18	1,38	1,200	1,29	39,89	0,88	0,98	0,050	30,94	100,05
4		5-20	17,96	0,21	5,40	1,07	1,33	1,170	1,62	39,09	1,18	0,80	0,050	30,17	100,05
5		5-25	12,79	0,15	5,37	1,06	1,63	1,100	1,75	41,32	0,94	0,76	0,050	33,12	100,04
6		5-6	52,56	0,19	5,49	0,74	1,17	0,570	0,75	18,54	1,22	1,03	0,300	17,44	100,00
7		5-7	56,38	0,30	8,21	0,47	2,36	0,440	1,14	15,46	1,54	1,62	1,190	10,89	100,00
8		5-13	45,87	0,30	6,23	1,00	2,11	0,590	1,20	20,07	2,04	0,89	1,210	18,48	99,99
9	11	5-13 Б	44,99	0,30	6,30	1,34	2,20	0,600	1,04	20,91	1,89	0,88	1,110	18,44	100,00
10		5-21	40,94	0,25	6,82	1,23	1,60	0,680	1,48	22,98	1,22	1,32	0,500	21,00	100,02
11		5-24	48,19	0,34	6,78	1,68	1,59	0,560	1,10	18,27	2,06	1,13	0,880	17,42	100,00
12		5-18	29,97	0,29	6,84	1,35	1,88	0,840	1,80	28,03	1,36	1,24	0,650	25,74	99,99
13		5-10	36,79	0,32	5,94	1,75	1,45	0,680	1,09	25,96	1,44	1,10	1,390	22,10	100,01
14		5-22	25,39	0,22	5,88	1,44	1,54	0,980	1,16	34,14	1,22	0,97	0,370	26,69	100,00
15		5-3a	32,31	0,21	5,97	0,81	1,83	0,900	1,24	28,25	1,17	1,04	0,390	25,88	100,00
16		5-12	54,54	0,63	10,75	1,36	3,19	0,410	0,81	13,07	2,27	1,96	0,500	10,50	99,99
17	IV	5-19	68,93	0,47	14,36	0,95	3,32	0,040	3,08	0,25	2,64	1,85	0,050	4,11	100,05

2. Химический состав конкреций (в мас. %)

Примечание. Обозначения элементов строения конкреций на рис. 2.

0]	Кластерь	J	Составы вне кластеров										
Оксиды	I	II	III	5-16	5-20	5-22	5-18	5-3a	5-6	5-12	5-19			
SiO ₂	12,93	43,64	58,80	16,69	17,60	25,39	29,97	32,31	52,56	54,54	68,93			
TiO ₂	0,16	0,29	0,82	0,21	0,21	0,22	0,29	0,21	0,19	0,63	0,47			
Al ₂ O ₃	5,27	6,61	20,12	5,36	5,40	5,88	6,84	5,97	5,49	10,75	14,36			
Fe ₂ O ₃	1,14	1,18	2,17	1,18	1,07	1,44	1,35	0,81	0,74	1,36	0,95			
FeO	1,65	1,88	3,63	1,38	1,33	1,54	1,88	1,83	1,17	3,19	3,32			
MnO	1,133	0,636	0,07	1,20	1,17	0,98	0,84	0,90	0,57	0,410	0,040			
MgO	1,61	1,18	2,95	1,29	1,62	1,16	1,80	1,24	0,75	0,81	3,08			
CaO	41,19	21,70	0,86	39,89	39,09	34,14	28,03	28,25	18,54	13,07	0,25			
Na ₂ O	0,99	1,62	1,51	0,88	1,18	1,22	1,36	1,17	1,22	2,27	2,64			
K ₂ O	0,74	1,14	3,78	0,98	0,80	0,97	1,24	1,04	1,03	1,96	1,85			
P ₂ O ₅	0,050	0,953	0,37	0,05	0,05	0,37	0,65	0,39	0,30	0,500	0,050			
CO ₂	31,46	17,56	0,19	28,97	28,78	24,63	23,17	24,61	15,91	8,14	0,02			
H ₂ O	0,38	0,71	0,50	0,35	0,36	0,30	0,56	0,49	0,14	0,32	0,45			
ППП	33,19	19,17	3,10	30,94	23,17	26,69	25,74	25,88	17,44	19,17	4,11			
Na ₂ O+K ₂ O	1,73	2,76	5,29	1,86	1,98	2,19	2,60	2,21	2,25	4,23	4,49			
ГМ	0,72	0,24	0,46	0,56	0,51	0,40	0,37	0,30	0,16	0,30	0,28			

3. Химический состав пород енганэпейской свиты и конкреций (в мас. %)

4. Нормативный минеральный состав пород (в об. %)

Marrowser		Кластерь	J	Составы вне кластеров										
минералы	I	II	III	5-16	5-20	5-22	5-18	5-6	5-3a	5-12	5-19			
Кварц	1,8	28,6	41,4	6,9	6,2	8,9	15,2	40,2	19,4	30,0	42,0			
Плагиоклаз	9,2(9)	15(9)	5,1(21)	8,4(13)	11,1(10)	15,5(9)	12,9(11)	11,4(8)	11,1(10)	12,8(9)	23,7(5)			
Ортоклаз	2,8	4,5	2,9	3,9	3,3	5,0	6,7	5,0	5,9	15,7	6,7			
Мусковит	2,4	3,4	27,5	2,4	1,6	0,8	1,3	1,6	0,8	5,4	6,4			
Хлорит	8,2	4,2	18,4	5,4	6,5	7,3	7,6	4,9	7,7	10,0	17,6			
Гематит	1,1	1,1	2,2	1,1	1,1	1,4	1,3	0,8	0,8	1,4	1,0			
Лейкоксен	0,2	0,4	1,0	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,8	0,6			
Апатит	_	2,2	0,9	_	_	0,9	1,6	0,6	0,9	1,2	_			
Кальцит	71,6	36,1	0,4	69,6	68,4	58,6	50,0	34,4	51,9	21,7	_			
Родохрозит	2,0	1,0	_	2,0	1,8	1,6	1,4	0,9	1,5	0,7	_			
Магнезит	_	2,5	_	_	_	_	1,6	_	_	_	_			

Примечание. В скобках дан номер плагиоклаза.

содержат значительно больше полевых шпатов и кварца (табл. 4) при вдвое меньшем, чем в кластере I, количестве кальцита (36,1%). С помощью рентгендифрактометрического анализа в породе из внешней части конкреции идентифицированы родохрозит – межплоскостные расстояния на дифрактограмме (Å, в скобках интенсивность) 3,67 (2), 2,86 (1), 1,785 (1), родонит – 2,93 (1), 2,8 (1), вернадит – 2,39 (1) и, предположительно, манганит – 3,80 (1), 2,70 (1).

Не вошедшие в кластер I два образца (5-16 и 5-20) глинисто-карбонатной породы из ядер конкреций незначительно отличаются от пород этого кластера большими содержаниями кварца и отсутствием виртуального магнезита. В трех образцах породы (образцы 5-18, 5-22, 5-3а), слагающей внешнюю карбонатную корочку конкреций, содержится более 50% кальцита. Два образца, представляющие сбой из зоны контакта конкреций и вмещающих их алевролитов, по составу близки к породам енганэпейской свиты (кластер III), от которых отличаются меньшей гидролизатностью и щелочностью.

На диаграмме выделяются две полосы тренда, на пересечении которых располагается кластер II, в который попали фигуративные точки глинисто-карбонатной породы из внешних частей конкреций. Левая линия отражает тенденцию увеличения доли карбонатов от переферических к центральным частям конкреций, правая – влияние вмещающих пород. По составу изученные конкреции можно отнести к фосфатно-марганцевому карбонатному типу, формирование которых произошло в результате раскристаллизации коллоидов в диагенетическую фазу образования осадка.

Пирит в отложениях енганэпейской свиты. В породах енганэпейской свиты часто присутствует новообразованный пирит – кубические кристаллы и скопления в виде фрамбоидов и мультифрамбоидов, обычно расположенных внутри округлых образований хлорита (рис. 4, А–Б).

Мультифрамбоиды состоят из сцементированных хлоритом фрамбоидов (см. рис. 4, В), сферическая поверхность которых образована октаэдрическими микрокристаллами (см. рис. 4, Г). Мультифрамбоиды имеют размеры 40–100 мкм, составляющие их фрамбоиды – 5-15 мкм, микрокристаллы в пределах фрамбоидов – 0,5-1,0 мкм. Состав пиритов (в мас. %): Fe 44,33–45,00, S 50,41–52,92. Микропримесей не обнаружено. Появление таких образований возможно при трансформации бактериальных колоний в результате взаимодействия биогенного сероводорода с железом глинистого осадка в застойных условиях в нелитифицированных иловых донных отложениях теплого мелководного бассейна [1, 2].

Проведенное изучение нескольких зерен фрамбоидальных и кубических пиритов на высокоразрешающем рамановском спектрометре HR800 (Horiba Jobin Yvon) с использованием встроенного Ar⁺ лазера (λ = 488 нм, мощность при регистрации спектров составляла 12 мВт) показало присутствие на поверхности зерен включений углеродного вещества (см. рис. 4, Д). В процессе регистрации спектров была задействована решетка спектрометра 600 ш/мм, размер конфокального отверстия составлял 300 мкм, щели – 100 мкм, объектив ×100 (размер анализируемой области образца 4 мкм). Время накопления сигнала – 1 секунда, количество измерений на одном участке спектрального диапазона – 10. Регистрация спектров осуществлялась при комнатной температуре.

В КР спектре образца 5-11-р3 зарегистрированы линии пирита (341, 376 см⁻¹) и полосы углеродного вещества (1205, 1354, 1485, 1596 см⁻¹). Полуширина D-полосы (1354 см⁻¹), составляет 126 см⁻¹, полуширина G-полосы (1596 см⁻¹) – 82 см⁻¹, что соответствует слабоупорядоченному углероду. Спектр КР углеродного вещества (см. рис. 4, Е) аналогичен неметармофизованному или слабо метаморфизованному углеродному веществу сланцев [24].

Обсуждение результов. Анализ петрохимических коэффициентов, используемых в качестве индикаторов при палеогеографических реконструкциях, показал наличие у изученных пород неоднозначно трактуемых признаков. В соответствии с критериями Я.Э.Юдовича и М.П.Кетрис [13], исходными осадками для образования алевролитов и аргиллитов являлись глинистые породы хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистого состава, «не связанные с корами выветривания», образование монтмориллонита в которых обусловлено разложением поступавших в бассейн седиментации вулканических пеплов. Однако показатель степени выветрелости обломочного материала (CIW), поступавшего в бассейн седиментации, достигает в верхней части разреза 98, что предполагает развитие на палеоводосборах коры выветривания, судя по значениям индекса химического выветривания (CIA>70), в условиях гумидного климата.

Проведенное рентгендифрактометрическое изучение установило присутствие в составе породы только мусковита и хлорита. Низкая степень метаморфизма углеродного вещества позволяет утверждать, что весь мусковит является обломочным. Поэтому вопрос об использовании данной диаграммы для диагностики состава глинистой фракции тонкозернистых обломочных пород применительно к подобным объектам пока остается открытым.

Соотношение K₂O/Al₂O₂ соответствует рециклированным отложениям, а значения титанового и алюминиевого модулей указывают на отсутствие в породах эксгалятивного материала. Обломочная часть была сформирована в условиях континента, на котором к тому времени существовала латеритная кора выветривания. Такой трактовке истории накопления енганэпейской свиты в принципе противоречат выводы, приведенные в работе Н.Б.Кузнецова и соавторов [5], проводивших изотопное датирование детритных цирконов из разреза енганэпейской свиты в 25 км севернее, в верховье р. Манюкуяха. Они указывают на присутствие в породах основания енганэпейской свиты заметного количества туфогенной примеси, а источниками позднерифейско-вендских цирконов, составляющих большую часть изученных зерен, считают комплексы островодужных образований протоуралид-тиманид. Одно зерно циркона из изученной ими выборки (48 шт.) имеет мезопротерозойский возраст - 1143+ +20 млн. лет. Присутствие цирконов такого возраста считается характерным признаком размыва древнего остова Балтики [9, 10]. Авторы полагают, что исследованную Н.Б.Кузнецовым и соавторами [5] популяцию цирконов из разреза на р. Манюкуяха следует считать частным случаем, характерным именно для данного географического пункта и данного интервала разреза.

Результаты изотопного датирования детритных цирконов из средней части разреза енганэпейской свиты на руч. Изъявож приведены в работе А.А.Соболевой и соавторов [20]. В выборке из 94 цирконов 22 зерна имеют мезопротерозойский (1021–1565 млн. лет) и 9 зерен – палеопротерозойский (1618–1877 млн. лет) возраст, то есть древние цирконы составляют 33% от изученного количества зерен.

Таким образом, влияние позднерифейско-вендских вулканитов по мере накопления толщи енганэпейской свиты постепенно уменьшалось, и, соответственно, увеличивался вклад рециклированных обломков. Для верхней части полуторакилометрового разреза основным источником обломочного материала был палеоконтинент, а вулканомиктовая составляющая имела подчиненное значение.

В заключение отметим, что в изученном разрезе зоны межформационного контакта уралид/доуралид



Рис. 4. Пирит из пород енганэпейской свиты:

А – линзовидное, обр. 5-3; Б – округлое, заключенное в хлорит-серицитовом матриксе, обр. 10; В – мультифрамбоид, обр. 5-4-1; Г – фрамбоид, сложенный октаэдрическими микрокристаллами, заключенный в хлоритовом матриксе, обр. 5-4-1; Д – углерод на поверхности кубического кристалла пирита обр. 65-11-р3; Е – спектр комбинационного рассеяния углерода, обр. 5-11-р3

отложения енганэпейской свиты формировались в застойной восстановительной обстановке и крайне мелководного морского бассейна в присутствии органического вещества с неактивной гидродинамикой и стабильными тектоническими условиями. Периоды незначительного углубления бассейна сопровождались накоплением глинисто-карбонатных железомарганцевых конкреций, окончательное формирование которых проходило в диагенетическую фазу образования осадка.

Результаты авторских исследований не подтверждают ют представления, согласно которому отложения енганэпейской свиты являются вулканомиктовой молассой (П.Е.Попов и др., 2005).

Авторы считают, что породы енганэпейской свиты имеют поликомпонентный состав и в их формировании принимали участие несколько источников обломочного материала. Одним из источников продолжали оставаться подстилающие вулканогенно-терригенные отложения бедамельской свиты, влияние которых наиболее проявлено в нижней части разреза енганэпейской свиты. Поступление незначительного количества вулканогенного материала, связанного с внедрением габбро и диоритов поздневендского кызыгейского комплекса, продолжалось в течение всего времени накопления толщи. Основную роль в формировании состава пород енганэпейской свиты играли переотложенные, в том числе коровые, образования размываемого древнего континента, а количество обломков подстилающих и близких по возрасту вулканитов уменьшалось по мере накопления осадочной толщи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Астафьев М.М., Розанов Ю.А., Хувер Р. Фрамбоздры: их структуры и происхождение // Палеонтологический журнал. 2005. № 5. С. 3–9.
- Берберьян Т.К. Фрамбоидальный пирит в месторождениях углеродисто-сланцевых формаций (Кизилдере, Филизчай) / Проблемы геологии, полезных ископаемых и экологии юга России и Кавказа. Новочеркасск: Набла, 1999. Т. 1. С. 203–205.
- Дембовский Б.Я. Структурно-фациальная зональность и покровы Полярного Урала и Пай-Хоя // Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 1985.
- 4. Душин В.А. Раннепалеозойский магматизм миогеосинклинальной области Полярного Урала // Советская геология. 1986. № 4. С. 99–110.
- Кузнецов Н.Б., Куликова К.В., Удоратина О.В. Структурные особенности протоуралид поднятия Енганэ-Пэ (Полярный Урал) как отражение кембрийской коллизии Балтики и Арктиды / Докл. РАН. 2007. Т. 415. № 1. С. 77–82.
- Македонов А.В., Зарицкий П.В. Значение конкреций для фациального и формационного анализа, корреляции осадочных толщ и поисков месторождений полезных ископаемых // Конкреции и конкреционный анализ. – М.: Наука, 1977. С. 18–32.
- 7. Никулова Н.Ю. Базальные горизонты уралид севера Ура-

ла. - Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013.

- Новые данные по стратиграфии верхнего протерозоя и нижнего палеозоя западного склона севера Урала / Б.Я.Дембовский, З.П.Дембовская, М.Л.Клюжина, В.А.Наседкина. – Свердловск: УрО АН СССР, 1988.
- Первые результаты изотопного датирования детритных цирконов из кластогенных пород комплексов протоуралид-тиманид: вклад в стратиграфию позднего докембрия поднятия Енганэ-Пэ (запад Полярного Урала) / Н.Б.Кузнецов, Л.М.Натапов, Е.А.Белоусова и др. // Докл. РАН. 2009. Т. 424. №. 3. С. 363–368.
- Первые результаты U/Pb датирования детритных цирконов из раннепалеозойских и девонских песчаников Южного Приладожья / Н.Б.Кузнецов, С.Ю.Орлов, Е.Л.Миллер и др. // ДАН. 2011. Т. 438. № 6. С. 787–793.
- Розен О.М., Журавлев Д.З., Ляпунов С.М. Геохимические исследования осадочных отложений Тимано-Печерской провинции // Разведка и охрана недр. 1994. № 1. С. 18–21.
- Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. – М.: Наука, 1976.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. С-Пб: Наука, 2000.
- Юдович Я.Э., Махлаев Л.В. Кетрис М.П. Минералогические особенности ультракалиевого базальтоида с хребта Енганэ-Пэ, Полярный Урал // Минераловедение и минералогенезис. – Сыктывкар, 1988. С. 34–40.
- Bostrom K. The origin and fate of ferromanganoan active ridge sediments // Stockholm Contrib. geol. 1973. Vol. 27. No. 2. Pp. 148–243.
- Cox R., Lowe D.R. Controls of sediment composition on a regional scale: a conceptual review / J. Sed. Res. 1995. Vol. A65. Pp. 1–12.
- Cox R., Lowe D.R., Cullurs R.L. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States // Geochim. Et Cosmochim. Acta. 1995. Vol. 122. Pp. 77–98.
- Harnois L. The CIW index: a new chemical index of weathering // Sed. Geol. 1988. Vol. 55. No. 3/4. Pp. 319–322.
- Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log date // J. Sed. Petrol. 1988. Vol. 58. Pp. 820–829.
- Magmatic source rocks for late Neoproterozoic-early Cambrian of the Enganepe Uplift, western Polar Urals / A.A.Soboleva, O.V.Udoratina, E.L.Miller et al. // abstracts AGU-2010/2010 AGU Fall meeting 13–17 December. – San Francisco, California, USA. Vol. 31A–2134.
- Moor B.R., Dennen W.H. A geochemical trend in siliconaluminum-iron rations and the classification of clastic sediments // Journ. of sediment. Petrol. 1970. Vol. 40. № 4. Pp. 1147–1152.
- 22. *Nesbitt H.W., Young G.M.* Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of litite // Nature. 1982. Vol. 2999. Pp. 715–717.
- Visser J.N.J., Young G.M. Major element geochemistry and paleoclimatology of the Permo-Carboniferous glaciogene Dwyka Formation and post-glacial mudrocks in Southern Africa // Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. 1990. Vol. 81. Pp. 49–57.
- Wopenka B., Pasteris J.D. Structural characterization of kerogens to granulite-facies graphite: Applicability of Raman microprobe spectroscopy // American mineralogist. 1993. Vol. 78. Pp. 533–557.