

УДК 552.5.08:551.72/.732.2(571.56)

Шибина Т.Д., Кушмар И.А., Кляровская А.В.Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vnigri.ru

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РИФЕЙ-НИЖНЕКЕМБРИЙСКИХ ПЕСЧАНЫХ И ГЛИНИСТЫХ ПОРОД В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПРЕДПАТОМСКОГО ПРОГИБА

Аналитическими исследованиями обстановок осадконакопления, состава и коллекторских свойств терригенных пород, а также минеральных и экранирующих особенностей глин предварительно оценены условия нефтегазоносности рифей-нижнекембрийской толщи в центральной и восточной части Предпатомского прогиба. В результате корреляции кумулятивных кривых построена динамогенетическая диаграмма. По ней получена предварительная информация об условиях седиментации терригенных пород, выделены морские фацции и фацции побережий. Проведено минералогическое изучение глинистых пород. Анализы позволили провести оценку емкостно-фильтрационных свойств терригенных и глинистых пород.

Ключевые слова: Предпатомский прогиб, гранулометрический состав, минеральный состав, фацции, условия седиментации, рифей, венд, нижний кембрий.

Предпатомский прогиб на юго-востоке Сибирской платформы является одним из структурных элементов Байкало-Патомского региона. В настоящее время основные геологоразведочные работы сосредоточены в Нюйско-Джербинской, Берёзовской впадинах и на Сунтарском своде региона, где в последние годы открыт целый ряд мелких и крупных месторождений: Отраднинское – газовое, Алинское – нефтегазовое, Вилуйско-Джербинское – газовое, а также такие гигантские, как Чаяндинское – нефтегазоконденсатное и Верхне-Вилучанское – нефтегазовое. В Предпатомском прогибе, рассматриваемом многими геологами в числе основных нефтеносных объектов Восточной Сибири, нефтепоисковые исследования до настоящего времени не пользуются должным вниманием.

В этой связи изучение условий формирования мощной рифей-нижнекембрийской осадочной толщи прогиба, в частности коллекторских свойств пород, может служить дополнительным обоснованием геологоразведочных работ на нефть и газ в этом регионе.

Анализировался каменный материал, собранный геологами ФГУП «ВНИГРИ» С.В. Головиным, С.М. Гильдиным, О.В. Аркадьевой, К.В. Лободой, Е.А. Губиной по разрезам естественных геологических обнажений на реках Лене и Большой Патом, в пределах центральной и восточной частей Предпатомского прогиба (рис. 1).

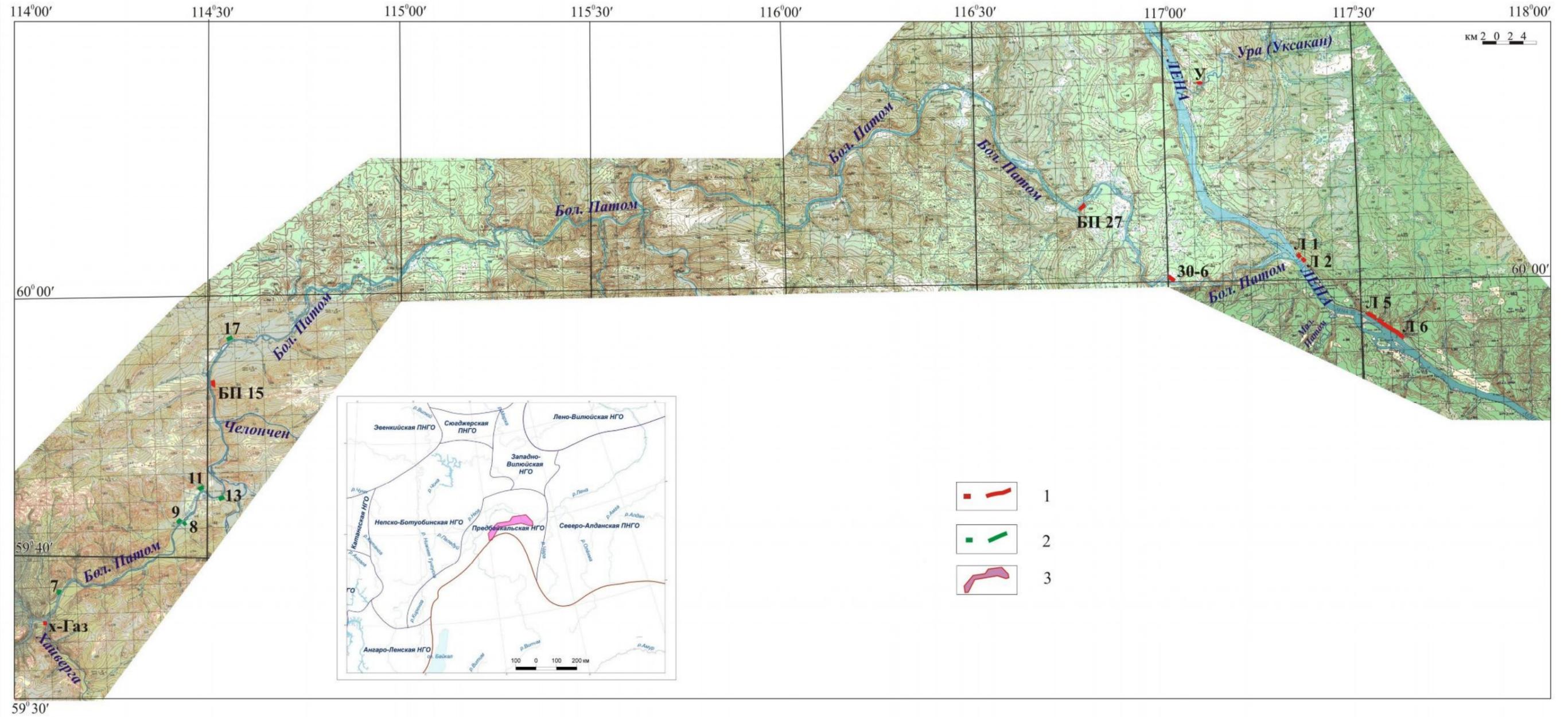


Рис. 1. Обзорная схема расположения обнажений Центральной и Восточной части Предпатомского прогиба

1-2 - обнажения с отбором образцов: 1 - коллекция Аркадьевой О.В., Гильдина С.М., 2 - коллекция Головина С.В.; 3 - изучаемый район Предпатомского прогиба.

Анализ образцов проводился с целью выяснения вертикальной и латеральной изменчивости осадочных тел, условий их формирования, уточнения стратиграфической полноты изучаемого разреза, а также для изучения геологического строения, истории эволюции осадконакопления и нефтегазоносности Предпатомского бассейна. Было установлено, что вскрытая толща по возрасту, вероятно, принадлежит рифей-нижнекембрийскому комплексу. По литологическим признакам эта толща разделена на ряд свит, возраст и границы которых иногда требуют уточнения. Изученные разрезы позволили проследить изменчивость строения толщи. Она представлена двумя частями: нижняя – маломощная терригенная часть рифейского возраста, и перекрывающая её верхнерифейско-нижнекембрийская карбонатная часть толщи, в разрезе которой отмечаются маломощные прослои песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Фрагментарность коллекции терригенных пород в отсутствии послыонных разрезов рифей-нижнекембрийской толщи ограничивали выбор направлений исследований и определили преимущественное использование аналитических методов. Среди разнообразных методов аналитических исследований нами были выбраны гранулометрический и рентгено-структурный анализы, используемые в литолого-палеогеографических реконструкциях, а также при минералогическом анализе глинистых пород.

Гранулометрический состав терригенных пород рифей-нижнекембрийских отложений Предпатомского прогиба исследовался с целью оценки структуры песчаных пород, что было необходимо для палеодинамических реконструкций и оценки генезиса осадков. Гранулометрический анализ выполнялся в соответствии с инструкцией № 38 «19-фракционный ситовой гранулометрический анализ на просеивающем сепараторе СПЭ», утвержденной Научным советом по методам минералогических исследований НСОММИ (ВИМС). Использовались контрольные сита фирмы RETSCH (Германия). Рассев выполнялся на просеивающей машине AS-200 (фирма RETSCH, Германия). Взвешивание производилось на лабораторных весах LP 620S (фирма SARTORIUS), соединенных интерфейсом с персональным компьютером. Обработка результатов взвешивания осуществлялась по программе «Granulo–ВСЕГЕИ».

Для проведения гранулометрического анализа по 16 образцам использовался ситовой 21-фракционный анализ, результаты которого представлены в таблицах по каждому образцу. Далее проводилась обработка полученных результатов согласно эмпирическому полигону расчетов. Возраст пород по изученным образцам приведен в табл. №1.

Таблица 1

Стратиграфическая привязка гранулометрических образцов

№ обр. / № обн.	Свита	Система, отдел
153 / Л6	Лимпейская	Нижний кембрий
150 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
149 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
148 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
146 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
142 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
96 / БП 27	Нохтуйская	Нижний кембрий
55 / БП 15	Тинновская	Верхний венд
93 / БП 27	Тинновская	Верхний венд
100 / Л1	Тинновская	Верхний венд
102 / Л2	Жербинская	Верхний венд
128 / Л6	Тэрбэсская	Верхний венд
110 / Л5	Ченченская	Нижний венд
10 / У	Уринская (Валюхтинская)	Нижний венд
15 / х-ГАЗ	Хайвегинская	Верхний рифей
65 / 30-6	Джемкуканская	Средний рифей

Аналитический метод расчета гранулометрического состава пород позволил осуществить построения кумулятивных кривых, которые отражают гранулометрический состав образцов. Наиболее простым является метод, получивший название «метод квартилей», являющийся основой для дальнейших расчетов. На нём базируются результаты интерпретации палеодинамических реконструкций.

Для получения квартилей предварительно строились кумулятивные кривые для каждого из 16 исследованных образцов, а затем через ординаты, отвечающие 25, 50 и 75 %, проводились горизонтальные линии до пересечения их с кумулятивной кривой. Все виды статистической обработки для каждого из образцов отражены в табл. 2а, б и на рис. 2. Аналогичные таблицы и кумулятивные кривые гранулометрической зрелости осадка были построены для всех 16 образцов. В табл. 2а, б приводятся фактические и расчётные данные распределения зёрен (по косвенному счёту), на рис. 2 представлены графические изображения результатов гранулометрического анализа в виде кумулятивных кривых по двум видам модальности. Точки, полученные при пересечении перпендикуляров оси абсцисс с кумулятивной кривой, являются исходными для расчета гранулометрических коэффициентов. Абсцисса, отвечающая ординате 25 % и лежащая в области больших размеров, называется третьей квартилью Q₃; отвечающая ординате 50 % – второй квартилью, или медианой Md; отвечающая ординате 75 % – первой квартилью Q₁. Распределение квартилей оценивается тремя параметрами: 1) медианой Md;

2) коэффициентом сортировки $S_o = \sqrt{Q_3 / Q_1}$; 3) коэффициентом асимметрии $A = Q_1 - Q_3 / Md^2$. Полученные расчетные данные по каждому из образцов концентрировались в 32 таблицах и на кривых дифференциального распределения как для всего образца, так и песчаной части (48 графиков). Эти 48 графиков и 32 таблицы использовались как рабочий материал и в статье не приводятся.

Таблица 2а

Данные фракционного расчета (обр. 148 обн. Л6)

Фракции, мм	Средняя фракция, мм	Весовые данные всей пробы			Весовые данные песчаной части	
		вес, гр	нормированный вес, %	накопленный вес, %	нормированный вес, %	классификация песка
>2,500	2,75	0,051	0,06	0,06		
2,500-2,000	2,25	0,122	0,13	0,19		
2,000-1,600	1,80	0,131	0,14	0,34	0,29	2,44
1,600-1,250	1,43	0,259	0,29	0,62	0,57	
1,250-1,000	1,13	0,712	0,79	1,41	1,58	
1,000-0,800	0,90	2,246	2,48	3,89	4,98	26,62
0,800-0,630	0,72	4,235	4,68	8,57	9,40	
0,630-0,500	0,57	5,516	6,10	14,67	12,24	
0,500-0,400	0,45	7,276	8,04	22,71	16,14	38,31
0,400-0,315	0,36	5,246	5,80	28,51	11,64	
0,315-0,250	0,28	4,746	5,25	33,75	10,53	
0,250-0,200	0,23	3,383	3,74	37,49	7,51	21,35
0,200-0,160	0,18	2,860	3,16	40,65	6,35	
0,160-0,125	0,14	2,316	2,56	43,21	5,14	
0,125-0,100	0,11	1,066	1,18	44,39	2,37	
0,100-0,080	0,09	1,425	1,57	45,96	3,16	11,27
0,080-0,063	0,07	1,805	1,99	47,96	4,00	
0,063-0,050	0,06	1,850	2,04	50,00	4,10	
0,050-0,040	0,05	2,200	2,43	52,43		
0,040-0,010	0,03	17,380	19,21	71,64		
<0,010	0,01	25,660	28,36	100,00		
	Сумма	90,48	100,00		100,00	

Таблица 2б

Расчетные данные гранулометрического состава (обр. 148 обн. Л6)

Весь образец				
Параметр	мм	гамма	Ф	
Медиана Md	0,06	12,48	4,15	
Песчаная часть (2,00-0,05 мм)				
Параметр	Метод моментов			по Фолку-Варду
	мм	гамма	Ф	гамма
Медиана, Md	0,41	3,85	1,28	4,39
Среднее, Ma	0,40	5,02	1,67	4,92
Стандартное откл., σ	0,26	3,30	1,09	3,36
Асимметрия, A	1,22	0,59		0,28
Эксцесс, E	2,63	-0,28		1,06
Энтропия относ., Hr	0,90			

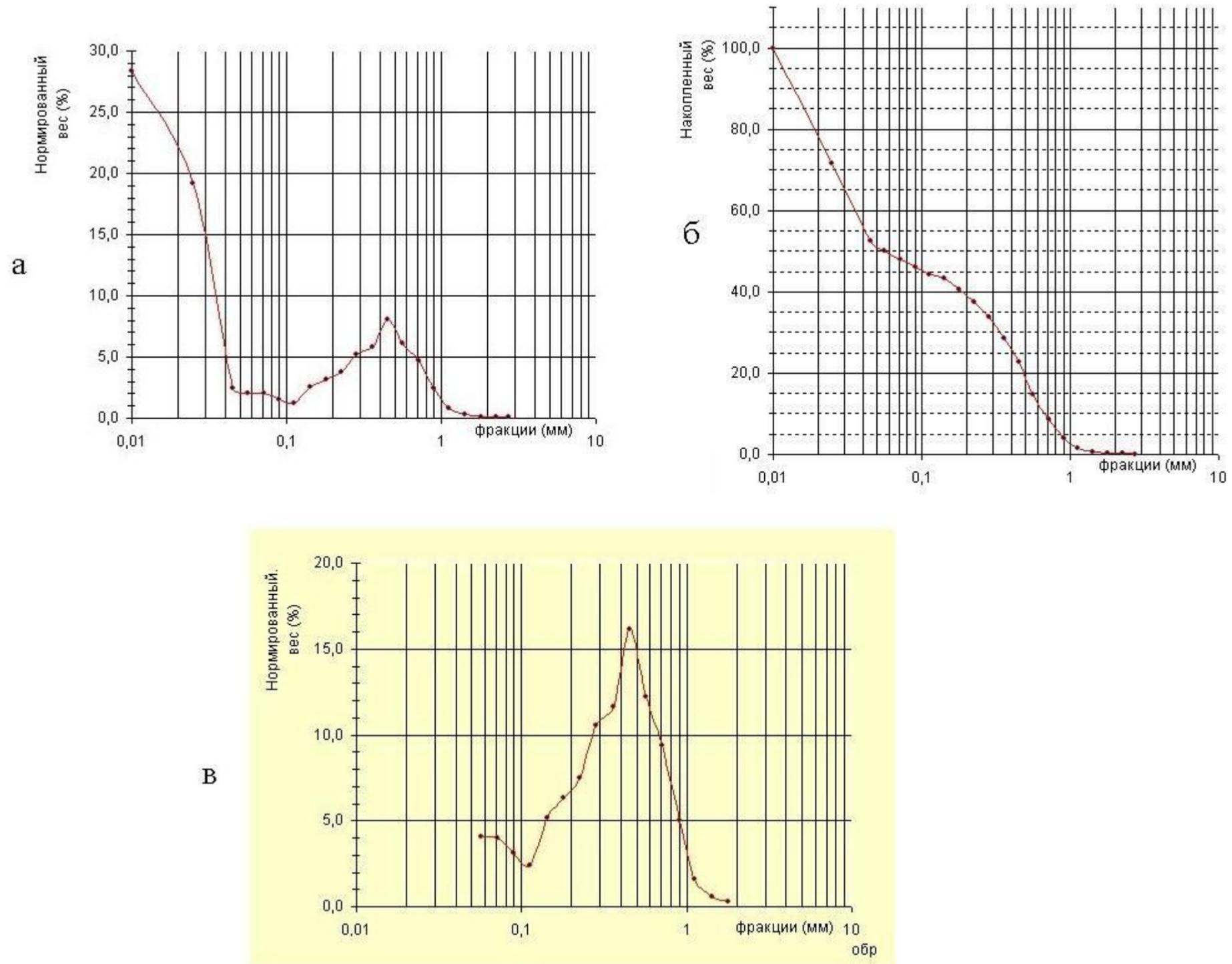


Рис. 2. Кумулятивные кривые фракционного состава терригенных пород рифей-нижнекембрийской толщи

а – дифференциальное распределение обр. 148 обн. Лб; б – интегральная (кумулятивная) кривая обр. 148 обн. Лб; в – дифференциальное распределение (песчаная часть) обр. 148 обн. Лб.

Дальнейшая интерпретация результатов гранулометрического анализа терригенных пород строилась именно на указанных выше параметрах, которые наиболее чётко отражают природные процессы, происходящие в среде седиментации.

1) Медиана – это 50 % по оси ординат, которая делит совокупность выборки на две равные части: половина зерен которой по размеру являются более крупными, а другая половина – более мелкими.

2) Построенная для определения коэффициента сортировки кривая показывает степень отсортированности исследуемых образцов по градации значений стандарта, предложенной Р.Л. Фолком [Гроссгейм и др., 1984]. На рис. 3 все исследуемые образцы попадают в градацию очень плохой и чрезвычайно плохой отсортированности.

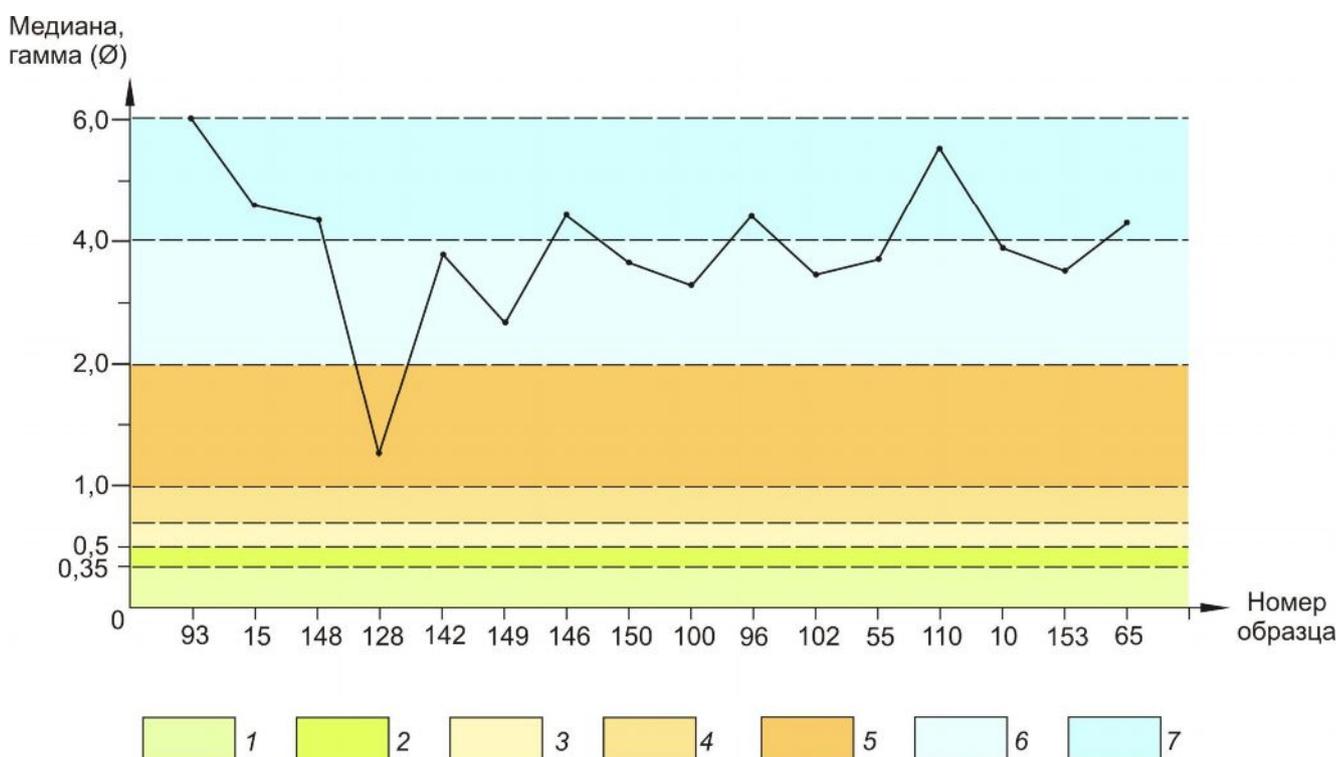


Рис. 3. Дифференциальное распределение значения медианы, показывающее степень отсортированности осадков по Р.Л. Фолку [Гроссгейм и др., 1984]

1 - очень хорошая <0,35 Ø; 2 - хорошая 0,35-0,5 Ø; 3 - средняя 0,5-0,71 Ø; 4 - слабая 0,71-1,0 Ø; 5 - плохая 1,0-2,0 Ø; 6 - очень плохая 2,0-4,0 Ø; 7 - чрезвычайно плохая > 4,0 Ø.

В качестве показателя сортированности отложений использовалась относительная энтропия (Нг). Наименьшие значения отмечаются для морских побережий (0,3), затем идут осадки континентальных фаций (0,6) и наибольшее значение характерно для донных морских акваторий (0,8) песков морских побережий. Согласно значениям относительной энтропии, полученной из таблиц для всех образцов, а также для каждого образца

коэффициента вариации H_g – большая часть плохо сортированных отложений со значениями от 0,86 до 0,96 являются отложениями донных осадков морских акваторий.

3) Коэффициент асимметрии A используется для расшифровки условий седиментации. Он определяется по кривизне и зависит от роли конечных участков кривой распределения согласно расчетным формулам. Для Предпатомского прогиба кривая положительной асимметрии гранулометрического состава свыше 1 свидетельствует о том, что в условиях седиментации существенную роль играли разные фракции от мелкой до крупной (обр. 93 обн. БП 27 – $A=1,01$; обр. 15 обн. х-ГАЗ – $A=1,24$; обр. 148 обн. Л6 – $A=1,22$; обр. 150 обн. Л6 – $A=1,14$; обр. 100 обн. Л1 – $A=1,05$; обр. 102 обн. Л2 – $A=1,13$; обр. 110 обн. Л5 – $A=1,28$; обр. 65 обн. 30-6 – $A=1,26$), а данные около 0,23 – обр. 153 обн. Л6 и 0,33 – обр. 10 обн. У – свидетельствуют о более крупных осадках, включающих гравийные зёрна. Наименьшие средние значения асимметрии, близких к нулю, встречаются в гранулометрическом составе песков морских пляжей, дюн, осадков континентов и дна морских акваторий (фациальная принадлежность которых определена по коэффициенту сортировки).

По нашим данным картина распределения средних значений асимметрии не имеет нулевых и отрицательных значений, только положительные, что свидетельствует о развитии песков вдоль морских побережий.

Фациальные обстановки седиментации прежде всего устанавливаются через характер и энергию динамических сил среды седиментации. Обычно применяется динамогенетическая диаграмма асимметрия-эксцесс по результатам дробного гранулометрического анализа, с помощью которой оценивается и проводится реконструкция обстановок осадконакопления.

Г.Ф. Рожковым была предложена эталонная динамогенетическая диаграмма асимметрия-эксцесс, позволяющая опосредованно через характер и энергию динамических сил определять обстановки осадконакопления [Рожков, 1978].

Нами на эталонную диаграмму были нанесены точки-пробы определений асимметрии и эксцесса, которые заняли различные динамические поля диаграммы (рис. 4). Примерно с равным числом попаданий точек-проб оказались поля диаграммы IV и V, тогда как единичные попадания точек-проб отмечаются в двух полях – VII и VI. Следует отметить, что выборка проб гранулометрического анализа для отложений Предпатомского прогиба невелика – 16 определений.

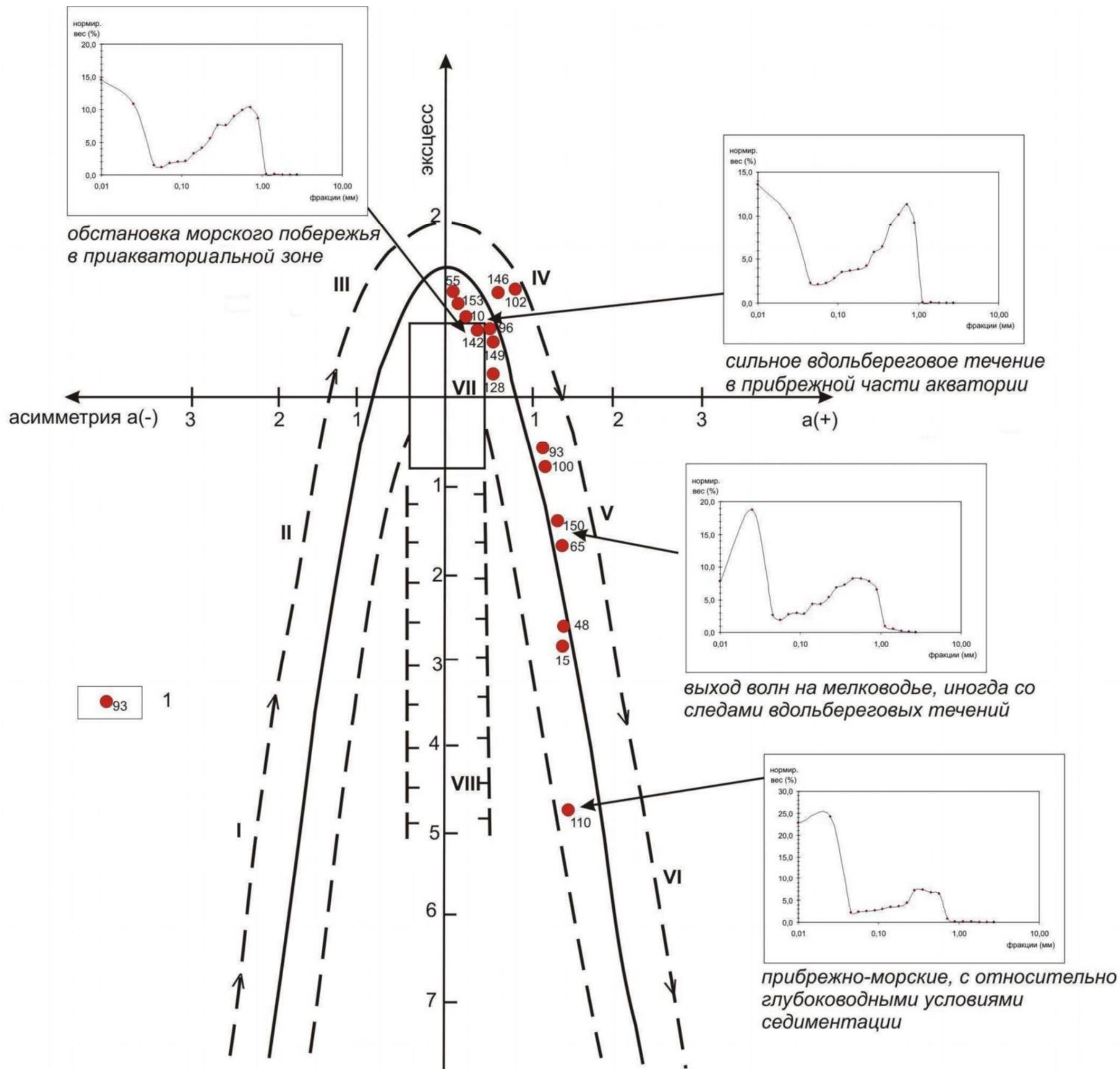


Рис. 4. Фациальное распределение точек-проб рифей-нижнекембрийских отложений Предпатомского прогиба по значениям асимметрии и эксцесса (по методу Г.Ф. Рожкова, 1978)

I – проба с номером образца (обр. №№ 128, 142, 146, 148, 149, 150, 153 – обн. Л6; обр. № 100 – обн. Л1; обр. № 102 – обн. Л2; обр. № 110 – обн. Л5; обр. № 55 – обн. БП15; обр. №№ 93, 96 – обн. БП27; обр. № 10 – обн. У; обр. № 15 – обн. х-ГАЗ; обр. № 65 – обн. 30-6).

Однако материал лабораторных определений показывает, что полученные точки-пробы асимметрии и эксцесса опосредованно указывают на возможность выделения отдельных полей со следующими обстановками осадконакопления:

1) поле диаграммы VII – обстановка морского побережья в приэкваториальной зоне с фациями пляжей и речных выносов, представленная песчаником средне-крупнозернистым с единичными гравийными зёрнами;

2) поле IV – обстановки прибрежной части акватории с господствующим вдольбереговым течением, данное поле среди всех выделенных полей содержит максимальное количество образцов из обн. Л2, Л6, БП15, БП27, У, породы представлены гравелитами и различными по зернистости песчаниками с преобладанием крупнозернистой фракции;

3) поле V – осадки динамических морских мелководий с активным действием волн (волнений), иногда со следами вдольбереговых течений. Сюда попадает заметное количество образцов из обн. Л6, Л1, 30-6, X-ГАЗ, породы временами недостаточно отсортированы - в равных количествах содержат мелкую, среднюю и крупную фракции, тогда как в породах обн. Л6 и Л1 преобладают средне-крупнозернистые песчаники;

4) поле VI – представлено более тонкозернистыми отложениями из обн. Л5, которые свидетельствуют о слабом углублении обстановок седиментации. Отложения представлены алевролитовыми песчаниками с отчетливым воздействием энергии волн. По данным петрохимического анализа песчаники преимущественно кварцевого и олигомиктового состава.

Фациальная принадлежность рифей-нижнекембрийских отложений, определенная по динамогенетическим признакам структурных компонентов терригенных пород, оказывается различной. Границы между фациальными полями изученных пластов проведены с некоторой долей условности, так как они могут частично перекрываться в связи с близкими генетическими и структурно-текстурными признаками, указывающими на схожесть процессов формирования осадка.

С определённой долей условности можно наметить следующий фациально-стратиграфический ряд осадков, образованных в пределах изученной части Предпатомского прогиба:

- 1) средний и верхний рифей – осадки формировались при выходе волн на мелководье;
- 2) нижний венд – осадки формировались в прибрежно-морских условиях с сильными вдольбереговыми течениями;

3) верхний венд – осадки, как и в верхнем рифее, формировались в условиях выхода волн на побережье (возможно, фация пляжей);

4) нижний кембрий – отличается полифациальным формированием отложений с осадконакоплением от обстановок приморской зоны побережий до сугубо морских обстановок, маркированных признаками сильных течений.

В дальнейшем при использовании более комплексного изучения исследуемых отложений и большего числа проб возможно некоторое уточнение и корректировка выделенных обстановок.

Таким образом, пробы из обнажений рифей-нижнекембрийской толщи центральной и восточной части Предпатомского прогиба показали, что они попадают в различные динамогенетические поля диаграммы.

Изучение и анализ гранулометрического состава рифей-нижнекембрийских отложений Предпатомского прогиба позволил достоверно провести оценку частоты встречаемости тех или иных фракций, определить отсортированность осадков, асимметрию, эксцесс, энтропию и другие параметры, а также построить кумулятивные кривые фракционного состава. Все эти данные в комплексе позволили предварительно определить обстановки осадконакопления в центральной и восточной частях Предпатомского прогиба.

Характеристика факторов осадконакопления показала необходимость оценки латерального распространения терригенных пород, что обычно учитывается при прогнозе их нефтегазоносности.

Оценка нефтегазоносности проводится в том числе на основании выделения в изучаемых разрезах пород-коллекторов, пород-покрышек и нефтепроизводящих толщ. Рассмотрим фильтрационно-емкостные свойства исследуемых нами терригенных пород. Большую роль при оценке коллектора играют значения асимметрии и эксцесса. Так, при отрицательном значении асимметрии и положительном эксцессе отмечается заметное улучшение коллекторских свойств, и наоборот, при отрицательном значении эксцесса и положительной асимметрии наблюдается их резкое ухудшение [Рожкова, Ким, 1973]. Поскольку, как отмечалось ранее, асимметрия для всех изученных образцов имеет только положительное значение, а эксцесс как положительное, так и отрицательное, особенно при чрезвычайно плохой отсортированности пород, давать заключение о благоприятных условиях развития пород-коллекторов достаточно затруднительно. Известно, что повышение гранулометрического уровня песчаников при хорошей отсортированности осадка приводит к увеличению пористости и проницаемости. Однако нередко четкая связь между

гранулометрическим составом пород и их пористостью отсутствует. Это объясняется прежде всего влиянием наложенных процессов, способных изменять первичную пористость, а также составом и типом цементации. Только комплексное изучение условий формирования и эпигенетических изменений осадка позволяет прогнозировать развитие гранулярного коллектора высокого класса. Можно только отметить, что по первичному гранулометрическому составу качество пород-коллекторов на изученной территории определяется как низкое.

Для того чтобы определить состав глинистых отложений, было необходимо провести изучение породообразующих минеральных компонентов, установить их литологические особенности в составе изучаемой толщи.

Диагностика тонкодисперсных минералов осуществлялась по 14 образцам, стратиграфическая приуроченность которых представлена в табл. 3.

Таблица 3

Стратиграфическая привязка образцов - глин

№ обр. / № обн.	Свита	Система, отдел
32 Г / 17	Нохтуйская	Нижний кембрий
96 / БП 27	Нохтуйская	Нижний кембрий
150 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
149 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
142 / Л6	Нохтуйская	Нижний кембрий
55 / БП 15	Тинновская	Венд
93 / БП 27	Тинновская	Венд
110 / Л5	Ченченская	Венд
23 Г / 13	Никольская	Венд
30 / 8	Никольская	Венд
20 Г / 11	Валюхтинская	Верхний рифей
17 Г / 9	Валюхтинская	Верхний рифей
15 Г / 8	Валюхтинская	Верхний рифей
12 Г / 7	Джемкуканская	Средний рифей

Для исследования использовался метод количественного рентгенофазового анализа, который проводился на рентгеновском дифрактометре ДРОН-6, оснащенный рентгеновской трубкой с Со-анодом и графитовым монохроматором с длиной волны $\lambda=1,79021\text{Å}$, при напряжении $U=35\text{kV}$ и силе тока $I=25\text{mA}$, в диапазоне от 5 до 75° по шкале 2Θ .

Обработка дифрактограмм препаратов образцов проводилась с помощью программы «Метод Ритфелда», входящей в программный пакет PDWin-4.

Результаты проведенного исследования показаны на рис. 5.

Сопоставлением диаграмм процентного содержания минеральных компонентов исследуемых глинистых (тонкодисперсных) пород установлено, что среди них преобладает хлорит и иллит. Наряду с ними присутствует целый ряд других минералов карбонатных, обломочных и метаморфических пород, которые концентрируются во фракции меньше 0,01 мм. На диаграммах расположены обособленные поля разнотипных минералов, соответствующие процентному содержанию каждого из них от массы анализируемого образца. В образцах соотношения различных минеральных компонентов указывают на переход от чисто глинистых минералов – хлорита, иллита к метасиликатам, замыкающим ряды диаграмм. Процентные содержания минеральных компонентов колеблются в следующих пределах: хлорит $5\pm 3\%$ – $23\pm 4\%$; иллит $6\pm 2\%$ – $50\pm 5\%$; кварц $2\pm 1\%$ – $48\pm 5\%$; полевой шпат 1% – $12\pm 3\%$; кальцит $0-25\pm 3\%$; доломит $0-77\pm 5\%$; амфибол $0-78\pm 5\%$.

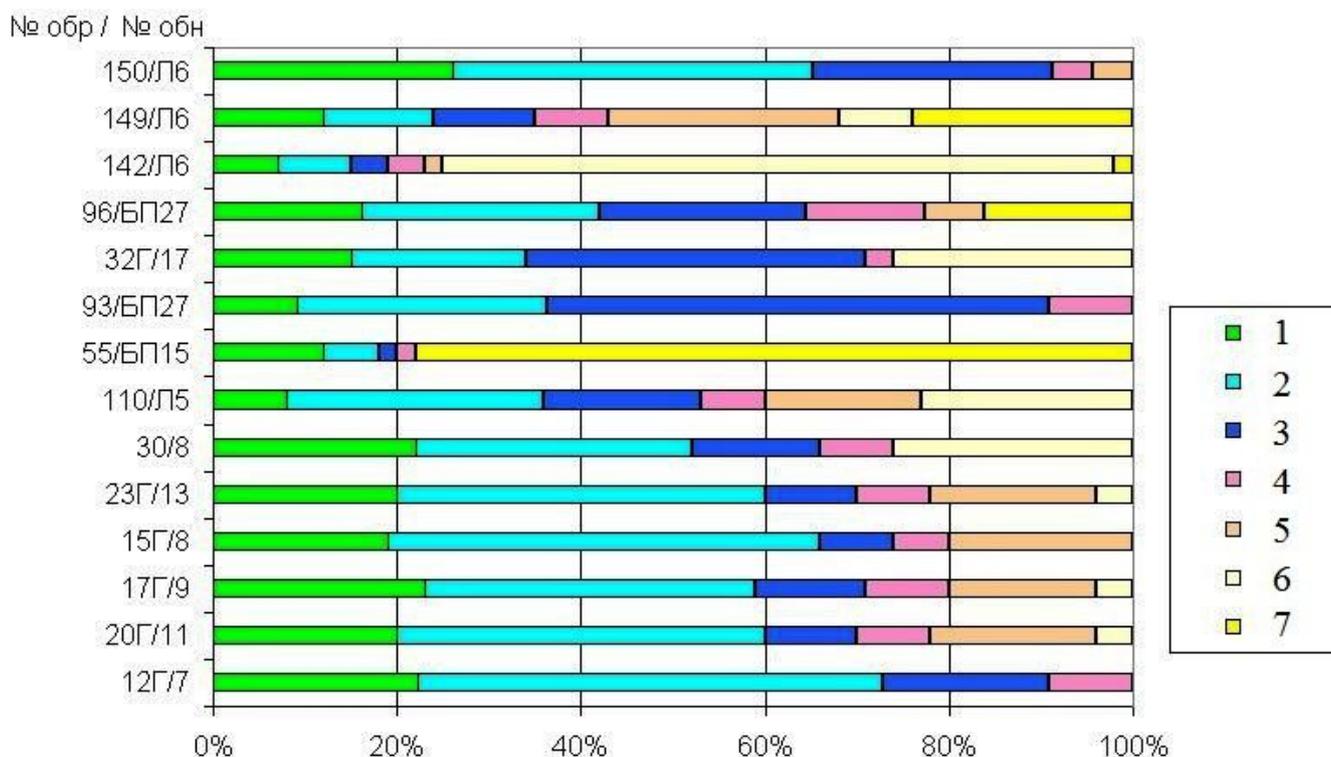


Рис. 5. Диаграмма минерального состава глинистых рифей-нижнекембрийских отложений Предпатомского прогиба

1 – хлорит; 2 – иллит; 3 – кварц; 4 – полевой шпат; 5 – кальцит; 6 – доломит; 7 – амфибол.

В соответствии с приуроченностью минеральных полей, отвечающих различным образцам из рифей-нижнекембрийских отложений Предпатомского прогиба, можно сделать вывод, что среди тонкодисперсных пород в изучаемом разрезе присутствуют не только отложения глинистого, глинисто-кремнистого, карбонатно-глинистого состава, но и в заметном количестве доломитовые мергели и существенно реже хлорит-амфиболовые

сланцы. Перечисленные типы пород принципиально отличаются по минеральному составу, по структуре слагающих их зёрен и по особенностям генезиса.

В изученных разрезах Предпатомского прогиба не прослеживаются регионально-выделенные аргиллиты; они слагают уплощенные линзы, латерально разобщенные между собой и имеющие различную мощность в пределах отдельных свит.

На рис. 5 по вертикальной оси ординат изучаемые образцы выстроены по возрасту отложений (от рифейского до нижнекембрийского). Резко выделяется обр. № 55, приуроченный к тинновской свите верхнего венда, которая сменяется нохтуйской свитой нижнего кембрия. Этот образец содержит повышенное содержание амфибола до 78-83 % и хлорита и диагностируется как хлорит-амфиболовый сланец. Появление этих пород в осадочной толще косвенно свидетельствует о изменении физико-химических условий осадкообразования. Они прежде всего могут быть связаны с перерывом в осадконакоплении.

Как было показано результатами гранулометрического анализа, в верхнем венде и на границе венда и нижнего кембрия происходила смена фаций от прибрежно-морских до континентальных. В кембрийском разрезе встречаются разнотипные тонкодисперсные осадки, в том числе мергели, накопление которых происходило как в областях мелководья, так и в континентально-речных, авандельтовых обстановках.

Рассмотрим глинистые породы с позиции их экранирующих свойств. В изученных разрезах Предпатомского прогиба глинистые породы в основном имеют сравнительно небольшую мощность, меньшую чем пласты терригенных пород. В терригенном разрезе пачки обломочных пород по сравнению с чисто глинистыми имеют большую мощность, видимо и скорость накопления песчаных пород выше. Это свидетельствуют о невозможности оценки глин, как изолирующей толщи.

Однако следует отметить, что поскольку изучались породы в отдельно взятых обнажениях, нередко отстоящих друг от друга на десятки километров (см. рис. 1), то прерывистость и линзовидность как песчаных, так и глинистых отложений может рассматриваться лишь как дополнительный фактор при оценке нефтегазоносности изучаемого объекта.

Таким образом, проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Рифей-нижнекембрийские терригенные отложения изученного района Предпатомского прогиба представлены плохо отсортированными песчаниками, реже гравелитами.

2. Изучение условий седиментации терригенных пород показало, что осадки образовывались в морских и приморских фациях с активными поступательными движениями водных масс, при относительно близко расположенных источниках сноса. Выделяются обстановки вдольбереговых течений, динамичного морского мелководья с активным действием волнений и относительно более глубоководные условия седиментации с образованием алевритовых песков. Крайним случаем являлись обстановки морского побережья приэкваториальной зоны с фациями речных выносов и задних пляжей.

3. Качественная оценка гранулометрического состава терригенных пород позволила заключить о низком качестве терригенных коллекторов.

4. Вещественный состав глинистых пород толщи поликомпонентный. В составе глин определены хлорит, иллит, кварц, полевой шпат, кальцит, доломит, амфибол. Минеральный состав глинистого вещества преимущественно хлорит - гидрослюдистый.

5. Исходя из минерального состава глинистых пород в разрезе рифей-нижнекембрийских отложений на границе верхнего венда - нижнего кембрия выделена зона аномальной изменчивости состава пород, которую следует связывать с перерывом в осадконакоплении, возможно с изменением палеорельефа бассейна седиментации.

6. Экранирующие свойства глинистых пород низкие как за счёт их малой мощности и линзообразного залегания, так и за счёт особенностей – вероятно возможной карбонатности, окремненности, сланцеватости.

7. Согласно гранулометрическому и рентгенофазовому анализам устанавливается взаимосвязь смены фациальных обстановок и перерыва в осадконакоплении на границе венда и нижнего кембрия.

В связи с недостаточной обнаженностью рифей-нижнекембрийского разреза Предпатомского прогиба в его изученной части и отсутствием глубоких скважин, приведённые выводы следует считать предварительными. Уверенная оценка перспектив нефтегазоносности данной территории возможна лишь при проведении регионального прогноза на основе глубокого бурения и геолого-геофизических исследований.

Литература

Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л., Окнова Н.С., Рожков Г.Ф. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). - Л.: Недра, 1984. - 271с.

Рожков Г.Ф. Дифференциация обломочного материала и гранулометрическая диаграмма α - τ по косвенному счету зерен // Механическая дифференциация твердого вещества на континенте и на шельфе. - М.: Наука, 1978. - С. 97-117.

Рожкова М.Г., Ким С.Л. Результаты комплексного изучения коллекторских свойств палеозойских пород Туринской опорной скважины // Литологическое изучение коллекторов нефти и газа. - Л.: ВНИГРИ, 1973. - Вып. 326. - С. 123-133.

Рецензент: Окнова Нина Сергеевна, доктор геолого-минералогических наук.

Shibina T.D., Kushmar I.A., Klyarovskaya A.V.

All-Russia petroleum research exploration institute (VNIGRI), Saint Petersburg, Russia,
ins@vnigri.ru

**GENESIS CONDITIONS OF THE RIPHEAN-LOWER CAMBRIAN
SAND AND PELITIC ROCKS IN PETROLEUM POTENTIAL EVALUATION
OF PRED-PATOM FOREDEEP**

Oil and gas potential of the Riphean-Lower Cambrian strata in the central and eastern parts of Pred-Patom foredeep was evaluated using analytical study of sedimentation environments, composition and reservoir properties of terrigenous rocks, minerals and sealing features of pelitic rocks. Dynamo-genetic diagram was constructed as a result of cumulative curves' correlation. Preliminary information on the sedimentation conditions of terrigenous rocks was obtained. Marine and coastal facies are identified. Mineralogical study of pelitic rocks was conducted. Capacitance-filtration properties of terrigenous and pelitic rocks were evaluated.

Key words: *Pred-Patom foredeep, grain composition, mineral composition, facies, sedimentation conditions, Riphean, Vendian, Lower Cambrian.*

References

Grossgejm V.A., Beskrovnaâ O.V., Gerašenko I.L., Oknova N.S., Rožkov G.F. Metody paleogeografičeskikh rekonstrukcij (pri poiskah zaležej nefti i gaza). - L.: Nedra, 1984. - 271s.

Rožkov G.F. Differenciaciâ oblomočnogo materiala i granulometričeskaâ diagramma α - po kosvennnnomu sčetu zeren // Mehaničeskaâ differenciaciâ tverdogo vešestva na kontinente i na šel'fe. - M.: Nauka, 1978. - S. 97-117.

Rožkova M.G., Kim S.L. Rezul'taty kompleksnogo izučeniâ kollektorskih svojstv paleozojskih porod Turinskoj opornoj skvažiny // Litologičeskoe izučenie kollektorov nefti i gaza. - L.: VNIGRI, 1973. - Vyp. 326. - S. 123-133.

© Шибина Т.Д., Кушмар И.А., Кляровская А.В., 2011