Литосфера, 2005, № 1, с. 41-69

УДК 552.5

# ОБСТАНОВКИ НАКОПЛЕНИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ВЕНДА ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ:
## старопетровская свита Шкаповско-Шиханской впадины

**А.В. Маслов, М.В. Ишерская***
*Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН*
*620151, Екатеринбург, Почтовый пер., 7*
*E-mail: maslov@igg.uran.ru*
**Институт геологии Уфимского научного центра РАН*
*450000, Уфа, ул. Карла Маркса, 16/2*
*Поступила в редакцию 28 февраля 2004 г.*

Выполнен комплексный литолого-геохимический анализ отложений старопетровского уровня венда Шкаповско-Шиханской впадины, что позволило создать модель процессов осадконакоп-ления и реконструировать основные особенности (характер поступавшей в бассейн алюмосили-кокластики, палеоклимат, состав источников сноса, окислительно-восстановительные обстановки, глубины и т.д.) седиментационного бассейна. Среди отложений старопетровской свиты на основе анализа текстурно-структурных особенностей пород выделен ряд литотипов, принадлежащих различным по гидродинамике зонам мелководно-морского бассейна: верхней сублиторали, внутреннему и внешнему шельфу Подтверждены представления предшественников о «пестром» характере распределения в старопетровском бассейне различных фаций и о преобладании на большей части территории впадины мелководно-морских отложений, накапливавшихся в спокойных гидродинамических условиях. В бассейне старопетровского времени вкрест структуры погружения, по всей видимости, не существовало четкой дифференциации обстановок осадкона-копления, что указывает на чрезвычайно выположенный характер дна бассейна на большей части современной Шкаповско-Шиханской впадины. В то же время по данных текстурного анализа и ряду геохимических особенностей осадков можно предполагать существование в бассейне и своеобразных иловых впадин. Исходя из геохимических особенностей аргиллитов (в частности соотношения Mo и Mn, значений V/(V+Ni) и V/Cr), сделан вывод о преобладании в бассейне в старопетровское время окислительных обстановок. Относительно небольшая степень пет-рохимической зрелости поступавшей в бассейн тонкой алюмосиликокластики была обусловлена доминированием на палеоводосборах семиаридного климата. Основным источником тонкой алюмосиликокластики старопетровского уровня являлась зрелая («постархейская») верхняя континентальная кора.

Ключевые слова: *венд, старопетровская свита, Волго-Уралъская область, Шкаповско-Шиханская впадина, седиментология, палеогеография, обстановки осадконакопления.*

# SEDIMENTARY ENVIRONMENTS OF UPPER VENDIAN TERRIGENOUS DEPOSITS OF THE VOLGA-URALS REGION:
## Staropetrovskaya formation, Shkapovo-Shikhan depression

**A.V. Maslov, M.V. Isherskaya***
*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*
**Institute of Geology, Ufimian Scientific center of RAS*

The integrated lithological and geochemical investigation the terrigenous sediments of the Upper Vendian Staropetrovskaya formation on the territory of the Shkapovo-Shikhan depression (the Volga-Urals region) was carried out. It allowed us to reconstruct the sedimentary environments (composition of provenance, paleogeographic zonation, facies, paleoclimatic, redox and depth conditions etc.). On the data about textures and structures of the terriginous rocks there were distinguished several lithotypes, that belong to various hydrodynamic parts of the shallow-marine basin: upper sublittoral zone, inner-and outer-shelf zones. Our data confirm the ideas of previous investigators about "mixed" character of the fades distribution in the Staropetrovskii basin and about predominance on the main part of the Shkapovo-Shikhan basin shallow-marine deposits, which were formed mainly under quite hydrodynamie conditions. It is rather possibly, that in the Staropetrovskii basin there were no distinct facies differentiation of the sedimentary environments across the regional paleoslopc. It is indicated that the Staropetrovskii basin has extremely flat character on the greater part of the modem Shkapovo-Shikhan depression. But in some places of these basin there were probably so-called ”mud troughs", as it is follows from the textural and geochemical characteristics of the certain Staropctrovskaya argillites. According the geochemical data, mainly Mo/Vln, V/(V+Ni) and V/Cr ratios, it was established the predominance in the Staropetrovskii basm oxic environments. Fine-grained aluminosiliciclastic sediments of the Staropctrovskaya formation have relatively small degree of the petrochemical maturity, so it is possible to assume, that these sediments were formed under semiarid climatic conditions on the drainage areas. The conclusion is made that the mature post-Archean upper continental crust was the main feeder for the terrigenous deposits of the Upper Vendian Staropetrovskaya formation of the Volga-Urals region.

Key words: *Vendian, Staropetrovskaya formation, Volga-Urals region, Shkapovo-Shikhan depression, sedimeniology, paleogeography, sedimentary environments.*

## Введение

На востоке Восточно-Европейской платформы вендские отложения выполняют крупные Верхнекамскую и Шкаповско-Шихапскую впадины, разделенные Сарапульско-Красноуфимской седловиной [Стратотип рифея..., 1983; Стратиграфическая схема..., 2000] (рис. 1). В Верхнекамской впадине распространены отложения как нижнего, так и верхнего венда, тогда как в Шкаповско-Шиханской известны только верхневендские образования каировской и шкаповской серий (табл. 1) [Стратотин рифея ... 1983; Аксенов, 1998; Стратиграфическая схема..., 2000 и др.], объединяемых в бижбулякский комплекс.

Изучением строения разрезов, литологии и условий образования вендских отложений Волго-Уральской области и, в частности, Шкаповско-Шиханской впадины, в разные годы занимались ЕМ. Аксенов, М.М. Алиев, Ю.В. Андреев, М.М. Балашова, Т.В. Белоконь, М.М. Веселовская, З.П. Иванова, Т.В. Иванова, М.В. Ишерская, Б.М. Келлер. В.В. Кирсанов, А,А. Клевцова. Н.С. Лагутенкова. Р.Х. Масагутов, С.Г. Морозов, С.М. Наумова, Л.Д. Ожиганова, И.Е. Постникова, Б.С. Соколов, Л.Ф. Солонцов. К.Р. Тимергазин. А.А. Трофимук, И.К. Чепикова и др. Основные результаты работ названных исследователей кратко суммированы ниже. В то же время встречающиеся в большинстве сводных публикаций 1960-90-х гг. реконструкции обстановок накопления и фациальной природы слагающих разрезы венда Шкаповско-Шиханской впадины терригенных образований выполнены в основном с общегеологических позиций и не подкреплены детальной седиментологической и геохимической информацией.

Выбор в качестве объекта исследований старопетровской свиты обусловлен тем обстоятельством, что отложения этого уровня пользуются наиболее широким распространением среди всего комплекса осадков верхнего венда на рассматриваемой нами территории. Формирование отложений старопетровской свиты происходило в условиях максимума трансгрессии мелководного эпиконтинентального бассейна [Алиев и др., 1977; Маслов, Ишерская. 1998; Масагутов, 2002 и др.] и характеризовалось наиболее широким спектром фаций.

В настоящей статье мы попытались восполнить этот пробел, рассмотрев последовательность и взаимоотношения по латерали различных ассоциаций отложений с присущими им устойчивыми комбинациями текстур, окраски и другими первичными седиментационными признаками в разрезах старопезровского уровня каировской серии, что в комплексе с литолого-геохимическими данными позволяет получить достаточно непротиворечивую картину процессов осадконакопления.

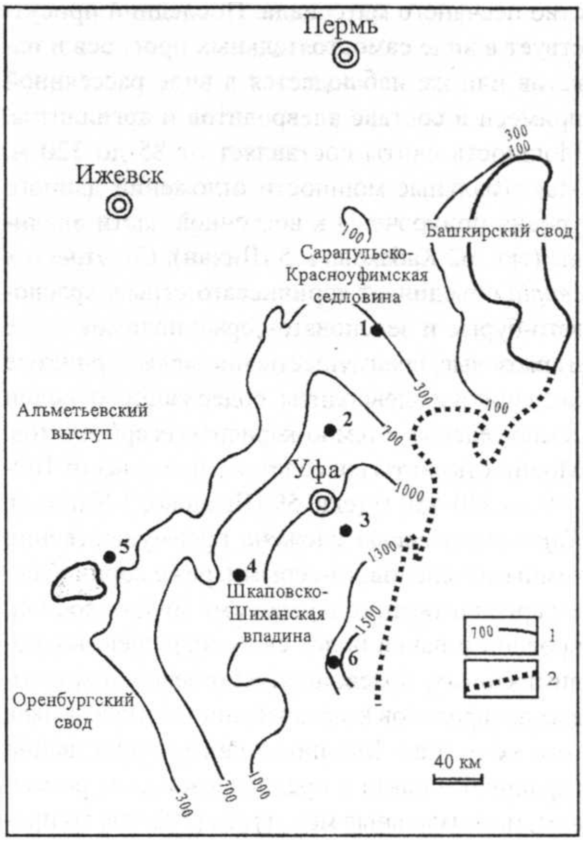



Рис. 1. Схема строения Шкаповско-Шиханской впадины Волго-Уральской области, по данным из работы [Белоконь и др., 2001], с упрощениями.

1 - изопахиты отложений верхнего венда; 2 - граница складчатого Урала.

Скважины: 1 - 1 Северо-Кушкуль; 2 - 800 Сер-геевка; 3 - 6 2 Кабаково; 4 - 1 Кипчак; 5 - 2 0 007 Су-линская; 6 - 6 Ахмерово.

Таблица 1

Схема стратиграфии вендских отложений Верхнекамской и Шкаповско-Шиханской впадин по данным приведенным в работах [Аксенов, 1998; Стратиграфическая схема..2000 и др.]

| Система | Отдел | Волго-Уральская область | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Верхнекамская впадина | | Шкаповско-Шиханская впадина | |
| Венд | Верхний | Кудымкарская серия | Краснокамская свита | Шкаповская серия | Карлинская свита |
| | | | Велвинская свита | | Салиховская свита |
| | | Бородулинская серия | Верещагинская свита | Каировская серия | Старопетровская свита |
| | | | Кыквинская свита | | Байкибашевская свита |
| | Нижний | | | | |
| | | Веслянская свита ? | | | |

**Литостратиграфия отложений верхнего венда Шкаповско-Шиханской впадины**

Каировская серия объединяет байкибашевскую и старопетровскую свиты, шкаповская – салиховскую и карлинскую.

*Байкибашевская свита* представлена зеленовато- и розовато-серыми неравномернозернистыми, преимущественно полевошпат-квар-цевыми песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов и гравелитов. Мощность свиты варьирует от 10 до 85 м. Максимальные значения мощности характерны для разрезов, вскрытых на Шкаповской и Шиханской разведочных площадях. *Старопетровская свита* сложена преимущественно зеленовато-серыми, реже буровато-коричневыми алевролито-аргиллитовыми породами, содержащими переменное количество песчаного материала. Последний присутствует в виде самостоятельных прослоев и пакетов или же наблюдается в виде рассеянной примеси в составе алевролитов и аргиллитов. Мощность свиты составляет от 85 до 320 м. Максимальные мощности отложений данного уровня приурочены к восточной части впадины (скв. 62 Кабаково и 5 Шихан). *Салиховская свита* объединяет коричневато-серые, красновато-бурые и зеленовато-серые полимиктовые и аркозовые, преимущественно мелкозернистые песчаники и алевролиты, содержащие прослои темно-зеленых и темно-коричневых аргиллитов. Мощность свиты колеблется в пределах от 100-130 до 320-450 м (скв. 59 Шкапово, 1 Кипчак). *Карпинская свита* сложена преимущественно темными зеленовато-серыми, реже коричневыми аргиллитами, содержащими микропрослои, прослои и пачки более светлоокрашенных полимиктовых, полевошпат-кварцевых и аркозовых алевролитов и мелкозернистых песчаников того же состава. Мощность свиты существенно варьирует в связи с предпалеозойским размывом; максимальные мощности (500-600 м) прослеживаются в южной части Предуральского прогиба и на Шкаповской площади. Все названные литостратиграфические подразделения связаны постепенными переходами.

Относительно возраста указанных образований в середине 1960-70-х гг. существовали различные точки зрения. Так, А.А. Клевцова [1966] считала, что отложения верхнебавлинской серии (каировская и шкаповская свиты) имеют доволынский (т.е. довендский) возраст, т.к. обладают большим сходством с пачелмским комплексом. Позднее А.А. Клевцоваи В.В. Поповнин [1983] предполагали, что бижбулякская серия Бирско-Шкаповской впадины древнее ласьвинской серии и отвечает раннему венду, тогда как ласьвинская серия относилась ими к позднему венду. И.Е. Постникова [1977], основываясь на материалах А.В. Кутукова, напротив, указывала, что верхневендские образования в южной части Волго-Уральской области практически не отличаются от их аналогов в Верхнекамской впадине. Позднее [Аксенов и др., 1978] было показано, что верхнебавлинская серия Волго-Уральской области соответствует валдайской серии центральных районов Московской синеклизы. В пользу такого сопоставления, по мнению Е.М. Аксенова и его соавторов, свидетельствовали присутствие в старопетровской свите пепловых туфов с K-Ar возрастом ~ 595 млн лет, наличие в верхнебавлинской серии валдайского комплекса микрофоссилий, а также отпечатки медузоидов в аргиллитах верхней подсвиты кирсинской свиты, вскрытых скважиной 15 Кире [Аксенов, 1967 и др.], и в пачке коричневых аргиллитов каировской свиты (скв. 14 Лойно) [Кирсанов, 1968].

В настоящее время бижбулякский комплекс Шкаиовско-Шиханской впадины по положению в разрезе, строению и литологическим особенностям достаточно уверенно сопоставляется с ласьвинским комплексом Верхнекамской впадины [Стратиграфическая схема.... 2000]. Последний, в свою очередь, хорошо коррелируется с типовыми разрезами верхнего венда Московской синеклизы.

Заметно сложнее обстоит дело в Волго-Уральской области с трассированием границы редкинского и котлинского горизонтов. В Верхнекамской впадине она проводится в основании велвинской свиты, тогда как в Шкаповско-Шиханской впадине теряется в однообразной толще отложений старопетровской свиты, нижние уровни которой содержат микрофоссилии редкинского облика, тогда как верхние – котлинского [Стратиграфическая схема..., 2000]. В несколько более ранней публикации Е.М. Аксенов с соавторами [1999], напротив, указывали, что наличие микрофоссилии валдайского облика позволяет отнести байкибашевско-старопетровский цикл к редкинскому, а салиховско-карлинский к котлинскому горизонтам венда.

Изотопный возраст (K-Ar метод) минералогически неизученного глауконита из отложений старопетровской свиты (скв. 23 Мензелино-Актаныш) составляет ~ 580 млн лет [Стратотип рифея..., 1983].

Всеми авторами также признается, что бижбулякский комплекс Волго-Уральской области аналогичен ашинской серии западного склона Южного Урала, при этом старопетровская свита параллелизуется с басинской.

Основываясь на данных Ю.Р. Беккера [1996] о присутствии богатых комплексов отпечатков Metazoa как в разрезах басинской, так и зиганской свит западного склона Южного Урала, исходя из известной параллелизации зиганской и карлинской свит [Стратиграфическая схема. .., 2000 и др.], а также факта доминирования мягкотелых именно в редкинском горизонте верхнего венда, можно, на наш взгляд, высказать предположение, что весь бижбулякский комплекс Шкаповско-Шиханской впадины принадлежит только редкинскому уровню венда.

## Результаты ранее выполненных литолого-палеогеографических исследований

Наиболее широко литолого-фациальные исследования вендских отложений Волго-Уральской области проводились в середине 1960-70 гг. в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности допалеозоя данной территории.

По данным З.П. Ивановой и ее соавторов [Иванова, Клевцова, 1960; Иванова и др., 1969] и Н.С. Лагутенковой и И.К. Чепиковой [1982], в разрезах старопетровской свиты с запада на восток наблюдается постепенное уменьшение доли песчаников и алевролитов. Наиболее грубозернистые образования данного уровня тяготеют к западной прибортовой части Шкаповско-Шиханской впадины (окрестности Бавлов, Серафимовки и Леонидовки).

Для песчаников и алевролитов старопетровской свиты характерна горизонтальная, пологоволнистая, волнистая, мульдообразная, косоволнистая и косая слоистость. Иногда в сочетании с косо- и пологоволнистой прерывистой слоистостью наблюдается также мелкая косая однонаправленная слоистость. Предполагалось, что исходные осадки с подобной комбинацией слоистости могли накапливаться в близбереговых обстановках мелководного морского бассейна при наличии слабых донных течений [Лагутенкова, Чепикова, 1982]. На ряде уровней в разрезе свиты присутствуют также песчаники и алевролиты с очень мелкой косоволнистой и мульдовидной слоистостью, типичной для прибрежных участков морского мелководья, где доминировали волнения и небольшие течения. Иногда в разрезах старопетровской свиты в пачках чередования алевролитов и аргиллитов наблюдается волнистая линзовидная слоистость, ассоциирующая с мелкой непараллельной и пологой волнистой слоистостью. Описываемые образования накапливались, вероятно, на мелководье, подверженном влиянию сильных волнений. В пачках переслаивания алевролитов и аргиллитов староиетровского уровня иногда присутствуют также текстуры оползания (прихотливые изгибы слойков, «колобки» и т.п.). Возможно, они связаны с небольшими наклонами рельфа дна бассейна или же обусловлены мелкими тектоническими подвижками [Лагутенкова, Чепикова, 1982].

Как уже указывалось выше, большинство авторов считает, что старопетровское время характеризовалось максимальным развитием трансгрессии мелководного эпиконтинентального морского бассейна на Русскую платформу. Предполагается также, что к его началу рельеф окружавших бассейн поднятий был в значительной мере снивелирован. Это обусловило резкое сокращение привноса в бассейн грубообломочной кластики и накопление в прибрежных зонах слабо отсортированных глинисто-алеврито-песчаных осадков с неотчетливо выраженной слоистостью. Присутствие в породах значительного количества диагенетического пирита и закисного железа указывает по мнению многих исследователей, на доминирование в бассейне в старопетровское время восстановительного геохимического режима.

М.М. Алиев и его соавторы [1977] указывают на заметную пестроту в распределении фаций в бассейне старопетровского времени, что, вероятно, было связано с заметной изрезанностыо береговой линии и различной расчлененностью прилежащей суши. На большей части Шкаповско-Шиханской впадины в старопетровское время располагалась область морского мелководья; здесь в относительно спокойных условиях накапливались алеврито-глинистые осадки с горизонтальной и пологоволнистой слоистостью, прослоями и линзочками песчаного материала. На востоке впадины осадко-накопление происходило в сравнительно глубоководных обстановках открытого шельфа и накапливались преимущественно тонкозернистые терригенные осадки с тонкой горизонтальной слоистостью. Предполагается, что в старопетровское время на рассматриваемой территории существовал мелководный (трещины усыхания. волноприбойные знаки, текстуры микровзмучивания, следы илоедов) морской бассейн с устойчивой восстановительной обстановкой. Характер распределения фаций, состав породообразующих компонентов и акцессорных минералов указывают в основном на западный источник сноса, где доминировали плагиоклаз-биотито-вые и гранатовые гнейсы, гранито-гнейсы, слюдисто-квариевые сланцы и кварциты. Возможно, в ряде мест размывались и подстилающие осадочные образования рифея и байкибашевской свиты венда.

По нашим данным [Маслов, Ишерская. 1998], в старопетровско-басинское время в бассейне, располагавшемся на территории современных Шкаповско-Шиханской впадины и западного склона Южного Урала, можно видеть несколько зон. В центральной, большей части

Шкаповско-Шиханской впадины формировались преимущественно тонкозернистые алюмосиликокластические зелено- и сероцветные осадки. На запад и восток они сменялись прибрежно-морскими глинисто-алевритовыми и песчано-алевритовыми отложениями. Эта стадия характеризовалась максимумом трансгрессии. Береговая линия бассейна была, вероятно, сильно изрезанной, а прилегавшая к ней суша характеризовалась различной степенью расчлененности, Этим, по всей видимости, и объясняется значительная пестрота прибрежно-морских отложений в разрезах старопетровского уровня.

Материалы предшествующих литолого-петрографических работ позволили установить, что в целом во время формирования отложений каировской серии в Шкаповско-Шиханскую впадину преобладал снос кластики с запада, с Волго-Камского массива, и в размыв были вовлечены гранатовые и биотит-плагиоклазовые гнейсы, гранодиориты, кварциты, слюдисто-кварцевые сланцы и габбро-диабазы, определенную роль играли также локальные внутрибассейновые поднятия, поставлявшие рециклированный осадочный материал [Иванова и др., 1969; Алиев и др., 1977 и др.]. По данным З.П. Ивановой и её соавторов [1969], анализ минерального состава пород вендского времени показывает, что на Волго-Камском массиве в каировское время размывались в основном породы архея и в меньшей степени нижнего протеерозоя, тогда как в рифее размывались главным образом образования нижнего протерозоя и в меньшей степени породы архея. По данным Н.Д. Сергеевой [1999 и др.], для отложений венда Волго-Уральской области характерно широкое распространение граната, который в рифейских толщах имеет подчиненное значение. Источником гранатов являлись кристаллические породы фундамента Татарского и Пермско-Башкирского сводов. Несколько иные представления о локализации источников сноса обломочного материала были высказаны в середине 1970-х гг. Л.Д. Ожигановой и М.В. Ишерской [1979]. Статистический анализ состава минеральных ассоциаций в песчаниках старопетровской свиты позволил названным авторам показать, что формирование отложений всей каировской серии происходило преимущественно за счет сноса материала с севера, вероятно, из района Красноуфимского выступа фундамента. Вторым по значимости источником кластики являлся Оренбургский свод. Татарский же свод играл, по всей видимости, второстепенную роль и представлял при формировании рассматриваемых нами отложений локальный источник обломочного матариала; его доминирующая роль как источника кластики не вызывает сомнения только для наиболее западных и юго-западных разрезов каировской серии.

Для старопетровского (позднекаировского) времени в разные годы составлено несколько схематических литолого-фаниальпых карт [Иванова, Клевцова, 1960 и др.; Алиев и др., 1977; Масагутов, 2002 и др.]. Они отличаются в деталях, но в главных чертах довольно схожи, что позволяет нам остановиться на краткой харатеристике самой последней из них, опубликованной Р.Х. Масагутовым. На этой карте на территории Шкаповско-Шиханской впадины по соотношению в разрезах старопетровской свиты различных типов пород выделены зоны развития прибрежных, прибрежно-морских и мелководно-хморских осадков (рис. 2). Первая из них, тяготеющая к восточной периферии Татарского свода, характеризуется преобладанием песчаников и алевролитов над аргиллитами -отношение *песчаники : алевролиты : аргиллиты* составляет здесь 25-30 : 30-50 : 20-50. Во второй зоне, протягивающейся от окрестностей Куеды на юго-запад через район Дюртюдей до Белебея и на юго-восток до окрестностей Караиделя, основная роль, по данным Р.Х. Масагутова, принадлежит алевролитам и аргиллитам; отношение *песчаники : алевролиты : аргиллиты* имеет здесь следующий вид – 10-25 : 20-60 : 30-70. Наконец, третья зона соответствует центральной части впадины и протягивается в субмеридиональном направлении примерно от Байкибашево на север до Стерлитамака на юге. В этой зоне в разрезах старопетровской свиты доминируют аргиллиты; величина отношения *песчаники : алевролиты : аргиллиты* описывается следующей пропорцией – 0-5 : 10-40 : 60-90,

Взаимное расположение этих зон обрисовывает вытянутый с севера на юг субовальный блюдцеподобный водоем. Его центральная часть, в которой доминируют мелководно-морские отложения, предполагается Р.Х. Масагутовым в полосе от Куеды на севере через Уфу к Стерлитамаку на юге. К северо-востоку (в сторону Ново-Белокатая) и юго-западу (к Туймазам) эта область сменяется прибрежно-морскими и прибрежными образованиями. В такой рисовке бассейн осадконакопления старопетровского времени представляется типичным интракратонным водоемом.

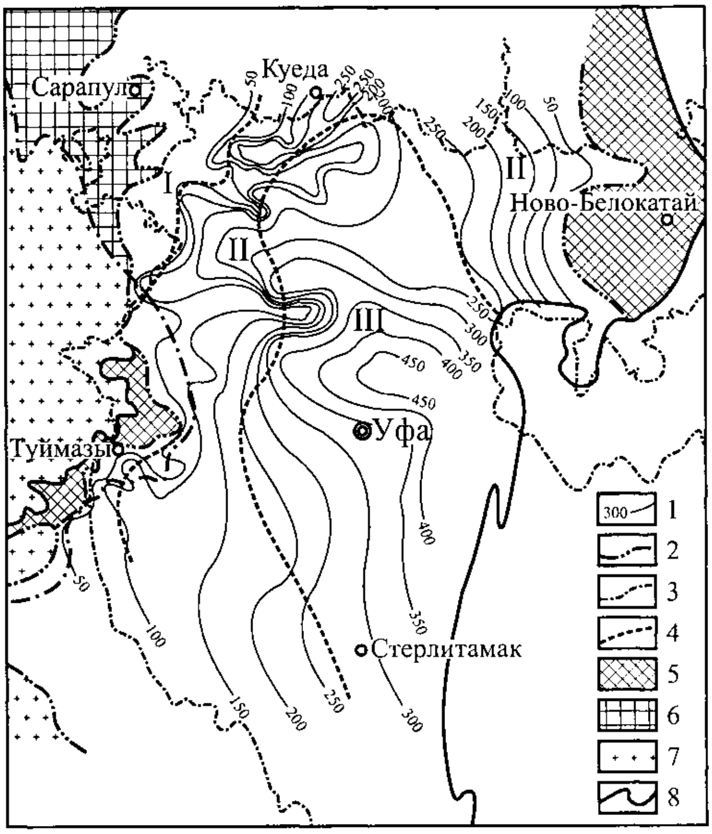



Рис. 2. Схематическая литолого-фациальная карта старопетровского времени, по данным Р.Х. Масагутова [2002].

1 – изопахиты, м; 2 – западная граница развития вендских отложений; 3 – западная граница распространения отложений рифея; 4 – границы литолого-фациальных зон; 5 – область отсутствия отложений старопетровской свиты; 6 – область отсутствия отложений венда; 7 – кристаллические породы фундамента; 8 – западная граница Уральского складчатого пояса.

Лито-фациальные зоны: I – первая; II – вторая; III – третья (объяснения см. в тексте).

## Особенности строения разрезов старопетровской свиты на территории Шкаповско-Шиханской впадины

Авторами проведено изучение разрезов в более чем 50 скважинах, вскрывших отложения каировской серии и, в частности, старопетровской свиты на Арланской, Аслы-Кульской, Ахмеровской, Апреловской, Бураевской, Базинской, Байкибашевской, Караидельской, Каировской, Куш-Кульской, Кабаковской, Карача-Елгинской, Копей-Кубовской, Кипчакской, Леонидовокой, Ленинской, Морозовской, Надеждин-ской, Северо-Кушкульской, Старо-Петровской, Сергеевской, Серафимовской, Сулинской, Татышлинской, Троицкой, Шиханской, Шкаповской, Югомаш-Татышлинской, Янышевской и других разведочных площадях Шкаповско-Шиханской впадины.

Детальный анализ разрезов каировской серии показывает, что в различных частях Шка-повско-Шиханской впадины они заметно различаются по своему строению, соотношению слагающих их литотипов и мощности. В связи с этим на указанной территории выделяются три лито-фациальные зоны: западная, центральная и восточная [Ишерская, 2002] (рис. 3).

*Западная зона* объединяет разрезы вскрытые на Серафимовской, Леонидовской, Морозовской, Троицкой, Аслы-Кульской и Копей-Кубовской площадях. Для разрезов этой зоны характерно четкое выделение в нижней части каировской серии байкибашевской свиты, сложенной преимущественно песчаникАми с прослоями гравелитов. Отложения старопетровской свиты представлены здесь преимущественно темными зеленовато-серыми, реже коричневато-серыми аргиллитами с прослоями кварц-полевошпатовых и полимиктовых алевролитов и редко песчаников. Исключение составляет разрез свиты в скв. 30 Серафимовка, где преобладают грубозернистые песчаники. На долю аргиллитов в разрезах этой зоны приходится 75-90%, а алевролитов и песчаников -10-25%. Мощность старопетровской свиты составляет в этой зоне 60-145 м.

В качестве характерных для данной зоны ниже приведено описание разрезов свиты в скважинах 1 Морозовская и 4 Аслы-куль.

В скважине 1 Морозовская старопетровская свита вскрыта в интервале глубин 2079-2158 м (мощность 79 м). Сложена свита аргиллитами и алевролитами с редкими прослоями песчаников. Аргиллиты имеют преимуществен-

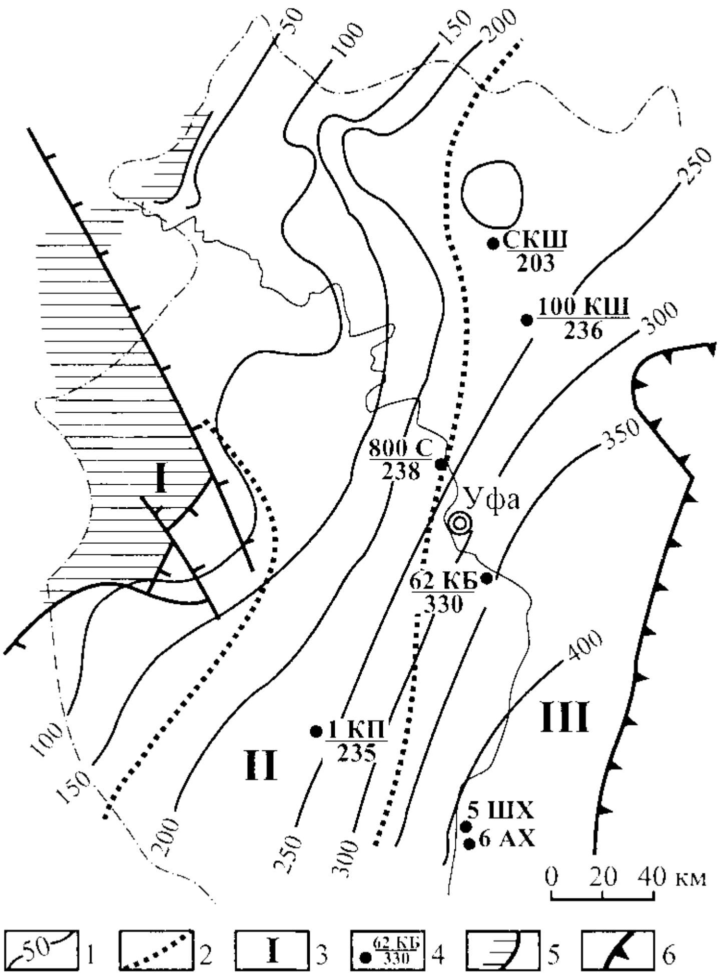



Рис. 3. Литолого-фациальная карта каировской серии на территории платформенного Башкортостана.

1 – изопахиты отложений каировской серии; 2 – границы литофациальных зон; 3 – литофациальные зоны (I – западная, II – центральная, III – восточная); 4 – скважина (в числителе - название площади, в знаменателе – мощность отложений каировской серии); 5 – область отсутствия отложений венда; 6 – западная граница Уральского складчатого пояса.

но темно-серую (иногда почти черную) и зеленовато-серую окраску; редко наблюдаются темно-коричневые, со скорлуповатой отдельностью, микро- и тонкослоистые их разности. Слоистость в аргиллитах тонкая горизонтальная, реже полого- или косоволнистая. Аргиллиты сложены дисперсно-тонкочешуйчатым агрегатом гидрослюды, в котором наблюдаются зерна кварца и полевых шпатов алевритовой размерности и чешуйки биотита и хлорита. Алевритовая примесь распределена в породах неравномерно и обычно составляет 15-25%. В нижней части старопетровской свиты в разрезе скв. 1 Морозовская присутствуют аргиллиты, практически не содержащие примеси обломочного материала. В средней и верхней частях свиты среди аргиллитов присутствуют прослои и линзы (мощность от долей мм до 1-3 см) серых и светло-серых полевошпатовых и полевошпат-кварцевых мелко- и среднезернистых песчаников и алевролитов.

В скважине 4 Аслы-Куль старопетровская свита выделяется в интервале глубин 2582-2726 м (мощность 144 м). Она сложена аргиллитами с прослоями и иропластками алевролитов и песчаников. Аргиллиты темно- и зеленовато-серые, алевритистые, слюдистые, в той или иной мере пиритизированные. Сложены они тонкочешуйчатым аргегатом хлорита и гидрослюды. Присутствующий в аргиллитах алевритовый и мелкопесчаный материал распределен весьма неравномерно. Алевролиты имеют серую и темно-серую окраску. Состав их кварц-полевошпатовый, структура преимущественно неравномернозернистая. Песчаники, наблюдающиеся в нижней части свиты, имеют серую и темно-серую окраску и характеризуются полимиктовым, аркозовым, реже полевошпат-кварцевым составом (среди полевых шпатов, количество которых варьирует от 15 до 60%, резко преобладают плагиоклазы). Структура песчаников в основном разнозернистая; встречаются как мелкозернистые, так и гравийные разности. В верхней части свиты иногда встречаются песчаники полевошпат-кварцевые, среднезернистые, светло-серые со слабым зеленоватым оттенком.

Разрезы старопетровской свиты в *центральной зоне* Шкаповско-Шиханской впадины вскрыты скважинами на Шкаповской, Кипчакской, Тюрюшевской, Базинской, Чекмагушевокой, Карача-Елгинской, Янышевской, Дюртюлинской, Старо-Петровской, Надеждинской, Бураевской. Игровской, Тепляковской, Арланской и других разведочных площадях. В этой зоне байкибашевская свита не выделяется, т.к. весь разрез серии представлен переслаивающимися пачками и пакетами песчаников, алевролитов и аргиллитов. Соотношение песчано-алевролитовых и аргиллитовых пачек примерно равное, однако в некоторых скважинах содержание песчаников резко увеличивается, и они становятся доминирующим типом пород. Песчаники в данной зоне не образуют самостоятельных, латерально выдержанных пачек, а наблюдаются в виде линз различной мощности и протяженности, замещающихся по простиранию пакетами и пачками алевролитов и аргиллитов. На долю песчаных пород приходится 30-50%, а глинистых 50-70% мощности свиты, которая колеблется от 50 до 255 м.

Особенности отложений старопетровской свиты в этой зоне приводятся ниже по разрезам скважин 5 Старо-Петрово и 1 Кипчак.

В скважине 5 Старо-Петрово старопетровская свита выделяется условно в интервале глубин 2319-2433 м (мощность 114 м). Сложена она пакетами и пачками переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников. На долю последних приходится около 30%, доминируют же в разрезе аргиллиты и алевролиты (70%). Аргиллиты темно-серые со значительной примесью алевритового материала. Алевролиты зеленовато-серые, глинистые или слабо песчанистые, полевошпат-кварцевые или полимиктовые. Песчаники серые преимущественно мелкозернистые, полимиктовые со значительным количеством глауконита. Они характерны в основном для нижних 20-30 м разреза старопетровской свиты, где образуют прослои мощностью 1 -2 м. Выше в разрезе прослеживаются серые и темно-серые аргиллиты с редкими прослоями алевролитов и песчаников. В средней части этой толщи присутствует пакет серых и зеленовато-серых мелко- и сред-незернистых глауконитсодержащих песчаников мощностью 15 м.

В скважине 1 Кипчак старопетровская свита вскрыта в интервале глубин 2983-3178 м (мощность 195 м). Она представлена переслаивающимися алевролитами, песчаниками и аргиллитами. По особенностям литолотческого состава свита условно может быть подразделена на две толщи. Нижняя толща выделяется на глубинах 3070-3178 м. Примерно 50% ее слагают темно- и зеленовато-серые, редко с коричневым оттенком, преимущественно средне- и мелкозернистые песчаники аркозового и квари-полевошпатового состава. Алевролиты по составу аналогичны песчаникам. Сортировка зерен в них плохая; на отдельных интервалах разреза встречаются известковистые разности. Аргиллиты имеют в основном зеленовато-серую окраску и содержат существенную примесь алевритового материала, а также чешуек коричневого и зеленого биотита. Верхняя толща прослеживается в интервале 2983-3070 м. На долю алевролитов и аргиллитов здесь приходится 65-70%. Песчаники и алевролиты зеленовато-серые, полимиктовые. плохо отсортированные (иногда встречаются разнозернистые псаммиты с примесью мелкого гравия), В каркасе песчаников преобладают кварц и полевые шпаты: обломки пород представлены кварцитами, кремнями, хлорито-кварцевыми и эффузивными породами и единичными зернами микропегматитов. Аргиллиты по составу аналогичны тем. что присутствуют в нижней толще.

К *восточной зоне* развития отложений каировской серии относятся разрезы, вскрытые на Шиханской, Кабаковской, Южно-Тавтимановской, Куш-кульской, Северо-Кушкуль-ской. Байкибашевской, Караидельской, Апре-ловской и некоторых других разведочных площадях. Для этой зоны характерно присутствие в основании серии светлых зеленовато-серых, плохо отсортированных, неравномернозерни-стых, прослоями гравийных аркозовых и или полимиктовых, реже полевошпат-кварцсвых песчаников, выделяемых в байкибашевскую свиту, и развитие выше них преимущественно глинистой толщи старопетровской свиты, сложенной темными зеленовато-серыми, гидрослюдистыми, обычно алевритистыми, часто из-вестковистыми интенсивно пиритизированны-ми аргиллитами с прослоями темно-серых, глинистых или известковистых алевролитов и иногда алевритистых известняков. В разрезе старопетровской свиты песчаники отсутствуют или встречаются в виде маломощных, редких, невыдержанных прослоев, количество которых несколько возрастает к северу. В цепом в разрезах свиты в данной зоне доминируют аргиллиты (92-98%), количество песчаников не превышает 2-8%. Мощность свиты составляет от 180 до более 300 м.

Типичный разрез старопетровской свиты в северной части рассматриваемой зоны вскрыт скважиной 1 Северо-Кушкуль в интервале 2104-2294 м (мощность 190 м). Сложена свита здесь аргиллитами и алевролитами с редкими подчиненными прослоями глинистых песчаников. В самой нижней и в верхней частях разреза (глубина, соответственно. 2294-2254 и 2123-2104 м) аргиллиты практически не содержат терригенной примеси. Это темно- и зеленовато-серые, реже коричневые аргиллиты со скорлуноватой отдельностью, участками микрослоистые, с неровным оскольчатым или раковистым изломом. Среди аргиллитов отмечаются редкие невыдержанные прослои темно-серых, глинистых и сильно слюдистых полимиктовых алевролитов. В средней части свиты (интервал глубин 2123-2254 м) присутствуют алевролиты с причудливо изогнутыми, разветвляющимися и/или линзовидными прослоями аргиллитов (мощность от 3-5 до долей миллиметра). В целом же для пород здесь характерна горизонтальная, косая и линзовидная слоистость.

Скважина 62 Кабаково вскрыла отложения старопетровской свиты в центральной части восточной зоны. Здесь свита выделяется в интервале глубин 3100-3415.4 м (мощность 315 м) и представлена аргиллитами с прослоями и линзами алевролитов, известняков и редко песчаников. Доминирующие в разрезе свиты аргиллиты характеризуются темно- или зеленовато-серой окраской. Они содержат значительное количество мелких чушуек слюды и интенсивно пиритизированы; часто аргиллиты содержат существенное (до 30-40%) количество алевритовых зерен кварца и полевых шпатов. Чередующиеся с аргиллитами алевролиты имеют кварц-полевошпатовый и аркозовый состав. Они характеризуются неравномернозернистой структурой, прослоями содержат значительную примесь глинистого материала и интенсивно пиритизированы. В виде линз и линзовидных пропластков среди аргиллитов иногда наблюдаются серые мелкозернистые кварц-полевошпатовые песчаники. В интервале 3310-3313 м встречены темно-серые известняки с примесью алевритовых и псаммитовых зерен кварца, полевого шпата и чешуек биотита. В нижней части свиты, на глубине 3314-3359 м прослеживается горизонт шоколадно-коричневых аргиллитов.

Представление о характере разреза старопетровской свиты в южной части восточной зоны Шкаповско-Шиханской впадины дает скв. 6 Ахмерово. Здесь свита вскрыта в интервале глубин 2558-3019 м (мощность 461 м). Она сложена зеленовато-бурыми, редко темно-коричневыми аргиллитами, в различной степени алевритистыми, темно-зеленовато-серыми, зеленовато-серыми алевролитами и редкими прослоями светло- и темно-серых песчаников.

Поверхности напластования неровные, неправильно-изогнутые и бугристые.

## Литолого-фациальные особенности отложений старопетровской свиты

С учетом характерных текстурно-структурных особенностей пород в разрезе старопетровской свиты Шкаповско-Шиханской впадины может быть выделен ряд литотипов, принадлежащих различным в гидродинамическом отношении зонам бассейна: 1) с максимальной подвижностью среды (зона постоянного волнения в пределах верхней сублиторали, прибрежная зона внутреннего шельфа); 2) с умеренной или низкой подвижностью среды (проксимальная часть внутреннего шельфа); 3) зоне, в которой подвижность среды была незначительна (дистальная часть внутреннего шельфа и иловые впадины в пределах проксимального шельфа) и 4) с отсутствием признаков гидродинамической активности (внешний шельф).

Осадки двух первых зон накапливались, скорее всего, выше уровня постоянного волнения (~ 5-10 м), тогда как две последние представлены весьма тонкозернистым алюмосиликокластическим материалом, общий облик которого указывает на формирование исходных осадков ниже базиса ординарного и, возможно, штормового волнения.

### Зона с максимальной подвижностью среды (зона А)

*Светлые зеленовато-серые среднезернистые песчаники массивные с многочисленными гравийными зернами (литотип А-1).* Этот литотип представлен преимущественно среднезернистыми светлыми зеленовато-серыми и серыми песчаниками, в которых слоистость не проявлена, но присутствуют многочисленные беспорядочно распределенные гравийные зерена кварца.

На значительную подвижность среды при накоплении рассматриваемых осадков указывает присутствие гравийных зерен среди преобладающей массы среднезернистой кластики. Массивный (неслоистый) облик песчаников, возможно, свидетельствует о последовательном «отвеевании волнениями» и сгруживании крупнозернистых фракций без последующей переработки осадка придонными течениями. В пользу этого говорит и бимодальная структура осадков.

Данный литотип характерен для разреза старопетровской свиты, вскрытого скв. 1 Кипчак (интервал 3013-3022 м), где он ассоциирует с литотипами Г-2[1], Б-1 и В-1.

*Зеленовато-серые средне- и мелкозернистые (иногда разнозернистые) песчаники массивные с многочисленными плоскими обломками аргиллитов (литотип А-2).* Данный литотип объединяет светлые зеленовато- или розовато-серые мелко- и среднезернистые аркозовые и полимиктовые песчаники, не имеющие какой-либо визуально выраженной слоистости и характеризующиеся присутствием многочисленных мелких остроугольных и окатанных тонких плоских обломков (пластинок) аргиллитов, расположенных в столбиках керна примерно параллельно друг другу и под прямым углом или с небольшим наклоном к стенкам керна.

О существенной подвижности среды осадконакопления и ее периодических флуктуациях свидетельствует слабая в целом степень сортировки кластики и многочисленные обломки аргиллитов, указывающие на размыв ранее существовавших глинистых прослоев и частую амальгамацию соседних слойков песчаников. Возможно, что многократно наблюдающаяся в литотипах зоны А дезинтеграция тонких пропластков аргиллитов на небольшие окатанные или остроугольные пластинки свидетельствует о существовании в бассейне старопетровского времени условий благоприятных для формирования микробиальных матоформирующих сообществ, связывавших поверхность осадка.

Рассматриваемый литотип встречается в разрезе скв. 1 Кипчак (интервал 3070-3078 м). К данному литотипу весьма близок литотип А-6 *(светло-серые со слабым зеленоватым оттенком мелкозернистые песчаники массивные неслоистые с многочисленными плоскими обломками аргиллитов),* наблюдающийся в скв. 6 Ахмерово (рис. 4).

*Зеленовато-серые с буроватым оттенком средне-и мелкозернистые сильно глинистые песчаники массивные плохо отсортированные со*


Рис. 4. Характерные текстурные особенности литотипов А-6 и А-7 в разрезе скв. 6 Ахмерово (интервал 3017-3024 м).

Масштаб линейки 1 см.

[1] Здесь и далее такие необычные ассоцииации литотипов, формировавшихся, с одной стороны, в условиях умеренно активной, а, с другой – в затишных обстановках, связаны, на наш взгляд, скорее всего, с неполнотой кернового материала и невозможностью, следовательно, точного установления пространственно-временных взаимоотношений литотипов.

*слабо окатанной кластикой и иногда с тонкими (~ 1 мм) пропластками аргиллитов (А-3).* Названный литотип представлен относительно слабо сцементированными зеленовато-серыми и темными зеленовато-серыми сильно глинистыми песчаниками аркозового или полимиктового состава, в которых беспорядочно распределено значительное количество угловатых фрагментов кварца и полевых шпатов размером до 1-1.5 мм, а также присутствуют тонкие пологоволнистые пропластки глинистого материала.

Слабая сортировка кластики в песчаных прослоях, присутствие прослоев и интервалов глинистых песчаников, наличие незначительно окатанных (угловатых и угловато-округлых) зерен крупнопсаммитового материала указывают на заметную подвижность среды осадконакопления во время формирования данного литотипа. В то же время присутствие маломощных глинистых прослоев говорит о периодическом (или неоднократном) прерывании процесса накопления песчаного материала и фоновой седиментации тонкого пелитового компонента. В совокупности это, по всей видимости, указывает на неравномерное протекание осадочного процесса и существенные вариации гидродинамического режима.

Литотип А-3 встречается в разрезе старопетровской свиты в скв. 1 Кипчак (интервал 3107-3112 м)в ассоциации с литотипами В-3 и В-6.

*Зеленовато-серые с розоватым оттенком средне- и крупнозернистые песчаники с прослоями темных зеленовато-серых алевроаргиллитов (А-4).* Литотип А-4 образован пологоволиистыми без четких границ прослоями средне- и крупнозернистых полимиктовых песчаников (мощность прослоев от 0.3-0.5 до 1-1.5 см), неравномерно (через 1-3 см) разделенными пологоволнистыми пропластками и прослоями темных массивных алевроаргиллитов. Окраска песчаников пятнистая, неравномерная – на фоне преобладающей зеленовато-серой окраски присутствуют небольшие неправильные пятна розовато-серого и серого цвета.

Сосуществование в пределах весьма небольших фрагментов керна крупно- и среднезернистых псаммитов и тонких пропластков аргиллитов или алевроаргиллитов само по себе, на наш взгляд, указывает на существенные флуктуации условий осадконакоиления и весьма быстрое чередование седиментации под влиянием обычного волнения и процессов спокойного накопления пелитового материала.

Рассматриваемый литотип встречен в нижней части разреза старопетровской свиты в скв. 1 Северо-Кушкуль (интервал 2290.7-2293.5 м) в ассоциации с литотипом В-5.

*Светло-серые со слабым зеленоватым оттенком мелко- и среднезернистые песчаники с пропластками и многочисленными плоскими обломками (пластинками) темных зеленовато-серых алевроаргиллитов, подчеркивающими присущую породам пологую линзовидную, ко со волнистую, волнистую и субгоризонтальную слоистость (А-5).* Литотип А-5 представлен серыми и зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми песчаниками с многочисленными пологоволнистыми и флазерными (?) пропластками темно-серых и темно-зеленовато-серых мелкозернистых алевролитов или алевритистых аргиллитов толщиной 1-3 мм. Мощность косослоистых серий не превосходит 0.5-1.0 см, падение косых слойков и ориентировка штрихов в смежных сериях имеют одинаковое направление. Слоистость маркируется очень тонкими пропластками глинистого или органического вещества и изредко – вариациями их гранулометрии. Индивидуальные слойки отчетливо выполаживаются к подошве косослоистых серий.

Косоволнистая и волнистая слоистость в песчаниках указывает на достаточную, в целом, гидродинамическую активность и существование в бассейне комбинированного поля волнения и течений. Присутствие же многочисленных умеренно окатанных плоских обломков аргиллитов (флейксов) позволяет предполагать, что во время формирования данного л итоги па имели место как кратковременные периоды относительного покоя, способствовавшие накоплению тонкой терригенной взвеси, гак и неоднократный перемыв уже литифицированных или связанных микробиальными сообществами тонких глинистых прослоев, что приводило к формированию своеобразных прослоев пластинчатых брекчий аргиллитов.

Литотип А-5 наблюдался нами в разрезе скв. 6 Ахмерово 6 (интервал 3017-3030 м) в ассоциации с литотипами А-6 и А-7.

*Относительно тонкое полого-, линза в и 0-новолнистое (с мелкой разнонаправленной косо волнистой слоистостью в соседних слойках) чередование темных зеленовато-серых алевроаргиллитов и серых алевролитов или мелкозернистых песчаников (А-7).* Данный литотип образован чередованием 2-3-сантиметровых интервалов серых и светло-серых алевролитов или мелкозернистых песчаников массивных или обнаруживающих присутствие мелкомасштабной косоволнистой, волнистой и флазерной слоистости и имеющих примерно ту же мощность интервалов очень тонкого линзовидно-преры-вистого переслаивания темных зеленовато-серых и серых алевроаргиллитов. Косая слоистость в прослоях алевролитов и песчаников мар-кируется в основном вариациями окраски со-седних слойков. Падение косых слойков в смежных по вертикали сериях или в следующих друг за другом алеврито-песчаных интервалах отчетливо одно- или разнонаправленное. В интервалах тонкого переслаивания в линзах алевритов слоистость не проявлена.

Рассматриваемый литотип весьма примечателен. По рисунку и сочетанию различных типов слоистости, а главное, по наличию в сменяющих друг друга по вертикали слойках алевролитов и мелкозернистых песчаников разно-направленной косой и косоволнистой слоистости, этот литотип может быть отнесен к осадкам весьма подвижного прибрежного мелководья с доминированием приливно-отливных (сгонно-нагонных) течений. Отсутствие трещин усыхания и каких-либо других индикаторов су-баэральной экспозиции исходных осадков, позволяет предполагать, что его формирование происходило полностью в условиях субакваль-ного режима. Исходя из этих фактов, рассматриваемые образования накапливались скорее всего в пределах верхней сублиторали мелководного морского бассейна.

Данный литотип наблюдался нами в разрезе скв. 6 Ахмерово (интервал 3017-3030 м) (см. рис. 4, табл. 2) в ассоциации с литотипами А-5 и А-6.

Таблица 2

Распределение различных литотипов в разрезе скв. 6 Ахмерово

| **Номер образца*** | **Интервал, м** | **Характерные литотипы** |
|---|---|---|
| 33-35, 37-40 | 2930-2949 | 1) темно-серые и с зеленоватым оттенком массивные неслоистые алевролиты (**В-5)**<br><br>2) темно-серые или с зеленоватым оттенком неотчетливо, нитевидно, горизонтально слоистые алевролиты (**В-6)**<br><br>3) серые и темно-серые алевролиты с очень тонкой полого - и линзовидноволнистой слоистостью (**В-4)** |
| *Керн из интервала 2949-3017м отсутствует* | | |
| *43-41* | 3017-3019 | 1) светло-серые со слабым зеленоватым оттенком мелко- и среднезернистые песчаники с пропластками темных зеленовато-серых алевроаргиллитов, подчеркивающих присущую породам пологую линзовидную. косоволнистую, волнистую и субгоризонтальную слоистость. В песчаниках присутствуют пласти нки аргиллитов, часто довольно многочисленные (**А-5)**<br><br>2) светло-серые со слабым зеленоватым оттенком мелкозернистые массивные неслоистые песчаники с многочисленными пластинками аргиллитов (**А-6**)<br><br>3) полого-линзовидноволнистое с мелкой разнонаправленной косоволнистой слоистостью в соседних слойках чередование темных зеленовато-серых алевроаргиллитов и серых алевролитов (**А-7**) |

Примечание. * здесь и далее – номер образца из коллекции керна глубоких скважин М.В. Ишерс-кой, хранящейся в ИГ УНЦ РАН (г. Уфа).

Зона с умеренной или низкой подвижностью среды (зона Б)

*Зеленовато-серые средне- и мелкозернистые массивные или неотчетливо пологоволни-стослоистые песчаники с интервалами, обогащенными пленками глинистого материала и плоскими обломками (пластинкАми) аргиллитов (Б-1).* Литотин Б-1 представлен средне- и мелкозернистыми зеленовато-серыми преимущественно неотчетливо пологоволнистослоистыми песчаниками. Характерная для рассматриваемого литотипа слоистость подчеркнута тончайшими пропласткАми глинистого материала и/или органического вещества, а также в ряде случаев тонкими пластинками (плоскими обломками, флейксами) аргиллитов, ориентировка которых подчинена ориентировке тонких иропластков глинистого вещества. Последние наблюдаются в песчаниках через интервалы мощностью 2-3 см.

Преобладание в данном литотипе мелкозернистых песчаников с иологоволнистой слоистостью предполагает умеренную подвижность среды; на это же указывают и прослои с много численными пластинками аргиллитов, образованные, по всей видимости, за счет эрозии тонких глинистых пропластков и амальгамации ниже- и вышерасположенных песчаных слойков. Накопление осадков происходило предположительно выше базиса обычного волнения за счет иизкоскоростных потоков волочения.

Рассматриваемый литогип характерен для старопетровской свиты в скважинах 1 Кипчак и 20 007 С̕улинская (рис. 5), где он ассоциирует с литотипом Б-2, и сходен с описанным выше литотипом А-2.

*Серые или зеленовато-серые алевролиты с неотчетливой мелкомасштабной косоволнистой, тонкой волнистой и линзовидноволнистой слоистостью, подчеркнутой пленками глинистого материала и плоскими обломками (пластинками) аргиллитов (Б-2).* Литотип Б-2 представлен преимущественно темноокрашепными алевролитами с тонкими (1-3 мм) относительно выдержанными пропластками алевроаргпл-литов, аргиллитов или пленками органического материала (?). Обломки аргиллитов имеют размер до 1.5-2 см в поперечнике при толщине 1-2 мм; они ориентированы согласно с общей слоистостью породы.

На умеренную активность среды указывают в рассматриваемом случае доминирование в составе литотипа алевритового материала и преобладающие типы слоистости: косо- и линзовидно-волнистая. Можно предполагать, что накопление исходных осадков происходило выше или вблизи базиса ординарного волнения за счет низкоскоростных потоков волочения.

Литотип Б-2 характерен для разреза старопетровской свиты в скв. 20 007 Сулинская (интервал 2254-2258 м), где он встречается совместно с литотипом Б-1.

*Зеленовато-серые алевролиты или алевропесчаники тонко-, пологоволнисто- и линзо-виднослоистые (Б-3).* Это преимущественно средне- и тонкоплитчатые породы с достаточно однородной окраской. Присущая им тонкая пологолинзовидная слоистость маркируется в основном весьма неотчетливыми вариациями различных оттенков зеленого или серого цветов и заметно реже – тонкими (0.2-0.3 см) пологоволнистыми пропластками светло-серых тонкозернистых песчаников. Рассматриваемый литотип

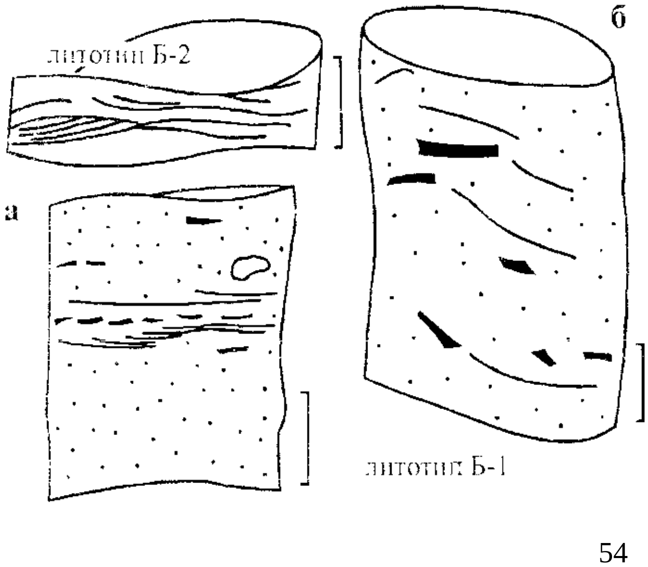



Рис. 5. Характерные текстурные особенности литотипов Б-1 и Б-2.

Масштаб линейки 1 см.

а–скв. 20 007 Сулли, интервал 2754-2258 м; б–скв. 1 Кипчак, интервал 3018-3022 м.

имеет, на наш взгляд, характеристики переходные между теми, что типичны для отложений зон Б и В. Присутствие в породах преимущественно линзовидной слоистости указывает на недостаточный в целом привнос в область седиментации мелкопсаммитового материала, а также на незначительную скорость придонных течений. Накопление исходных осадков имело место, вероятно, в той области дна бассейна, куда уже практически не проникало обычное волнение и существовали ламинарные придонные потоки.

Данный литотип характерен для разрезов старопетровской свиты, вскрытых скважинами 20 007 Сулинская и 62 Кабаково (табл. 3), где он ассоциирует с литотипами Г-2 и В-1.

*Пятнисто окрашенные (преимущественно буровато-серые) мелкозернистые песчаники с неотчетливой горизонтальной слоистостью (Б-4).* Рассматриваемый литотип представлен породами массивного облика, в которых лишь изредко можно наблюдать тонкую неотчетливую горизонтальную или пологоволнистую слоистость, подчеркнутую очень слабыми вариациями окраски слойков, мощность которых не превышает 3-4 мм.

Данный литотип наблюдался нами в скв. 1 Северо-Кушкуль в интервале 2164-2168.7 м.

Неотчетливая горизонтальная слоистость в песчаниках подчеркнута диффузными скопления органического вещества и тонкими про-пластками глинистого материала. Наличие пойкилитового карбонатного цемента указывает, что после захоронения песчаный осадок характеризовался заметной пористостью. Доминирование в составе рассматриваемого литотипа мелкопсаммитовой кластики и преобладание неотчетливой горизонтальной слоистости позволяет предполагать достаточно спокойную обстановку накопления исходных осадков (предположительно ниже базиса штормового волнения), в которой существовали скорее всего ламинарные потоки, способные перемещать частицы крупнее 0.1 мм.

## Зона с незначительной подвижностью среды (зона В)

*Тонкое (через 3-4 мм) и относительно тонкое (0.5-1.5 см) равномерное или неравномерное субгоризонтальное, полого- или линзовидноволнистое чередование серых или светло-*

Таблица3

Распределение различных литотипов в разрезе скв. 62 Кабаково

| **Номер образца** | **Интервал, м** | **Характерные литотипы** |
|---|---|---|
| 67-70 | 3139.1-3182 | 1) очень тонкое пологоволнистое относительно равномерное (через 3-4 мм) чередование темно-серых алевроаргиллитов и мелкозернистых серых алевролитов (**В-1**)<br>2) темно-серые алевроаргиллиты тонко-, нитевиднослоистые (**Г-2**)<br>3) неравномерное чередование серых алевролитов с косоволнистой слоистостью и темно-серых аргиллитов (**Б-3**) |
| *Керн из интервала 3182-3225.1 м отсутствует* | | |
| 72-75, 77 | 3225.1-3351 | 1) пологолинзовидное или тонкое субгоризонтальное чередование относительно светлых прослоев алевролитов и темно-серых алевроаргиллитов (**В-1**)<br>2) темно-серые алевроаргиллиты неслоистые массивные (**Г-2**)<br>3) шоколадно-коричневые алевроаргиллиты неслоистые массивные (**Г-3**) |
| *Керн из интервала 3351-3414 м отсутствует* | | |
| 79 | 3414-3416.8 | Мелкозернистые зеленовато-серые алевролиты с маломощными линзами серых алевропесчаников (**Б-3**) |

*серых алевролитов и темно- или зеленовато-серых алевроаргиллитов (В-1).* Основные особенности данного литотипа указаны уже в его названии. Линзы светлого алевритового материала имеют здесь отношение *длина : ширина* равное примерно 8-10 : 1 или же представляют собой слойки с сериями четковидных раздувов и пережимов. Внутри этих слойков может наблюдаться тонкая пологая косая слоистость, но значительная часть слойков ее лишена и имеет массивный облик. Границы слойков разного гранулометрического состава отчетливые, признаки градационной слоистости внутри прослоев алевритового материала отсутствуют.

Тонкое чередование прослоев алевритового и глинистого материала, а также присутствие в прослоях алевролитов однонапрвленной линзовидно-волнистой и неотчетливой мелкой косой слоистости, предполагает, что накопление исходных осадков происходило в достаточно спокойной гидродинамической обстановке при минимальной, но все же ощутимой подвижности среды. Отсутствие ясно выраженной волнистой, косоволнистой или мелкомасштабной косой слоистости предполагает, что накопление исходных осадков происходило ниже уровня ординарного волнения за счет доминирования в придонных слоях бассейна низкоскоростных однонаправленных течений. Рассматриваемый литотип по своим текстурно-структурным особенностям напоминает фации «мелкозернистых песчаников и аргиллитов» и/или «мелкозернистых ламинитов», описанных П.Ю. Петровым [2002] в разрезах безыменской свиты среднего рифея Туруханского поднятия. По аналогии с этими фациями можно предполагать, что формирование литотипа В-1 может быть представлено в виде многократного повторения процессов потоковой (ламинарной) и фоновой седиментации в сублиторальных обстановках. Показательно, однако, что часто ассоциирующие с фацией мелкозернистых ламинитов в туруханском разрезе птигматитовые текстуры в нашем случае отсутствуют, так же как не встречаются и трещины усыхания. Формирование данного литотипа происходило, таким образом, скорее всего во внутренних зонах бассейна, где влияние штормов или иных мощных агентов переработки осадков отсутствовало или было минимальным.

Литотип В-1 характерен для разрезов старопетровской свиты, вскрытых скважинами 1 Кипчак (рис. 6), 20 007 Сулинская, 1 Северо-Кушкуль (табл. 4), 800 Сергеевка и 62 Кабаково. Как правило, он ассоциирует с литотипами Г-1, Г-2, Г-3 и В-5, Б-1 и Б-3, а также в ряде случаев с А-1.

*Зеленовато-серые (иногда с розоватым оттенком или пятнистоокрашенные) алевролиты тонко-, неотчетливо-, горизонтальнослоис-*

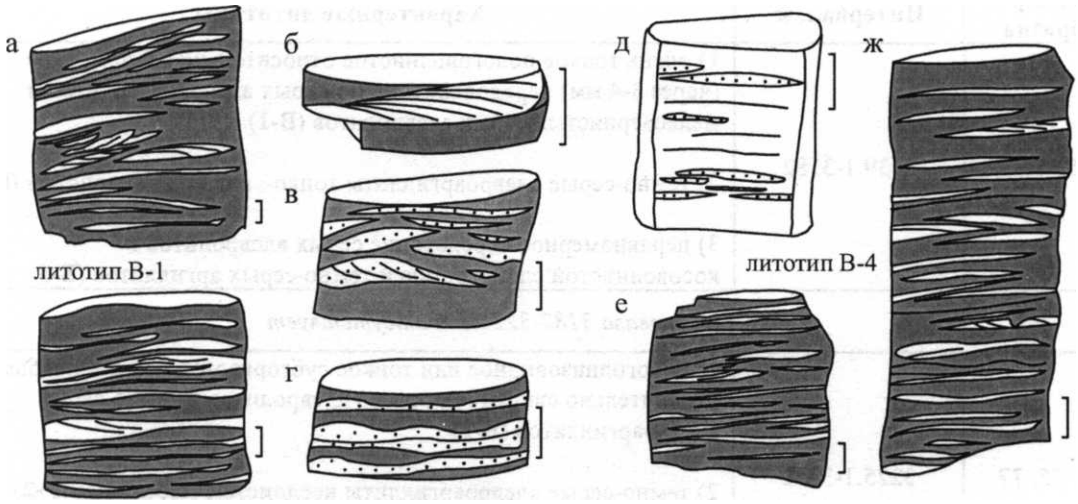



Рис. 6. Текстурные особенности литотипов В-1 и В-4, присутствующих в разрезах старопетровской свиты.

Масштаб линейки 1 см.

а - скв. 1 Северо-Кушкуль, интервал 2185-2193 м; б - скв. 62 Кабаково, интервал 3178-3182 м; в - скв. 62 Кабаково, интервал 3225-3227 м; г - скв. 62 Кабаково, интервал 3139-3142 м; д - скв. 1 Кипчак, интервал 3040-3044 м; е - скв. 6 Ахмерово, интервал 2941-2945 м; ж - скв. 6 Ахмерово, интервал 2945-

Таблица4

Распределение различных литотипов в разрезе скв. 1 Северо-Кушкуль

| **Номер образца** | **Интервал, м** | **Характерные литотипы** |
|---|---|---|
| 23 | 2164-2168.7 | Мелкозернистые пятнисто окрашенные (преимущественно буровато-серые) песчаники с пойкилитовым карбонатным цементом и неотчетливой горизонтальной слоистостью **(Б-4)** |
| 24 | 2168.7-2176 | Зеленовато-серые и шоколадно-коричневые неслоистые массивные алевроаргиллиты **(Г-2** и **Г-3)** |
| 25-27 | 2176-2185.6 | 1) темные зеленовато-серые неслоистые алевроаргиллиты **(Г-2)**<br>2) шоколадно-коричневые массивные алевроаргиллиты иногда с пропластками зеленовато-серых разностей **(Г-3)**<br>3) зеленовато-серые алевролиты полого-, линзовидно-, волнистослоистые с пропластками аргиллитов **(В-1)** |
| 29, 30 | 2185.6-2193 | 1) пологое линзовидноволнистое чередование светло-серых со слабым зеленоватым оттенком алевролитов и алевр о аргиллитов **(В-1)**<br>2) тонко-, горизонтально-, нитевиднослоистые зеленовато-серые алевроаргиллиты **(Г-1)** |
| *Керн из интервала 2193-2272.6м отсутствует* | | |
| 31-34 | 2272.6-2290.7 | Темные зеленовато-серые или серые со слабым зеленоватым оттенком массивные неслоистые или тонко-, неотчетливо-, горизонтальнослоистые алевроаргиллиты **(Г-1** и **Г-2)** |
| 37, 38 | 2290.7-2293.5 | 1) серые тонкоплитчатые массивные алевролиты **(В-5)**<br>2) темные зеленовато-серые алевроаргиллиты с прослоями (1-2 см) зеленовато-серых с розоватым оттенком полевошпато-кварцевых средне- и крупнозернистых песчаников **(А-4)** |

*тые (В-2).* Слоистость пород данного литотипа подчеркнута слабыми различиями в окраске рядом расположенных слойков и не всегда заметна.

Преимущественно алевритовый состав исходных осадков, присущая им часто неотчетливая горизонтальная слоистость и отсутствие каких-либо иных текстур, указывающих на существование в придонном слое турбулентных потоков, позволяют предполагать, на наш взгляд, весьма спокойные условия седиментации (ниже базиса ординарного волнения), близкие к тем, что существовали и в зоне Г.

Литотип В-2 характерен для разреза старопетровской свиты в скв, 1 Кипчак (интервал 3112-3117 м).

*Зеленовато-серые алевролиты массивные иногда неотчетливо полого-, линзо видно-волнистослоистые с тонкими очень редкими (через 10 и более см) пропластками аргиллитов (В-3).* В рассматриваемом литотипе слоистость подчеркнута в основном малозаметными вариациями окраски и иногда тонкими прослойками крупноалевритового или тонкозернистого песчаного материала. Встречающиеся среди алевролитов пропластки глинистого материала имеют мощность 1-3 мм и резкие отчетливые границы.

Условия накопления рассматриваемых отложений были, по всей видимости, достаточно сходными с теми, что типичны и для литотипа В-2. Относительно редкие прослои и пропластки аргиллитов предполагают более однородный процесс седиментации, чем можно видеть, скажем, на примере литотипов Б-2, В-1 и ряда других. Отсутствие ясно выраженной косой, волнистой или косоволнистой слоистости, как и трещин усыхания, указывает на накопление исходных осадков ниже базиса обычного волнения.

Литотип В-3 встречен в разрезах скважин 1 Кипчак и 1 Северо-Кушкуль, где он ассоциирует с литотипами А-3 и В-6.

*Серые и темно-серые алевролиты с очень тонкой полого- и линзовидноволнистой слоистостью (В-4).* В данном литотипе на сером и темно-сером фоне (алевролиты) присутствуют уплощенные (отношение длина : ширина порядка 8-12 : 1) более светлые линзы крупноалевритового материала, большинство из которых лишены видимой слоистости. Лишь изредка в этих пропластках наблюдается неотчетливая тонкая косая и косоволнистая слоистость.

Преимущественно алевритовый состав исходных осадков и весьма тонкая, подчас плохо проявленная, пологоволнистая и/или линзо-видноволнистая слоистость, подчеркнутая вариациями окраски и гранулометрии соседних очень тонких (~ 1-2 мм) слойков, указывают на весьма слабую гидродинамическую активность среды осадконакопления. Накопление рассматриваемых отложений могло происходить в затишных зонах бассейна, в которые со слабыми турбулентными потоками поступало ограниченное количество алевритовой взвеси.

Этот литотип характерен для верхней части разреза старопетровской свиты в скв. 6 Ахмерово (интервал 2930-2949 м) (см. рис. 4), где он ассоциирует с литотипами В-5 и Г-1.

*Серые или зеленовато-серые мелкозернистые массивные алевролиты (В-5).* Породы данного литотипа однородные массивные, плотные и крепкие.

Рассматриваемые образования скорее всего являются тиховодными осадками, накапливавшимися в удаленной от береговой зоны области бассейна. Доминирование в данном литотипе именно мелкозернистых алевролитов при отсутствии их крупнозернистых разностей и мелкозернистых песчаников, а также каких-либо потоково-эрозионных текстур показывает, что на формирование осадков не оказывали существенного влияния ни течения, ни волнения.

Данный литотип наблюдался нами в скв. 20 007 Сулинская. Разновидностью этого литотипа является, вероятно, литотип В-6 *(серые алевролиты тонко-, неотчетливо-, горизонтальнослоистые),* встреченный нами в разрезах скважин 1 Кипчак и 1 Северо-Кушкуль.

Зона с почти полным отсутствием подвижности среды (зона Г)

*Зеленовато-серые тонко-, нитевидно-, горизонтальнослоистые алевроаргиллиты (Г-1).* Литотип Г-1 сложен однородными зеленовато-серыми алевроаргиллитами с неотчетливой тонкой и очень тонкой горизонтальной слоистостью, маркируемой в основном незначительными вариациями окраски соседних слойков.

Это также фоновые осадки, формировавшиеся, по всей видимости, за счет тонкого алюмосиликокластического материала (пелитовая и мелкозернистая алевритовая фация) в открытой части бассейна ниже базиса обычного, а возможно и штормового, волнения. Типичная для них нитевидная горизонтальная слоистость скорее всего обусловлена флуктуациями собственно фоновой седиментации и связана с периодическим привносом в область осадконакопления тонкой алевритовой взвеси. По данным П.Ю. Петрова [2002], присутствие в подобных литотипах непрерывных переходов от пелитовой до алевритовой фракций, что мы и наблюдаем в данном случае, позволяют предполагать, что осаждение тонких взвесей происходило в водной толще достаточно большой толщины.

В наиболее характерном виде этот литотип наблюдается в разрезе скв. 800 Сергеевка (интервал 2643.8-2646.8 м), а также встречен в ассоциации с литотипами В-4 и В-5 в разрезе скв. 6 Ахмерово, в ассоциации с литотипом В-6 в скв. 1 Кипчак и в ассоциации с литотипами В-1 и Г-2 в скв. 1 Северо-Кушкуль.

*Серые, зеленовато- или темно серые алевроаргиллиты неслоистые массивные (Г-2).* Данный литотип представлен тонкозернистыми терригенными породами, лишенными каких-либо визуально распознаваемых текстур. Также как и литотип Г-3 *(шоколадно-коричневые алевроаргиллиты неслоистые массивные)* это типичные фоновые осадки, накапливавшиеся при осаждении тонкой илистой взвеси в весьма спокойной гидродинамической обстановке ниже базиса ординарного и, вероятно, штормового волнения.

Оба указанных литотипа наблюдаются на старопетровском уровне в разрезах скважин 1 Кипчак, 62 Кабаково и 1 Северо-Кушкуль в ассоциации с литотипами Б-1 и Б-3, В-1. Г-1. Шоколадно-коричневые аргиллиты, вероятно, имеют примесь вулканогенного компонента.

Положение всех охарактеризованных выше литотипов на идеализированном фациалы ном профиле бассейна показано на рис. 7.

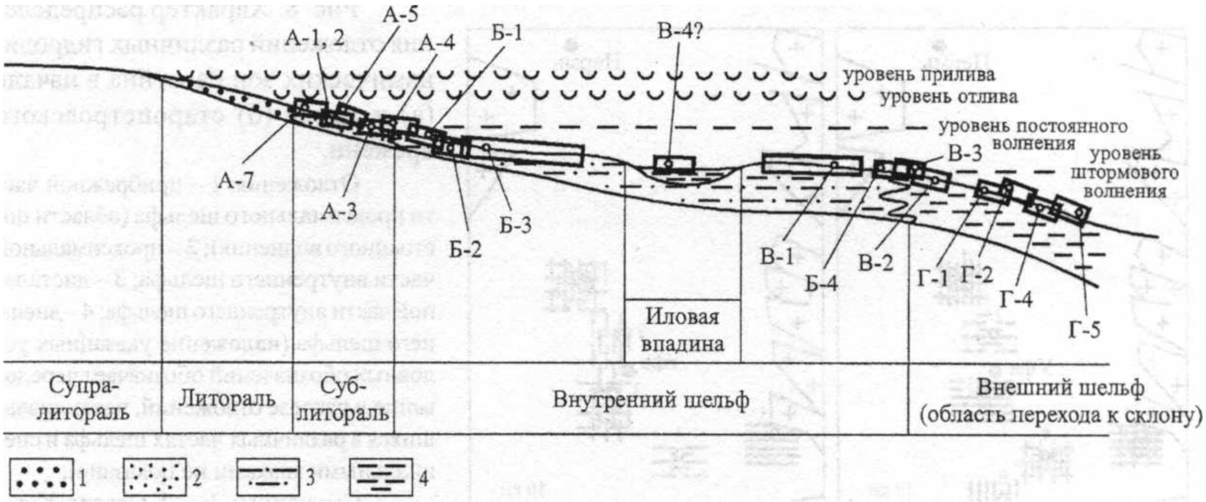



Рис. 7. Положение различных литотипов на идеализированном фациальном профиле бассейна.
1 – крупно- и среднезернистые пески; 2 – мелкозернистые пески; 3 – алевриты и тонкозернистые илы; 4 - тонкозернистые илы.

**Некоторые особенности распределения литотипов в разрезах старопетровского уровня и палеогеографии бассейна**

На имеющемся у нас материале невозможно рассмотреть собственно пространственно-временные особенности распределения охарактеризованных выше литотипов на всей территории Шкаповско-Шиханской впадины. Мы попытаемся проанализировать совокупности литотипов у нижней и верхней границ старопетровской свиты в скважинах 1 Северо-Куш-куль, 800 Сергеевка, 62 Кабаково, 1 Кипчак, 20 007 Сулинская и 6 Ахмерово и, на этой основе, реконструировать некоторые особенности палеогеографии старопетровского бассейна седиментации.

В скв. 1 Северо-Кушкуль у нижней границы свиты, в интервале 2272.6-2293.5 м, доминируют литотипы А-4, В-5, Г-1 и Г-2; у верхней границы свиты, в интервале 2164-2176 м, преобладают литотипы Б-4, Г-2 и Г-3.

В скв. 800 Сергеевка в основании свиты присутствуют породы литотипа Г-1, тогда как вверху - литотипа В-1.

В скв. 62 Кабаково наиболее низкие уровни старопетровской свиты (интервал 3414-3416.8 м) представлены литотипом Б-3, а наиболее высокие (интервал 3139.1-3182 м) - ли-тотипами Б-3, В-1 и Г-2.

В скв. 1 Кипчак наиболее низкие из охарактеризованных керном уровней старопетровской свиты (интервал 3155-3145 м) представлены литотипами В-1, В-5, В-6 и Г-1. Наиболее высокие уровни свиты (интервал 2984-2987 м) слагаются породами, принадлежащими к литотипу Г-2.

В скв. 20 007 Сулинская нижняя часть разреза старопетровской свиты (интервал 2287-2281 м) представлена литотипами Б-3 и В-1; верхняя же часть разреза свиты (интервал 2258-2250 м) объединяет литотипы Б-1, Б-2 и В-5.

Наконец, в скв. 6 Ахмерово базальные уровни старопетровской свиты (интервал 3017-3019 м) представлены литотипами А-5, А-6 и А-7; информации по литотипам самой верхней части данного лито стратиграфического подразделения у нас нет.

На рис. 8 представленная выше информация дана в графической форме для начала и конца старопетровского времени. Хорошо видно, что какой-либо «упорядоченности» в распределении в разрезах старопетровской свиты различных литотипов на рассматриваемой нами площади Шкаповско-Шиханской впадины нет. Так, самые нижние уровни свиты в прибортовой зоне бассейна представлены осадками зон Б и В, тогда как в скважине 6 Ахмерово, расположенной в центральной части впадины, преобладают осадки зоны А, т.е. зоны с определенной (или

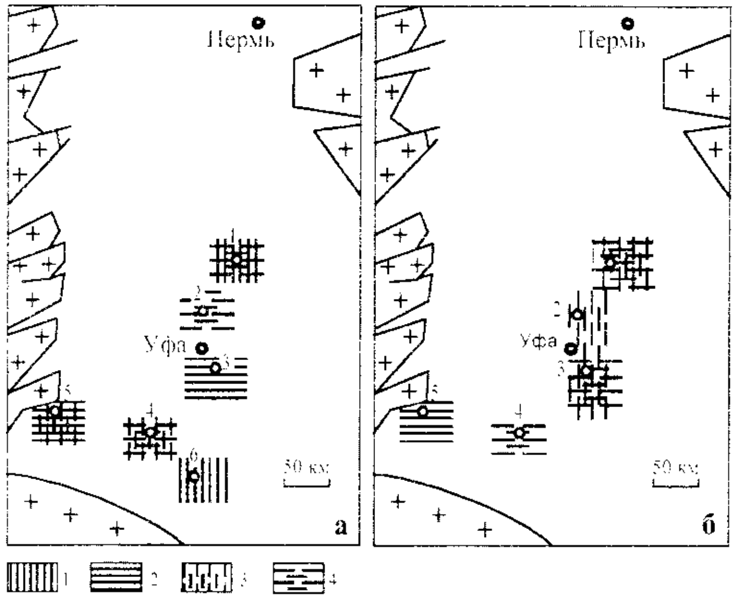



Рис. 8. Характер распределения отложений различных гидродинамических зон бассейна в начале (а) и конце (б) старопетровского времени.

Отложения: 1 прибрежной части проксимального шельфа (области постоянною волнения); 2 - проксимальной части внутреннего шельфа; 3 - листаль-ной части внутреннею шельфа; 4 - внешнего шельфа (наложение указанных условных обозначений обозначает чередование в разрезе отложений, накапливавшихся в различных частях шельфа и специальными знаками не показано).

Скважины: **1 - 1** Северо-Кушкуль; 2 - 800 Сергеевка; 3 - 62 Кабаковой - 1 Кипчак; 5 - 20 007 Сулинская; 6 - 6 Ахмерово.

заметной) подвижностью среды, которые, казалось бы, должны быть более типичны для прибрежной части бассейна. Осадки этой же зоны, наряду с осадками зоны Г (!!), присутствуют и в нижней части старопетровской свиты в другой скважине центральной части Шкапов-ско-Шиханской впадины™ 1 Северо-Кушкуль. В южном направлении они, по всей видимости, замещаются осадками зоны Г (скв. 800 Сергеевка) и зоны Б (скв. 62 Кабаково).

Самые верхние уровни старопетровской свиты в разрезе скв. 20 007 Сулинская, расположенной в прибортовой части Шкаповско-Шиханской впадины, представлены осадками зон Б и Г. Восточнее, в центральных районах впадины (скважины 1 Кипчак, 62 Кабаково и др.), преобладают осадки зон В и Г. Какая-либо четкая дифференциация описанных в настоящей статье литотипов и зон развития различных осадков отсутствует и здесь.

Все сказанное позволяет прийти к выводу, что в бассейне старопетровского времени не существовало четкой фациальной дифференциации осадков вкрест регионального палеоскло-на, как это предполагалось ранее в работах [Иванова, Клевцова, 1960; Иванова и др., 1969; Алиев и др., 1977; Лагутенкова, Чепикова, 1982; Масагутов, 2002]; возможно, это было связано с весьма выположенным характером дна данного водоема на большей части современной Шкаповско-Шиханской впадины. Присутствие преимущественно глубоководных образований в составе старопетровского уровня можно предполагать, по всей видимости, только для самых восточных районов современного Предуральс-кого прогиба. В пределах собственно шельфо-вой части бассейна существовало сложное, скорее всего мозаичное, распределение различных фациальных типов осадков, в том числе и достаточно глубоководных (иловые впадины ?).

## Петро- и геохимические особенности аргиллитов: некоторые генетические реконструкции

Для петро- и геохимических исследований использовано 17 образцов аргиллитов старопетровской свиты, отобранных в скважинах 5 Шихан, 1 Кипчак, 4 Аслы-куль, 1 Северо-Кушкуль и 1 Морозовская. После их предварительного макро- и микроскопического изучения было выполнено определение содержаний пст-рогенных окислов рентгенфлуоресцентным методом на СРМ-18 (аналитики - Г.С. Нсупокоева, **Л.**В. Фомина, В.П. Власов, Н.П. Горбунова, ИГГ УрО РАН); содержания малых и редкоземельных элементов в валовых пробах аргиллитов определены под руководством Ю.Л. Рон-кина методом ICP-MS (аналитики - О.П. Лспи-хина и О.Ю. Попова, ИГГ УрО РАН).

Содержания петрогенных окислов и ряда малых элементов в представительных образцах аргиллитов старопетровской свиты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Содержания основных породообразующих окислов (мас.%)
и ряда малых элементов (г/т) в представительных образцах аргиллитов
старопетровского уровня венда Шкаповско-Шиханской впадины

| Образцы / компоненты | ИШ-13 | ИШ-14 | ИШ-16 | ИШ-17 | ИМ-28 | ИМ-29 | ИМ-30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 62.32 | 60.66 | 59.72 | 56.96 | 59.32 | 58.79 | 59.15 |
| $TiO_2$ | 0.76 | 0.75 | 0.71 | 0.75 | 0.76 | 0.78 | 0.76 |
| $Al_2O_3$ | 14.49 | 16.64 | 17.32 | 17.91 | 16.96 | 16.77 | 17.22 |
| $Fe_2O_3$ total | 7.26 | 8.21 | 6.32 | 7.25 | 7.69 | 8.14 | 8.06 |
| MnO | 0.14 | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.07 | 0.10 |
| MgO | 2.90 | 2.84 | 2.98 | 3.27 | 2.72 | 2.77 | 2.71 |
| CaO | 1.64 | 0.30 | 0.69 | 0.55 | 0.46 | 0.48 | 0.37 |
| $K_2O$ | 3.36 | 4.06 | 4.68 | 5.41 | 3.96 | 3.68 | 4.1 1 |
| $Na_2O$ | 1.95 | 1.85 | 1.20 | 1.10 | 2.15 | 2.31 | 2.31 |
| $P_2O_5$ | 0.24 | 0.12 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| ппп | 5.06 | 4.98 | 6.04 | 6.29 | 4.78 | 5.11 | 4.79 |
| Сумма | 100.12 | 100.52 | 99.81 | 99.65 | 99.02 | 99.02 | 90.70 |
| Li | 40.96 | 54.49 | 87.81 | 87.47 | 95.40 | 143.82 | 62.72 |
| Be | 2.79 | 3.34 | 2.09 | 2.48 | 2.77 | 3.00 | 2.20 |
| Sc | 16.70 | 17.73 | 14.29 | 15.63 | 17.44 | 19.02 | 17.S5 |
| V | 109.61 | 111.89 | 104.72 | 113.22 | 117.08 | 136.37 | 1 17.68 |
| Cr | 131.57 | 77.85 | 174.71 | 126.49 | 97.54 | 142.83 | 99.57 |
| Co | 17.39 | 19.85 | 11.17 | 21.31 | 21.44 | 22.71 | 24.17 |
| Ni | 26.64 | 32.67 | 29.36 | 47.03 | 21.78 | 26.86 | 22.10 |
| Cu | 34.33 | 28.72 | 33.70 | 43.02 | 21.77 | 27.11 | 24.19 |
| Zn | 82.43 | 87.65 | 75.99 | 68.07 | 73.24 | 77.32 | 78.89 |
| Ga | 20.40 | 24.27 | 22.40 | 24.36 | 25.68 | 28.41 | 27.73 |
| Rb | 126.87 | 166.77 | 126.71 | 147.73 | 15S.11 | 145.01 | 173.63 |
| Sr | 64.93 | 79.08 | 118.54 | 107.88 | 92.2.1 | .105.73 | 95.20 |
| Y | 39.72 | 25.54 | 23.83 | 20.14 | 28.38 | 27.53 | 30.06 |
| Zr | 1S5.20 | 151.27 | 251.89 | 162.24 | 147.76 | 169.70 | 153.66 |
| Nb | 20.42 | 16.07 | 12.48 | 14.60 | 21.37 | 23.56 | 21.79 |
| Mo | 0.61 | 0.19 | 0.56 | 0.71 | 0.48 | 0.92 | 0.93 |
| Cs | 5.43 | 9.15 | 4.80 | 6.00 | 8.74 | 7.75 | 9.62 |
| Ba | 334.81 | 416.43 | 650.64 | 498.89 | 529.35 | 464.50 | 496.05 |
| La | 63.89 | 35.80 | 47.91 | 50.68 | 37.10 | 45.47 | 45.41 |
| Ce | 131.55 | 71.51 | 90.14 | 96.15 | 81.03 | 89.01 | 85.73 |
| Pr | 14.97 | 8.20 | 10.07 | 10.92 | 9.37 | 10.97 | 10.59 |
| Nd | 56.79 | 28.82 | 35.05 | 37.87 | 34.52 | 40.32 | 39.05 |
| Sm | 10.90 | 5.19 | 6.12 | 6.03 | 6.27 | 7.05 | 6.83 |
| Eu | 2.05 | 1.08 | 1.23 | 1.17 | 1.26 | 1.43 | 1.43 |
| Gd | 8.97 | 4.37 | 4.59 | 4.32 | 5.45 | 5.90 | 5.97 |
| Tb | 1.26 | 0.70 | 0.71 | 0.61 | 0.83 | 0.88 | 0.95 |
| Dy | 6.97 | 4.34 | 4.18 | 3.54 | 5.02 | 5.05 | 5.54 |
| Ho | 1.33 | 0.86 | 0.82 | 0.71 | 1.00 | 1.01 | 1.10 |
| Er | 3.55 | 2.48 | 2.33 | 2.03 | 2.87 | 2.85 | 2.90 |
| Tm | 0.53 | 0.38 | 0.34 | 0.30 | 0.43 | 0.43 | 0.47 |
| Yb | 3.36 | 2.54 | 2.17 | 1.92 | 2.85 | 2.79 | 2.86 |
| Lu | 0.50 | 0.38 | 0.32 | 0.29 | 0.44 | 0,43 | 0.43 |
| Hf | 4.91 | 4.11 | 6.50 | 4.37 | 4.48 | 4.59 | 4.52 |
| Ta | 1.47 | 1.17 | 0.92 | 1.07 | 1.29 | 2.19 | 1.99 |
| W | 1.28 | 1.17 | 0.96 | 1.00 | 1.89 | 2.28 | 2.08 |
| Pb | 16.60 | 7.89 | 12.08 | 26.67 | 10.88 | 11.02 | 10.17 |
| Bi | 0.27 | 0.36 | 0.25 | 0,29 | 0.52 | 0.32 | 0.56 |
| Th | 11.73 | 1278 | 14,03 | 15.26 | 13.94 | 14.60 | 15.59 |
| U | 2.00 | 1.53 | 2.16 | 2.22 | 2.24 | 1.81 | 2.41 |

Примечание. Привязка проб: ИШ-13 - скв. 5 Шихан; ИШ-17, ИШ-14, ШП-16, ПМ-28. ПМ-29. ИМ-30 —скв. 1 Северо-Кушкуль.

### Петрохимические особенности аргиллитов

Основные породообразующие окислы в аргиллитах старопетровского уровня присутствуют в сопоставимых с PAAS количествах; несколько ниже в них содержание CaO и выше – MgO и $Na_2O$.

Для характеристики общих петрохимических особенностей аргиллитов нами использованы методические подходы, рассмотренные в работах [Юдович, 1981; Юдович, Кетрис, 2000 и др.]. На диаграмме ФМ-НКМ подавляющее большинство фигуративных точек составов аргиллитов старопетровской свиты локализовано в поле V, отвечающем стандартной трехкомпонентной смеси «хлорит + монтморилллонит + гидрослюда» (рис. 9, а). По данным, приведенным в работе [Юдович, Кетрис, 2000, с. 131], породы подобного типа «... *не связаны с корами выветривания*».

На диаграмме ГМ–$Na_2O$+$K_2O$ точки аргиллитов старопетровской свиты образуют несколько кластеров в поле сиаллитов (рис. 9, б). Наибольшее число точек характерно для кластера I, отвечающего нормосиаллитам. Большинство других кластеров представлено 1-2 точками с сильно варьирующими значениями суммы щелочей и ГМ. Один образец аргиллитов принадлежит к классу гидролизатов.

На диаграмме ТМ–$TiO_2$ фигуративные точки составов аргиллитов старопетровского уровня локализованы весьма компактно (рис. 9, в), но отвечают области перекрытия полей гидрослюдистых и монтмориллонитовых глин.

На диаграмме М. Херрона [Herron, 1988] с координатами log ($SiO_2/Al_2O_3$)–log ($Fe_2O_3/K_2O$) точки составов аргиллитов старопетровской свиты локализованы в поле глинистых сланцев (рис. 9, г).

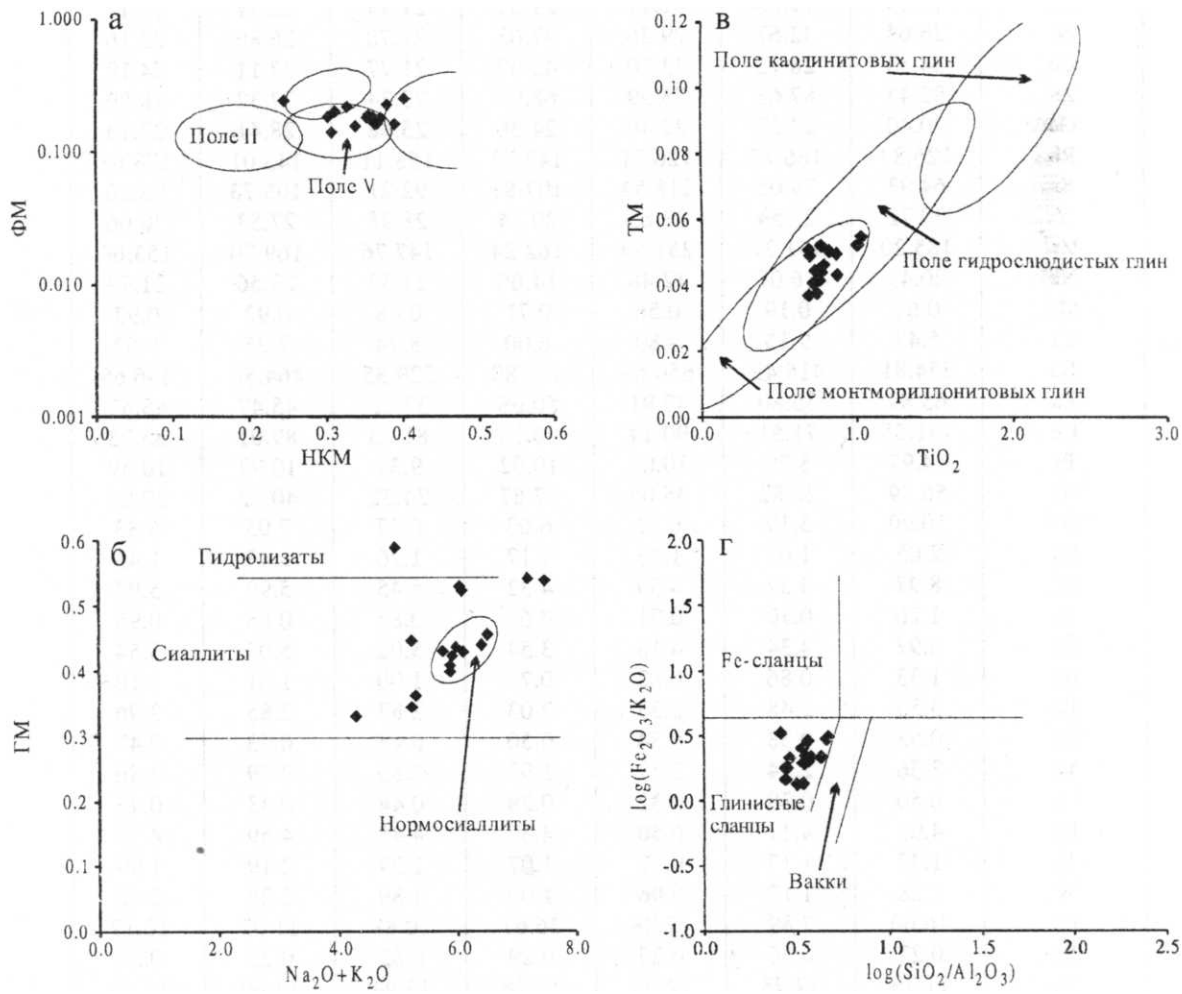



Рис. 9. Положение фигуративных точек аргиллитов старопетровской свиты на основных классификационных диаграммах.

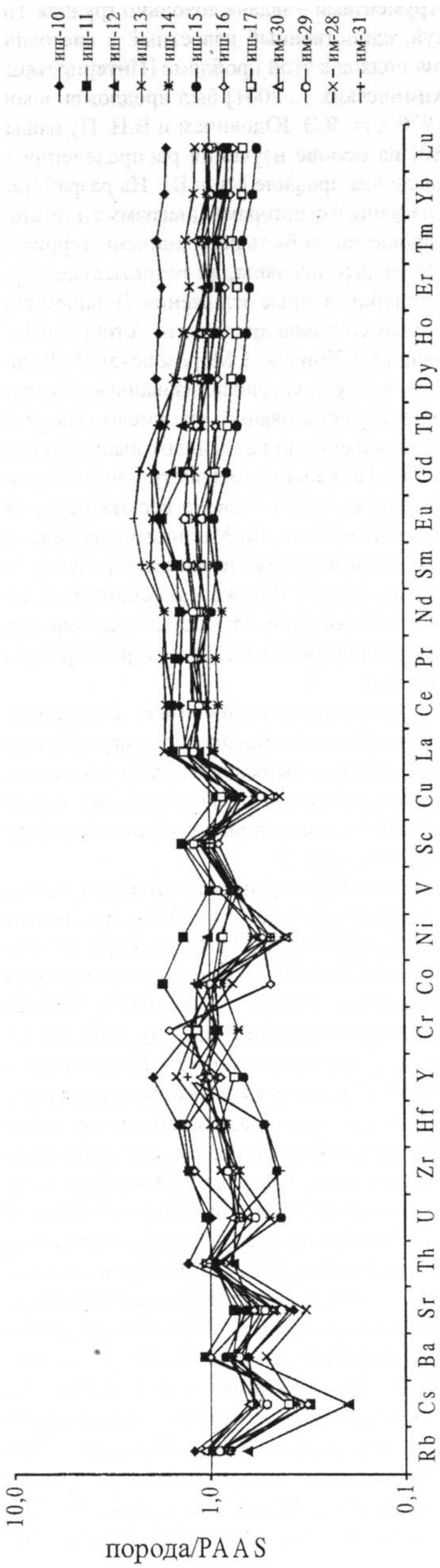



Рис. 10. Спайдер-диаграмма нормированных относительно PAAS крупноионных литофильных, высокозарядных элементов, переходных металлов и РЗЭ в аргиллитах старопетровской свиты.

## Геохимические особенности аргиллитов

Наиболее общие геохимические особенности состава аргиллитов старопетровской свиты следующие. Среди крупноионных литофильных (Rb, Cs, Ba, Sr, Th, U) элементов рубидий, барий, торий и уран присутствуют в аргиллитах старопетровской свиты в сопоставимых или несколько меньших, чем в PAAS количествах (рис. 10). Содержания цезия и стронция, напротив, заметно меньше. Коэффициенты концентрации высокозарядных элементов, таких как Zr, Hf и Y, в аргиллитах старопетровского уровня варьируют от 0.4 до 1.8-2.0 и только Nb во всех проанализированных нами пробах содержится в значимо больших количествах, нежели в PAAS. Элементы из группы переходных металлов (Сг, Co, Ni, V, Sc, Cu) характеризуются как несколько более низкими, так и несколько более высокими, относительно PAAS, коэффициентами концентрации. РЗЭ в аргиллитах старопетровской свиты также присутствуют как в несколько больших, так и в несколько меньших, нежели в PAAS, количествах.

Для анализа **степени зрелости тонкой алюмосиликокластики,** поступавшей в старопетровское время в область осадконакопления, и реконструкции **палеоклимата** нами использованы индексы CIA, CIW и ICV. Медианное значение индекса CIA составляет 65.9±4.2, что указывает на относительно небольшую, в целом, преобразованность процессами химического выветривания на палеоводосборах поступавшей в область седиментации тонкой алюмосиликокластики [Nesbitt, Young, 1982; Тейлор, Мак-Леннан, 1988 и др.]. На это же указывает и величина индекса IVC [Fedo et **at.,** 1995 и др.], составляющая 1.29±0.17. Медианное значение индекса CIW достигает в аргиллитах старопетровского уровня 61.6±3.8, что свидетельствует в пользу предположения об относительно слабом преобразовании алюмосиликокластики [Harnois, 1988] и доминировании на палеоводосборах старопетровского времени климата семиаридного типа.

Отношение ∑Ce/SY составляет в аргиллитах старопетровского уровня 3.24 [Маелов, Ишерская, 2004], что, исходя из критериев предложенных в работе [Балашов, 1976], также позволяет предполагать преобладание в старопетровское время семиаридного климата.

На это же косвенно указывает и величина отношения $K_2O/Al_2O_3$, составляющая в аргиллитах старопетровского уровня 0.23-0.05, и предполагающая присутствие на палеоводосборах достаточно большого количества слабо преобразованных процессами выветривания полевых шпатов [Cox, Lowe, 1995; Cox et al., 1995; Condic et al., 2001].

При **реконструкции окислительно-восстановительных обстановок в бассейне** седиментации наиболее согласующиеся результаты могут быть получены при использовании нескольких индикаторных отношений малых элементов, таких как Mo/Mn, V/(V+Ni) и V/Cr [Холодов, Недумов, 1991; Гаврилов и др., 2002; Маслов и др.. 2003]. По материалам В.Н. Холодова с коллегами [Холодов, Недумов, 1991 и др.], в бассейнах с сероводородным заражением величина отношения Mo/Mn варьирует от 0.0n до 0.n, тогда как в хорошо аэрируемых водоемах она составляет существенно менее 0.00n. Индекс V/(V+Ni) варьирует от 0.65-0.7 в осадках, накапливавшихся в умеренно бескислородных условиях, до почти 1.0 в отложениях, сформированных в отчетливо выраженных ре-докс обстановках [Hatch, Levcnthal, 1992; Lewan, 1984]. По данным, приведенным в работе [Jones, Manning, 1994], при значениях в глинистых породах индексов U/Th, аутигенного U, V/Cr и Ni/Co. соответственно, более 1.25, 12.0, 4.25 и 7.0 можно с большой степенью вероятности считать, что исходные осадки формировались в бескислородных обстановках, тогда как при величинах тех же индексов меньших, соответственно, 0.75, 5.0, 2.0 и 5.0 в области осадконакопления преобладали окислительные условия. Для аргиллитов старопетровской свиты медианные значения отношений Mo/Mn, V/(V+Ni) и V/Cr составляют, соответственно, 0.0012:0.0006, 0.793=0.07 и 1.003=0.21. Из анализа полученных данных со всей очевидностью следует, что во время накопления отложений старопетровского уровня в бассейне не существовало постоянных (устойчивых во времени) восстановительных обстановок.

**Глубина бассейна.** Реконструкция глубин бассейнов осадконакопления геохимическими инструментами – задача довольно трудная. Пожалуй, единственный известный в настоящее время подход к этой проблеме [Интерпретация геохимических..., 2001] был предложен в конце 1970-х гг. Я.Э. Юдовичем и В.Н. Пучковым [1980] на основе изучения распределения па фациальном профиле Мп и Ва. На разработанной названными авторами диаграмме достаточно хорошо могут быть разграничены терриген-ные (алеврито-песчаные и глинистые) шельфовые и глубоководные отложения. В нашем случае точки составов аргиллитов, отобранных в скважинах 1 Кипчак, 1 Морозовская, 5 Шихан и 1 Ссверо-Кушкуль, локализованы в поле глубоководных образований, что в целом вроде бы не противоречит приведенным выше данным литолого-фациальных реконструкций. Однако достоверность этого вывода весьма мала, так-как сама диаграмма Ba-Mn построена ее авторами на противопоставлении шельфовых и батиальных фаций. Вес же нанесенные на нес нами точки составов глинистых сланцев принадлежат шельфовой области старопетровского бассейна.

**Состав источников сноса.** Для реконструкции состава источников сноса мы использовали данные по содержаниям в аргиллитах старопетровской свиты редкоземельных и ряда других малых элементов, полученные методом ICP-MS (см. табл. 2).

Сумма РЗЭ в аргиллитах старопетровской свиты варьирует от 166 до 306 г/т, при медианном значении 215.06±43.55. Медианное значение отношения LREE/HREE в аргиллитах старопетровской свиты составляет 10.11±2.52. Медианные значения отношений $(La/Yb)_N$ и Ей/Ей* составляют, соответственно, 12.05^4.15 и 0.70±0.05. Все значения названных параметров типичны для тонкой алюмосиликокластики, сформированной за счет размыва зрелой континентальной коры. Спектры РЗЭ в образцах аргиллитов старопетровской свиты показаны на рис. 11. Все они по своей форме и основным параметрам ($La_N/Sm_N$, Gdj/Yt^, Eu/Eu* и др.) соответствуют типичным спектрам постархейских осадочных пород [Тейлор, Мак-Леннан. 1988 и др.], хотя в некоторых образцах величина отношения $Gd_N/Yb_N$ достигает значений (рис. 12). типичных для пород с высоким содержанием архейского компонента [Taylor, McLennan. 1995].

Содержания и соотношения ряда малых элементов в тонкозернистых терригенных породах, как известно [Тейлор, Мак-Леннан, 1988;

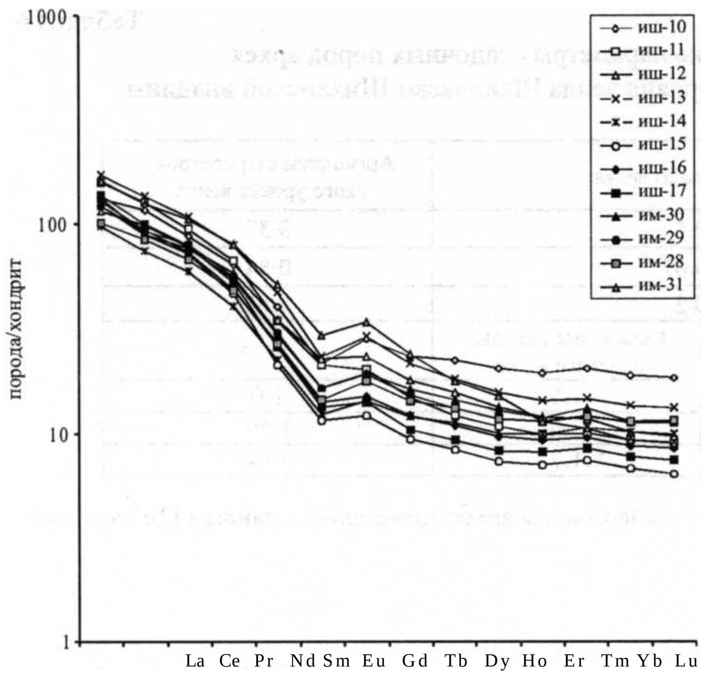



Рис. 11. Нормированные на хондрит спектры РЗЭ в аргиллитах старопетровской свиты.

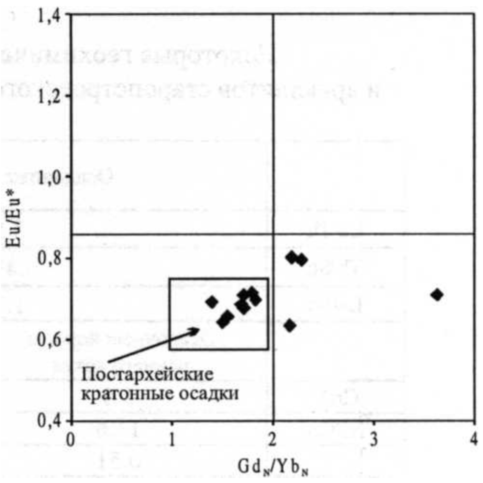



Рис. 12. Положение фигуративных точек составов аргиллитов старопетровской свиты на диаграмме Eu/Eu*-$Gd_N/Yb_N$ (прямоугольным контуром показано поле составов постархейских кратонных осадков, по [Taylor, McLennan, 1995]).

Condie, Wronkiewicz, 1990; Condie et al., 2001 и др.], также могут являться индикаторами состава и возраста источников сноса.

Относительно просто по геохимическим особенностям аргиллитов может быть проведено разграничение архейских и постархейских источников сноса [Тейлор, Мак-Леннан, 1988; McLennan, Taylor, 1991; McLennan et al., 1993 и др.]. Так, спектры РЗЭ в архейских осадочных породах (или, что, как мы понимаем, примерно одно и то же, в породах, образованных за счет размыва источников сноса, сложенных преимущественно комплексами архейского возраста), имеют менее упорядоченный характер, нежели спектры в постархейских образованиях. Суммарное содержание РЗЭ, величина отношения $La_N/Yb_N$ в архейских осадочных породах заметно ниже, чем в постархейских. В архейских осадочных породах отсутствуют Eu-аномалии. Средние значения отношений La/Th, Th/Sc и La/Sc для архейских аргиллитов составляют, соответственно, 3.5±0.5,0.43±0.07 и 1.3±0.2. Для семи-пелитов многих раннеархейских серий характерны очень высокие содержания хрома и никеля; для раннеархейских сланцев вообще характерны аномально высокие отношения Cr/V (~ 5.3), Ni/Co (~ 11.6) и, наоборот, низкие V/Ni (~ 0.51). В позднеархейских сланцах эти же параметры составляют, соответственно, 1.5, 3.0 и 1.7 [Тейлор, Мак-Леннан, 1988].

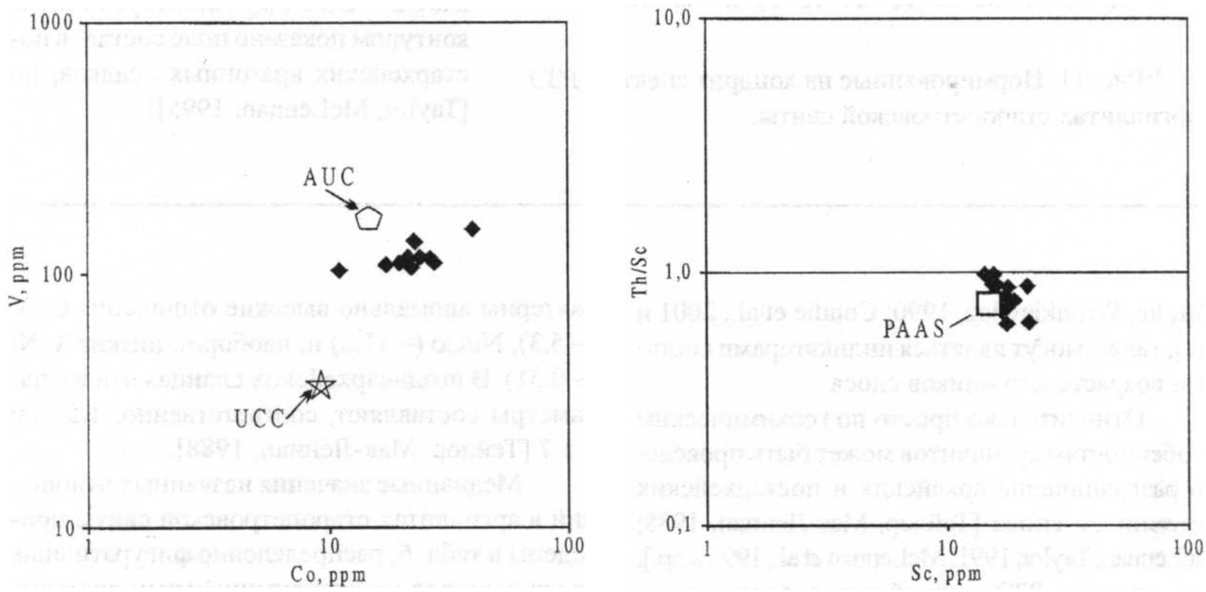
Медианные значения названных отношений в аргиллитах старопетровской свиты приведены в табл. 6, распределение фигуративных точек составов на дискриминантных диаграммах Co-V, Sc-Th/Sc и Cr-Ni показано на рис. 13. Сравнение их с теми, что характерны для пород раннего и позднего архея, вполне однозначно свидетельствует, что основным источником тонкой алюмосиликокластики, слагающей старопетровский уровень венда Шкаповско-Ши-ханской впадины, являлась не архейская верхняя кора, имеющая достаточно большое развитие в пределах Средневолжского сегмента кристаллического цоколя Восточно-Европейской платформы [Богданова, 1986], а кора, консолидированная к концу раннего протерозоя. Только по величине отношения La/Th аргиллиты старопетровского уровня оказываются достаточно близки к осадочным породам, сформированным за счет размыва архейской коры.

Таблица 6

Некоторые геохимические параметры осадочных пород архея и аргиллитов старопетровского уровня венда Шкаповско-Шиханской впадины

| | Осадочные породы архея | | Аргиллиты старопетровского уровня венда |
|---|---|---|---|
| La/Th | 3.5±0.5 | | 3.37 |
| Th/Sc | 0.4310.07 | | 0.84 |
| La/Sc | 1.3±0.2 | | 2.61 |
| | Осадочные породы раннего архея | Осадочные породы позднего архея | |
| Cr/V | 5.3 | 1.5 | 1.0 |
| Ni/Co | 11.6 | 3.0 | 1.59 |
| V/Ni | 0.51 | 1.7 | 3.84 |

Примечание. Оценки отношений малых элементов для архея приведены по данным [Тейлор, Мак-Леннан, 1988].



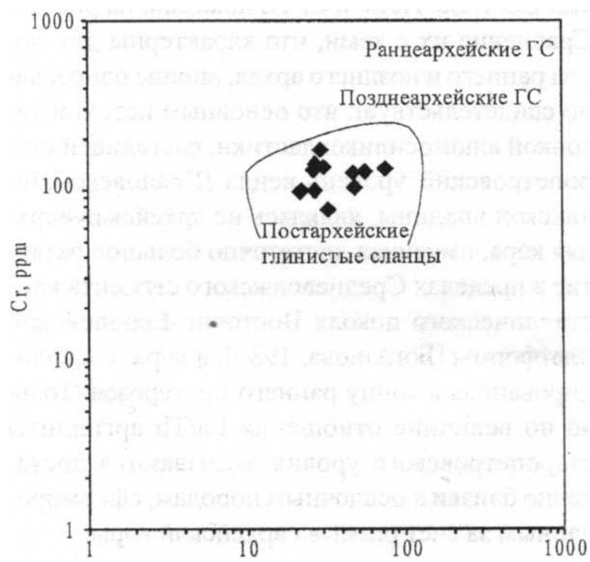




Рис. 13. Положение фигуративных точек составов аргиллитов старопетровской свиты на диаграммах V-Co, Th/Sc-Sc и Ni-Cr.

AUC - архейская верхняя кора; UCC - верхняя континентальная кора (консолидированная к концу раннего протерозоя кора, составляющая примерно 80-85 % современной верхней коры).

## Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Среди отложений старопетровской свиты Шкаповско-Шиханской впадины на основе анализа текстурно-структурных особенностей пород выделен ряд литотипов, принадлежащих различным зонам бассейна – от мелководной верхней сублиторали до глубоководного (ниже базиса штормового волнения) внешнего шельфа. Полученные нами данные подтверждают представления предшественников о «пестром» характере распределения в старопетровском бассейне различных фаций и о преобладании на большей части территории Шкаповско-Шиханской впадины мелководно-морских отложений, накапливавшихся в спокойных гидродинамических условиях. Возможно, что только крайние восточные разрезы старопетровского уровня, тяготеющие к восточному флангу современного Предуральского прогиба, представлены преимущественно отложениями глубоководного генезиса – тонкозернистыми терригенными осадками с тонкой горизонтальной слоистостью или массивным обликом, однако и в более западных районах среди мелководных пакетов переслаивания присутствуют пачки аргиллитов, имеющие признаки достаточно глубоководных образований.

В большинстве предшествующих палеогеографических реконструкций предполагалось, что погружение старопетровского палеобассейна происходило в восточном направлении. Наши данные, основанные на характере распределения различных гидродинамических зон, показывают существование достаточно хорошо выраженного общего южного тренда углубления бассейна.

Характер распределения литотипов у нижней и верхней границ старопетровской свиты в скважинах 1 Северо-Кушкуль, 800 Сергеевка, 62 Кабаково, 1 Кипчак, 20 007 Сулинская и 6 Ахмерово не обнаруживает какой-либо их «упорядоченности». Это позволяет предполагать, что в бассейне старопетровского времени не существовало четкой дифференциации обстановок осадконакопления. Напротив, распределение их носило, скорее всего, мозаичный характер, а это, в свою очередь, свидетельствует о чрезвычайно выположенном характере дна бассейна, по крайней мере в пределах западной Башкирии, охватывающей большую часть современной Шкаповско-Шиханской впадины. Вместе с тем, если в будущем подтвердится преобладание относительно глубоководных осадков в наиболее восточных разрезах старопетровского уровня, то это позволит представить бассейн данного временного интервата не как относительно простую блюдцеобразную впадину, а как систему шельф-склон.

Нашими данным не подтверждаются представления о доминировании на территории Шкаповско-Шиханской впадины в бассейне старопетровского времени аноксических обстановок, напротив, исходя из геохимических особенностей состава аргиллитов, в частности соотношения в них Mo и Mn, можно сделать вывод о преобладании в это время окислительных условий осадконакопления.

Степень петрохимической зрелости поступавшей в бассейн тонкой алюмосиликокластики была относительно невелика. По-видимому, это можно объяснить доминированием на палеоводосборах старопетровского времени семиаридного климата.

Основным источником тонкой алюмосиликокластики, слагающей старопетровский уровень венда 1Шаповско-Шиханской впадины, являлась зрелая верхняя континентальная кора, консолидированная к концу раннего протерозоя и отвечающая в значительной мере термину «Post-Archean Upper Crust» [Taylor, McLennan, 1995].

Таким образом, комплексный литолого-геохимический анализ отложений старопетровского уровня венда Шкаповско-Шиханской впадины позволил создать достаточно непротиворечивую модель процессов осадконакопления и реконструировать основные особенности (характер поступавшей в бассейн алюмосиликокластики, палеоклимат, состав источников сноса, окислительно-восстановительные обстановки, глубины и т.д.) седиментационного бассейна.

Авторы искренне признательны М.Т. Крупенину и С.А. Лубенцовой за подготовку проб для различных видов анализа, Н.С. Глушковой и А.Ю. Корниловой за выполнение компьютерных версий большинства приведенных в работе иллюстраций, сотрудникам лабораторий ФХМИ и радиогеологии ИГГ УрО РАН, выполнившим аналитические работы, а также П.Ю. Петрову (ГШ РАН) и ТВ. Белоконь (КамНИИКИГС) за ряд ценных советов и замечаний, способствовавших завершению работы над статьей.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант 03-05-64121), гранта «Ведущие научные школы» (НШ-85.2003.5), а также Программы Президиума РАН № 25.*

## Список литературы

*Алиев М.М., Морозов С.Г., Постникова И.Е. и др.* Геология и нефтегазоносность рифейских и вендских отложений Волго-Уральской провинции. М.: Недра, 1977. 157 с.

*Аксенов Е.М.* О вендском комплексе на востоке Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 9. С, 81-91.

*Аксенов Е.М.* История геологического развития Восточно-Европейской платформы в позднем протерозое: А вторе ф. дис, ... до кг. геол.-мин. наук в виде научного доклада. С-Пб.: ИГГД РАН, 1998. 106 с.

*Аксенов Е.М., Баранов В.В,, Диденко А.Н. и др.* Стратиграфия и основные этапы развития верхнепротерозойских пале о бассейнов Волго-Уральской провинции // Стратиграфия, палеонтология и перспективы нефтегазоносности рифея и венда восточной части Восточно-Европейской платформы. Матлы Всерос. совет. Уфа: УНЦ РАН, 1999. С. 3-12.

*Аксенов Е.М., Келлер Б.М., Соколов Б.С. и др.* Общая схема стратиграфии верхнего докембрия Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1978. *No* 12. С. 17-34.

*Балашов Ю.А.* Геохимия редкоземельных элементов. Мл Наука, 1976. 26)8 с.

*Беккер Ю.Р.* Открытие эдиакарской биоты в кровле венда Южного Урала // Региональная геология и металлогения. 1996. № 5. С. 111-131.

*Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М.* Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. Пермь: ИПК «Звезда», 2001. 108 с.

*Богданова С.В.* Земная кора Русской плиты в раннем докембрии (на примере Волго-Уральского сегмента). Мл Наука, 1986. 224 с.

*Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Барабошкин Е.Ю., Щербинина Е.А.* Аноксический раннемеловой бассейн Русской плиты: седиментология и геохимия // Литология и полез. ископаемые. 2002. № 4. С. 359-380.

*Иванова З.П., Клевцова А.А.* Условия накопления додевонских отложений северо-востока Русской платформы в связи с оценкой перспектив их нефтегазоносности // Геологическое строение и нефтегазоносность Пермской области и Прикамья. М.: Гостоптехиздат, 1960. С. 151-168.

*Иванова. З.П., Веселовская М.М., Клевцова А.А. и др.* Нефтегазоносные и перспективные комплексы центральных и восточных областей Русской платформы. Т. I. Доордовикские отложения центральных и восточных областей Русской платформы. Л.: Недра, 1969. 168 с.

Интерпретация геохимических данных / Под ред. Е.В. Склярова. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.

*Ишерская М.В.* Особенности каировской серии платформенного Башкортостана // Терригенные осадочные последовательности Урала и сопредельных территорий; седименто- и литогенез, минерагения. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 77-78.

*Кирсанов В.В.* К вопросу о стратиграфии и корреляции отложений вендского комплекса на восточной окраине Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1968. № 6. С 86-103.

*Клевцова А.А.* О стратиграфическом положении верхнебавлинских отложений Урало-Поволжья // Стратиграфия, литология, фации и фауна верхнею протерозоя и палеозоя Волго-Уральской нефтегазоносной области. М.: Недра, 1966. С. 14-19.

*Клевцова А.А., Поповнин В.В.* Вендские обложения в Волго-Уральской провинции и перспективы их нефтегазоносности // Сов. геология. 1983. № 6. С. 3-10.

*Лагутенкова Н.С., Чепикова И.К.* Верхнедокембрийские отложения Волго-Уральской области и перспективы их нефтегазоносности. М: Наука. 1982. 110с.

*Масагутов Р.Х.* Литолого-стратиграфическая характеристика и палеогеография позднего докембрия Башкирского Приуралья. М.: Недра, 2002. 224 с.

*Маслов А.В., Ишерская М.В.* Основные черты стратиграфии и палеогеографии позднего венда западного склона Южного Урала и прилегающих районов востока Русской платформы // Палеогеография вендараннего палеозоя Северной Евразии. Екатеринбург: ИЕЕ УрО РАН, 1998. С. 30-43.

*Маслов А.В., Ишерская М.В.* Петро- и геохимические особенности аргиллитов верхнего венда Шкаповско-Шиханской впадины как индикаторы условий их формирования, состава и эволюции источников сноса (предварительные данные) // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 87-97.

*Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э. З., Петров Г.А.* К оценке редокс-обстановок рифейских и вендских бассейнов осадконакопления западного склона Урала // Литосфера. 2003. № 2. С. 75-93.

*Ожиганова Л.Д., Ишерская М.В.* Направление сноса обломочного материала в отложениях венда на территории Западной Башкирии // История геологического и геоморфологического развития Урала. Уфа: БФАН СССР, 1979. С. 56-62.

*Петров П.Ю.* Микробные маты и обстановки терригенной седиментации в докембрии: безыменская свита, средний рифей Туруханского поднятия // Литология и полез, ископаемые. 2002. №6. С. 639-670.

*Постникова И.Е.* Верхний докембрии Русской плиты и его нефтеносность. Мл Недра, 1977. 222 с.

*Сергеева Н.Д.* Особенности вендских отложений востока Русской плиты по акцессорным минералам // Стратиграфия, палеонтология и перспективы нефтегазоносности рифея и венда вое точной части Восточно-Европейской платформы. Ч. 2. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1999. С. 71-72.

Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2000. 81 с.

Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология / Под ред. Б.М. Келлера и Н.М. Чумакова. М.: Наука, 1983. 184 с.

*Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М.* Континентальная кора: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.

*Холодов В.Н., Недумов Р.И.* О геохимических критериях появления сероводородного заражения в водах древних водоемов // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. №12. С. 74-82.

*Юдович Я.Э.* Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 276 с.

*Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Основы литохимии. С-Пб.: Наука, 2000. 479 с.

*Юдович Я.Э., Пучков В.Н.* Геохимическая диагностика глубоководных осадочных пород // Геохимия. 1980. № 3. С. 430-449.

*Condie K.C , Wronkiewicz D.A.* The Cr/Th ratio in Precambrian pelites from the Kaapvaal Craton as an index of craton evolution // Earth Planet. Sci. Lett. 1990. V. 97. P. 256-267,

*Condie K.C, Lee D., Farmer G.L.* Tectonic setting and provenance of the Neoproterozoic Uinta Mountain and Big Cottonwood groups, northern Utah: constraints from geochemistry, Nd isotopes, and detrital modes // Sed. Geol. 2001. V. 141-142. P. 443-464.

*Cox R., Lowe D.* A conceptual review of regional-scale controls on the composition of clastic sediment and the co-evolution of continental blocks and their sedimentary cover // J. Sed. Res. 1995. V. A65. P. 1-12.

*Cox R., Lowe D.R., Cullers R.L.* The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in southwestern United States//Geochim. Cosmochim. Acta. 1995. V. 59. P. 2919-2940.

*Fedo C.M., Nesbitt H.W., Young C.M.* Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosoils, with implications for paleoweathering conditions and provenance // Geology. 1995. V. 23. P. 921-924.

*Harnois L.* The CIW index: a new chemical index of weathering// Sed. Geol 1988. V. 55. № 3-4. P. 319-322.

*Hatch J.R., Leventhal J.S.* Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dennis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. // Chem. Geol. 1992. V. 99. P. 65-82.

*Herron M.M.* Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // J. Sed. Petrol. 1988. V. 58. P. 820-829.

*Jones B., Manning D.A.C* Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones // Chem. Geol. 1994. V. 111. P. 111-129.

*McLennan S.M., Taylor S.R.* Sedimentary rocks and crustal evolution: tectonic setting and secular trends //J. Geol. 1991. V. 99. P. 1-21.

*McLennan S.M., HemmingS.R., McDaniel O.K., Hanson G.N.* Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics // In: Johnsson MJ. and Basu A. (Eds.), Processes controlling the composition of clastic sediments. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1993. V. 284. P. 21-40.

*Nesbitt H.W., Young G.M.* Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites// Nature. 1982. V. 299. P. 715-717.

*Taylor S.R., McLennan S.M.* The chemical evolution of the continental crust // Reviews of Geophysics. 1995. V. 33. P. 241-265.

*Рецензенты: с.н.с. П.Ю. Петров, доктор геол.-мин. наук Т.В. Белоконъ*