СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА (Западная Сибирь)



Екатеринбург 2009



Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный горный университет»

СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА (Западная Сибирь)

Научное издание

Под редакцией В. П. Алексеева

Екатеринбург 2009 УДК 551.76 + 552.08 (571)

С66 Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / В. П. Алексеев, Ю. Н. Федоров, В. А. Савенко; под ред. В. П. Алексеева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 227 с. ISBN 978-5-8019-0225-8

Основное содержание работы посвящено установлению закономерностей в строении толщи (цикличности) и корреляции выделенных комплексов пород, включая коллекторы, чем продолжено начатое в предыдущих изданиях (2006, 2007) освещение состава, строения и условий формирования отложений тюменской свиты Шаимского НГР. Изложение материала выполнено в методологически выдержанной последовательности: от измерения формы объекта до его полной характеристики: морфометрия → морфография → морфогенезис → морфология. Отдельное внимание уделено самоорганизации в процессе осадконакопления (нелинейной литологии).

Полученные результаты впервые иллюстрируют высокую разрешающую способность соответствующих этапов известной методологии фациально-циклического анализа для глубокозалегающих терригенных отложений, включающих весь комплекс горючих ископаемых (нефть, газ, уголь).

Для специалистов в областях литологии и геологии горючих ископаемых.

Табл. 22. Илл. 100. Библ. 168 назв.

Рецензенты: канд. геол.-минерал. наук В. Н. Кошевой; отдел геологии нефти и газа Регионального агентства по недропользованию по УрФО

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета.

На обложке: коллаж, иллюстрирующий границы тюменской свиты на колонке скважины и в образцах (изображения взяты из работы[122], с. 173 и 185)

 СУральский гос. горный университет, 2009
С Авторы, 2009

ISBN 978-5-8019-0225-8

введение

Неуклонно возрастающий интерес к позднетриасово-среднеюрским (без келловея) отложениям нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна обусловлен его главной долей в нераспределенных нефтегазовых ресурсах, которые в значительной степени еще и недостаточно изучены. Однако даже и в освоенных районах степень изученности этой наиболее глубокозалегающей части разреза, как правило, недостаточна в связи со сложностью ее строения и невыдержанностью отложений, в основном имеющих внутриконтинентальный генезис. Последним они существенно отличаются от нижнемеловых и верхнеюрских отложений собственно плитного этажа, являющихся на сегодняшний день главным источником добычи российской нефти. Указанные предпосылки неизбежно приводят к позиции, в частности и вкратце охарактеризованной следующим образом: «... большинство вновь открытых месторождений по южным районам Тюменской области относится к сложнопостроенным месторождениям, открытие которых при применении стандартных подходов к поиску залежей нефти, традиционно применявшихся в Западной Сибири, было бы практически невозможно» [150].

Для подавляющей части территории Западной Сибири характерна высокая нефтегазоносная продуктивность малышевского нефтегазоносного комплекса (коллекторы Ю2 – Ю4), содержащего более 40 % извлекаемых нефтяных ресурсов от всех ожидаемых в нижне-среднеюрских отложениях [42, 54]. Эти ресурсы в основном связаны с верхней подсвитой тюменской свиты, геологическое строение которой, как правило, представляется более простым по отношению к нижележащим горизонтам. В то же время, «несмотря на кажущуюся простоту строения средней юры, возникают большие затруднения при прогнозировании нефтегазоносности пластов Ю₂ – Ю₄. При выделении и районировании зон распространения предполагаемых резервуаров с высокими фильтрационно-емкостными свойствами возникает проблема, связанная с тем, что пласты Ю2 – Ю4 формировались в условиях субконтинентальных и мелководных обстановок осадконакопления среднеюрского бассейна. В связи с этим наблюдается довольно сложная дифференциация фаций по свойствам пород, носящая мозаичный характер их строения по площади» [142].

Суммирование отмеченных позиций неизбежно приводит к выводу: «...перспективы открытия новых залежей нефти связаны также и с появлением новых наукоемких технологий их поиска» [150]. В то же время мы твердо уверены, что эти технологии совершенно не обязательно должны быть связаны с применением все более дорогостоящих дистанционных средств и методов изучения недр (в первую очередь сейсморазведка и ГИС). Так, в качестве высокоразрешающего и весьма доступного метода, позволяющего радикально повысить точность геологических построений, нами предложено использовать многократно апробированный на многих внутриконтинентальных терригенных (угленосных) толщах фациально-циклический анализ.

Представляемая книга является третьей из серии работ по Шаимскому нефтегазоносному району (НГР), в котором полвека назад получена первая в Западной Сибири промышленная нефть (1960 г.). В первой были впервые детально изложены материалы по угленасыщенности и метаморфизму углей тюменской свиты, что позволило рассмотреть эти отложения как связующее звено для раннемезозойских внутриконтинентальных терригенных угленосных формаций Северной Евразии^{*}[128]. Во второй, также впервые, дана подробная характеристика фациального состава отложений. Многоаспектная верификация изначально генетических реконструкций позволила представить и рассмотреть валидность общей модели тюменской свиты как самоорганизующейся системы^{**}[122]. Таким образом, во второй книге охарактеризован первый этап фациально-циклического анализа, заключающийся в установлении фаций по керну. В обеих указанных работах мы уже давали общую характеристику строения тюменской свиты с краткой характеристикой выделяемых литоциклов, установленных на базе корреляции отложений. Однако именно в этой, третьей по счету, книге данные вопросы рассмотрены последовательно и детально. Тем самым к решению поставлены вопросы установления закономерностей в чередовании фаций (цикличности) и составления корреляционных схем и профилей разного масштаба и детальности, вплоть до охватывающих весь Шаимский НГР.

Глава 2, а также разделы 3.2, 4.1, 4.5, 5.3, 6.2, 7.1 и 7.3 написаны В. П. Алексеевым, остальные главы и разделы – коллективом авторов. В полевых исследованиях и обработке материалов помимо авторского коллектива приняли участие С. С. Газалеев, Т. С. Мызникова и ряд студентов геологонефтяной специальности УГГУ. В процессе подготовки рукописи авторы пользовались ценными советами и замечаниями своих коллег по работе, которым приносят искреннюю признательность. Особенно мы благодарны за внимание к проводимым работам со стороны знатока шаимских геологоговии и обращено внимание на решение некоторых вопросов не только практического, но и научно-методологического характера.

^{*} Угленасыщенность, петрографический состав и метаморфизм углей тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь)/ В. П. Алексеев, В. И. Русский, Ю. Н. Федоров и др. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 158 с.

^{**} Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь)/ В. П. Алексеев, Ю. Н. Федоров, А. В. Маслов и др. Екатеринбург: Издво УГГУ, 2007. 209 с.

1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

Геологическое строение Шаимского нефтегазоносного района (ШНГР) в минимальной и достаточной для поставленных целей степени освещено нами в предыдущих работах [122, 128], базирующихся на большом количестве источников разного рода и детальности [42, 54, 93, 101, 113, 114, 145 и др.]. Поэтому постараемся развернуть современные представления о геологии ШНГР в несколько ином ракурсе, имеющем главной целью обоснование постановки выполненных авторами работ, не приводя уже изложенные сведения.

1.1. Состояние и перспективы поисков и разведки месторождений нефти и газа в Шаимском нефтегазоносном районе

Старейший в Западной Сибири Шаимский НГР имеет полувековую историю своего изучения и освоения. За этот период открыто и введено в эксплуатацию 19 месторождений нефти. Несмотря на солидный возраст и значительные отборы запасов нефти (около 70 %), район сохраняет устойчивые перспективы прироста запасов, что во многом связано с наличием трех разных по геологической характеристике и нефтегазоносности этажей: доюрского (фундамент и кора выветривания), нижнеплитного (тюменская свита) и специфически контрастного в собственно плитном (вогулкинская, локально распространенная толща). Именно с последней связано открытие первых нефтяных месторождений Западной Сибири, которое пришлось по сути на наиболее сложные по геологическому строению юрские продуктивные отложения.

Укажем, что впервые гипотеза о перспективах нефтегазоносности юрских отложений была высказана академиком И. М. Губкиным на Урало-Кузбасской сессии Академии наук СССР, состоявшейся в 1932 году в г. Свердловске, и позднее более обстоятельно была сформулирована им в г. Новосибирске [95]. Он полагал, что «на восточном склоне Урала угольная фация юры по направлению к востоку, т. е. немного дальше от береговой линии, где происходило накопление осадков, где отложились угленосные свиты, – угольная фация заменяется нефтяной». Гипотеза предопределила и основные направления геологоразведочных работ: «...необходимо, – говорил И. М. Губкин, – вдоль всего восточного склона Урала провести ряд разведочных работ. Для этого необходимо, в первую очередь, пустить геофизику, гравиметрию, сейсмометрию. Нужно поперек восточного склона Урала сделать ряд геофизических ходов, а за ними нужно пустить ряд буровых скважин, чтобы данные геофизики проверить данными глубокого бурения» [95].

Блестящим подтверждением этой гипотезы явилась существенная переориентация нефтяных ресурсов Шаимского района в сторону *угленосной* тюменской свиты. Несмотря на их более низкую продуктивность (по сравнению с вогулкинской толщей), с данными отложениями на настоящее время связано более 60 % начальных извлекаемых запасов по району. Сложное строение и невыдержанность разреза тюменской свиты определяют необходимость поисков закономерностей в ее строении для определения благоприятных участков с ловушками неструктурного типа.

Месторождения Шаимского НГР имеют различную историю и длительность эксплуатации. Одни из них были открыты и начали разрабатываться еще в начале 60-х годов (центральная и южная части района), другие разведаны и вступили в эксплуатацию достаточно недавно (северная часть района).

В настоящее время по ТПП «Урайнефтегаз» находится в разработке 16 нефтяных и газонефтяных месторождений (рис. 1.1), при этом основная добыча нефти обеспечена месторождениями, находящимися в стадии падающей добычи, характеризующимися высокой степенью разбуренности проектного фонда скважин, выработки запасов и обводненности добываемой продукции. По состоянию на начало 2002 г. от начальных извлекаемых запасов нефти было отобрано около 70 % при средней обводненности более 80 %.

В статье [93], опубликованной в сборнике, посвященном добыче 200миллионной тонны нефти в Шаимском НГР, намечены перспективные направления «восстановления и расширения минерально-сырьевой базы ТПП «Урайнефтегаз». Их решение остается актуальным и по прошествии шести лет после первоначальной постановки. Поэтому ограничимся цитированием некоторых из указанных положений, применительно к задачам, решаемым представленной работой.

1. Комплексная обработка и интерпретация всей имеющейся геологогеофизической информации (прежде всего сейсмической) с целью выявления новых перспективных ловушек УВ структурного и неструктурного типов. Для построения геологических моделей необходима информация по основным отражающим горизонтам А (кровля фундамента), Т, П, Б и М.

2. Окончательное решение проблем со стратификацией разреза юрских отложений, стратиграфическая унификация юрского разреза Шаимского района, «встраивание» индексации коллекторов в общую для Западной Сибири.

3. Построение детальных числовых геолого-фильтрационных моделей, охватывающих достаточно обширные зоны (несколько месторождений) с целью уточнения их геологического строения (особенно приграничных районов), пересчета запасов и подготовки новых проектных документов на разработку. Построение моделей позволит открыть небольшие неструктурные залежи в пределах лицензионных участков и повысить эффективность поисково-разведочного бурения.

4. Проведение поисково-разведочных и доразведочных работ с целью выявления новых залежей неструктурного или комбинированного типа, в том числе пропущенных на разрабатываемых месторождениях (в отложениях викуловской, абалакской, тюменской свит и доюрского комплекса).

5. Участие в проведении поисково-разведочных работ на перспективных участках нераспределенного фонда, непосредственно примыкающих к лицензионным, и более удаленных.



Рис. 1.1. Нефтегеологическое районирование западной части территории XMAO [18]:

3Т – Западно-Тугровское, ВК – Восточно-Каменное месторождения

Естественно, что актуальность поставленных вопросов непреходяща, хотя бы уже в силу тривиальности высказывания о *полной изученности месторождения только после завершения его отработки*. В то же время в наших силах повысить разрешающую способность имеющихся материалов для повышения полноты и достоверности сведений о геологическом строении изучаемого объекта непосредственно на нынешнем этапе. Именно достижению этих целей, в рамках выявления *закономерностей* в строении и условиях формирования тюменской свиты, собственно и посвящена представленная работа.

1.2. Строение и корреляция юрских отложений

Стратиграфическое расчленение отложений нижнеплитного этажа для Шаимского и Фроловского НГР подробно охарактеризовано в Решении ... [107] и вкратце показано нами в предыдущей работе [122]. Не повторяя этих сведений, покажем «даниловский» тип разреза, характерный для значительной территории Шаимского НГР и приведенный в Атласе [18] (рис. 1.2). Сразу же отметим местную индексацию коллекторов тюменской свиты, не соответствующую «общезападносибирской». Последняя показана для полного разреза тюменской свиты, на примере одной из скважин Яхлинского месторождения (рис. 1.3), расположенного, по сути, на границе Шаимского и Красноленинского НГР (см. рис. 1.1): отсюда вторая буква «К» в индексации юрских коллекторов.

«Переводная» схема из прежней, сугубо местной индексации в «общезападносибирскую» выглядит следующим образом (см. рис. 1.2, 1.3).

Пласты $\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 \cong$ пласту Ю₁. При этом *четкого* соответствия вида $\Pi_X = {O_1}^Y$ не установлено, хотя примерные соотношения можно попытаться определить по органическим остаткам [107]. В какой-то степени можно полагать о соответствии «недоразвитого» пласта Π_3 в основании абалакской свиты пласту ${O_2}^0$ пахомовской пачки [13, 24, 107, 134, 153].

Пласт T_1 в прежней классификации соответствует пластам W_2 и W_3 ; пласт T_2 – пласту W_4 (см. рис. 1.2, 1.3). Пласт T_3 (достаточно примерно) сопоставляется с пластом W_5 , а T_4 – с W_6 . При этом абсолютное соответствие установить трудно, поскольку при многолетней разведке и эксплуатации отдельных месторождений на них «эмпирическим» путем устанавливалась и детализировалась своя, достаточно локальная индексация. Внутренние или собственно геологические причины такого несовпадения хорошо видны из корреляционного разреза, заимствованного из того же Атласа [18] (рис. 1.4). Как видно, даже в пределах одного месторождения разрез тюменской свиты достаточно трудно коррелируется в связи с редукцией нижней части толщи, описанной нами в работах [14, 122].

Вопросам корреляции отложений *основной* части тюменской свиты (в объеме пластов W_2 – W_6), причем с позиций *закономерностей* в ее строении (рассматриваемых в рамках цикличности), посвящено ограниченное количество публикаций. В основном это исследования детально занимавшихся изучением Шаимского НГР новосибирских литологов [85]. При изложении соответствующих материалов мы будем к ним обращаться. В целом же отметим, что решению именно задач выявления закономерностей в строении отложений нижнеплитного этажа Шаимского НГР и посвящена наша работа.



Рис. 1.2. Даниловский типовой разрез Приуральской НГО. Тальниковая скв. 10074 [18]

_			_	_					
CUCTEMA	ОТДЕЛ	ЯРУС	СВИТА	подсвита	ПЛАСТ	ЛИТОЛОГИЯ	ГЛУБИНА, м	КАРОТАЖНЫЕ ДИАГРАММЫ НКТ. у. е. 150 200 250 300 350 СКВ, мм 1 1 6.8 12: 150 200 250 300 350 СКВ, мм 2.5 150 200 250 300 350 СКВ, мм 2.5 150 200 250 300 350 СКВ, мм 2.5 150 200 250 300 350 ССССИВНОСТИСКИИ СССИВНОСТИСКИИ СССИВНОСТИСКИИ СССИВНОСТИСКИИ СССИВНОСТИСКИИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИВНОСТИСКИ СССИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНОСТИВНИИ СССИВНИИ ССИВНОСТИВНОСТИВНИИ СТИВНОСТИВНИИ СССИВНИИ ССИВНОСТИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИТИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИИ СССИВНИИ ССИВНИИ ССИВНИ ССИВНИИ ССИВНИИ ССИВИ ССИВНИ ССИВНИ ССИВНИ СС	ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОРОД
	J ₃	o-km	бал.				2320		Аргиллиты темно-серые, черные, с отпечатками морской фауны, с включениями
		U	0	-	юк2-0 ЮК	<u>8000000000000000000000000000000000000</u>	2330		пирита, глауконита
ЮРСКАЯ Ј	СРЕДНИЙ J ₂	J ₂ a J ₂ b J ₂ bt	z L z z TłOMEHCKAA	ВЕРХНЯЯ	юк ₃		2340_ 2350_		Переслаивание глинисто- алевритовых пород с пластами песчано-алевролитовых пород. На поверхностях наслоения
							2360		много растительного детрита. Встречаются остатки корней
					ЮК4		2370 2380 2390		растений
				НИЖНЯЯ СРЕДНЯЯ	ЮК ₅		2400 2410 2420		Переслаивание глинисто- алевритовых пачек с подчиненными пластами песчано-алевритовых пород, с прослоями углей
					юк		2430		
					6		2450		
							2460		Переслаивание песчано- алевритовых пластов и пачек
						2470		алеврито-глинистых пород с прослоями углей	
					ЮK	<u></u>	2490		
		J,t J,t	MEPK.	ВЕРХНЯЯ	9 радомская	2500 2510 2520	2500		Аргиллиты коричневато-черные, битуминозные
	٦,				ЮK10			Песчаники с прослоями гравелитов, конгломератов, алевролитов и аргиллитов	
P-T							2530		Переслаивание порфировых и афировых миндалекаменных базальтов и долеритов, с редкими маломощными прослоями терригенно-осадочных пород, туфо- алевролитов, туфо песчаников

Рис. 1.3. Полный разрез тюменской свиты зоны сочленения Шаимского и Красноленинского НГР (Яхлинская скв. 8) [18]



1.3. К постановке выполненных исследований

Будучи первым нефтедобывающим районом в Западной Сибири, к середине 70-х гг. XX в. Шаимский район характеризовался уже достаточно существенной изученностью – особенно детально это изложено в трудах головных организаций, занимавшихся данным вопросом [70, 129 и др.]. Однако это касалось прежде всего вогулкинской толщи, с присущей ей исключительной невыдержанностью, что, по сути, не позволяет считать ее генезис и строение абсолютно ясными даже в настоящее время. При бурном открытии в 60-х гг. XX в. огромного количества новых месторождений в новых НГкомплексах, прежде всего неокомском и сеноманском, а чуть позднее – шеркалинском (соседний Красноленинский НГР), геология Шаимского НГР, образно выражаясь, была отодвинута «на задний план». Верификацией данному положению служит и устаревшая индексация пластов-коллекторов тюменской свиты, существовавшая вплоть до недавнего времени, что освещено в предыдущем подразделе. Вообще отложениям нижнеплитного этажа, в Шаимском НГР представленным почти исключительно тюменской свитой, «не повезло» вдвойне. Вначале они почти не рассматривались «на фоне» вогулкинской толщи. Например, в сборнике [70] при описании коллекторов Шаимского НГР дана только характеристика вогулкинской толщи, после чего указано: «К продуктивным отложениям относятся *также* (курсив наш. – *Авт.*) горизонты тюменской свиты» (с. 20). Позднее же они оказались уже на «геологической периферии», поскольку основные интересы геологических служб и отраслевых институтов сосредоточились на исследовании иных НГкомплексов и территорий [117 и др.].

В то же время геологической службой ТПП «Урайнефтегаз» в последние 15 лет накоплен бесценный материал именно по отложениям нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна (ЗСОМБ). В принципе он не имеет на сегодня аналогов, поскольку многие разведочные скважины пройдены с полным отбором керна по тюменской свите и, добавим, обычно 100 %-ным его выносом. Это дает уникальную возможность полноценного фациально-циклического анализа внутриконтинентальных терригенных толщ. Тем самым создается и уникальная же возможность отработки методологии фациально-циклических (в другой терминологии – литолого-фациальных) исследований, которые могут быть использованы при изучении НГ-комплексов любого возраста и географического расположения. Добавим, что значимость таких работ именно для сложнопостроенного и невыдержанного нижнеплитного этажа ЗСОМБ особенно велика в связи с тем, что в нем содержится едва ли не основная доля неучтенных ресурсов нефти и газа. Кстати, отмеченное определяет возможность своего рода «восстановления справедливости» - как для незаслуженно забытой значимости замещения «угольных фаций» (см. п. 1.1), так и для отодвинутого от магистральных путей развития ЗСОМБ Шаимского НГР (см. п. 1.2).

Перечисленным определяются две главные задачи, стоявшие перед авторами представленной работы. Во-первых, это показ именно методики литолого-фациальных – фациально-циклических исследований, т. е. «ключа» к решению многих вопросов. Во-вторых, предоставление фактических данных, которые позволили бы «вмонтировать» представления о строении и изменчивости отложений тюменской свиты в «общезападносибирские». Из этого следуют и два посыла к подаче материала. С одной стороны, он базируется на исключительно конкретных, авторских данных, которые могут использоваться в непосредственной практике работ (а во многом уже и используются), с другой – представленные данные на решение сугубо практических задач преимущественно не были ориентированы. Для отдельных, локальных, участков с высокой степенью разбуренности они, как правило, излишни. При создании же общего геологического каркаса нижнеплитного этажа Шаимского НГР с конкретными внутрирайонными увязками задачи решались авторами работы по мере их постановки и частично освещались в статьях [10, 12-14 и др.].

2. СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ТОЛЩ (ПОСТАНОВКА И СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА)

Установление тех или иных закономерностей в строении исследуемой толщи является важнейшей целью геологических работ на любом их этапе. Как будет видно из последующих сведений, под этими закономерностями уже несколько десятилетий понимается многопорядковая цикличность, являющаяся непременным атрибутом всех осадочных толщ (редкие исключения лишь подтверждают общее правило). Корреляция же отложений (на разных площадях, для разных комплексов и т. п.) – это рабочий геологический метод, в конечном виде замыкающийся на практические результаты. Главные из них – это создание «каркаса» исследуемой территории и прослеживание пластовых тел полезных ископаемых. Обе эти задачи контролируются различного рода рекомендациями, инструкциями и требованиями, вплоть до обеспечения основы для подсчета запасов.

В то же время единых (тем более жестких) требований к представляемым материалам как по первой (в большей), так и по второй (в меньшей степени) позициям по существу нет, что во многом определяется значительной неоднородностью уже исходных геологических сведений. Поэтому вначале остановимся в данном разделе на некоторых представлениях довольно общего характера, преломленных, по мере возможности, на материал нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна (ЗСОМБ) в целом, и тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (ШНГР) в частности.

2.1. Цикличность в осадочных толщах

История изучения цикличности в строении осадочных толщ, начало которой обычно связывают с работой Дж. Уэллера [167], освещена в ряде обобщающих изданий, среди которых отметим (в хронологическом порядке) пионерную сводку Н. Ф. Балуховского [21], переводную работу П. Даффа и др. ([49]; изд. на англ. 1967), Труды I Всесоюзной конференции «Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих ископаемых» (Новосибирск, 1975) [98, 139, 140], сборник «Периодические процессы в геологии» [99], монографии С. П. Максимова и др. [79]; С. И. Романовского [109]. Особенно выделим последнюю из перечисленных работ, содержащую глубокий анализ динамических режимов циклоседиментогенеза - самостоятельного уровня организации геологических тел. В ней определено, что «...элементарным седиментационным циклом мы будем называть устойчиво повторяющийся генетически обусловленный набор пород» (с. 13), а «под режимом циклического седиментогенеза условимся принимать процесс, приводящий к направленной смене пород в пределах прежде всего единичного цикла и устойчивый по отношению к смене единичных циклов в разрезе» (с. 53-54; выделено жирным шрифтом нами. – В. А.). Там же установлены и охарактеризованы три группы возможных сочетаний механизмов и режимов циклогенеза, которые мы в несколько измененном виде показали на рис. 2.1.

1. Процесс дискретен во времени (А). Циклическая седиментация реализуется в отдельные промежутки времени, либо циклогенез накладывается на равномерный процесс осадконакопления («диастемальный» режим Дж. Баррелла [6, 109]). В рамках весьма распространенного (в т. ч. в нефтегазовой литологии) системно-литмологического подхода, развиваемого Ю. Н. Карогодиным, это проциклиты (а) и рециклиты (б) [64]. Соответственно, «циклит – это комплекс (система) естественных породных тел, характеризующийся ... направленностью и непрерывностью изменения структурных и вещественных свойств элементов, отражающимися в характере границ между ними, и двуединым строением» [63, с. 60]. Позже этим же автором данное определение транслировалось в следующее: «циклит - это относительно непрерывная последовательность породных слоев (или их ассоциаций), ограниченная снизу и сверху несогласиями или адекватными им поверхностями» [116, с. 11]. Здесь же указано, что «эмерджентным (системообразующим, интегративным) свойством системы-циклита является связь элементов (слоев и (или) слоевых ассоциаций) во времени». Остается отметить общеизвестное: несмотря на весь терминотворческий и глубокомысленный антураж, окружающий «системно-литмологический» подход к изучению цикличности [64 и мн. др.], в его основе лежит исключительно простейшее деление толщ по их гранулометрическому составу. Помимо «проциклитов» и «рециклитов», формируется их комбинация в виде «прорециклита» («песочные часы»). Вторая комбинация («репроциклит» или «ромб»), как указывает сам Ю. Н. Карогодин, практически не встречается.

2. Процесс во времени непрерывен, но образующиеся циклы несимметричны (Б). На схеме специально показан переход во времени от устойчивых «проциклитов» (внизу) в столь же устойчивые «рециклиты» (вверху). Из тупиковой по существу ситуации можно, конечно, выйти путем создания «промежуточной» модели «прорециклита» (в составе слоев 1-2-3), но искусственность данной схемы особых комментариев не требует.

3. Процесс развивается непрерывно во времени, и в разрезе формируется квазисимметричный элементарный цикл, в полном виде отраженный синусоидой (В). В общем и целом именно этот вариант и следует рассматривать как основной механизм формирования цикличности. В рамках вектора времени его проекция на плоскость, выраженная в виде полного отрезка синусоиды, отражает виток спирали, с которой, как правило, и соотносят цикличность.

Из левой части рис. 2.1 (А, отчасти – Б) в достаточно явном виде вытекает естественное стремление исследователей цикличности свести процедуру установления циклов к «объективному» набору пород, например, ограничен -



Рис. 2.1. Основные варианты циклического строения разреза и режимов циклоседиментогенеза: А – дискретного, Б – последовательного несимметричного, В – последовательного симметричного (полнопостроенного).

Идея заимствована в работе [109, с. 52]; пояснения в тексте.

1 – относительно грубозернистые (гравелит, песчаник) и 2 – тонкозернистые (алевролит, аргиллит) породы; 3 – несогласия (для рис. А); 4 – «переходный» слой (для рис. Б); обозначения к колонке на рис. В – макрофации [122]: БЗ – отложений заливно-лагунного побережья, ОВ – отложений открытых озерных водоемов, АР – русловых и АП – пойменных отложений речных долин, ОЗ – отложений застойных и заболачивающихся озер, Т – отложений торфяных болот (угли), БП – отложений прибрежного малоподвижного бассейнового мелководья, БУ – отложений наиболее удаленной части бассейна, БМ – отложений открытого подвижного бассейнового мелководья, БД – отложений подводной части дельты

ному плоскостями несогласия (см. выше). Этим условиям, к примеру, идеально отвечает цикл Боума, триумфально завоевавший всеобщее признание в 60-х годах прошлого века [157]. Эстафету от него приняли сиквенсы или «вейлиты» восьмидесятых, с уложением секвенций «...в прокрустово ложе кривой колебаний уровня океана, как будто не действовали тектонические и другие факторы...» [133, с. 94]. Таковые по сути адекватны как модели А на рис. 2.1 (поверхности несогласия, особенно четко устанавливаемые на сейсмических разрезах), так и модели В, при соотнесении цикличности с эвстатической кривой Вейла (Wail), имеющей синусоидальный облик (отсюда и вейлиты [97]). К сожалению, приходится констатировать, что весьма часто сиквенс-построения в своем непосредственном сейсмическом виде слишком близки к «навешиванию генетических ярлыков», в противовес кропотливой работе по установлению истинной цикличности.

Попробуем на базе рис. 2.1 ответить на вопрос: с чего же следует начинать цикл? Ответ совершенно ясен для варианта А, где он диктуется наличием перерывов (вплоть до: «Базальные слои...автоматически находят свое место в разрезе» [116, с. 57]). Для варианта Б, как видно, возможны два равноправных приема: начать цикл либо с грубозернистых, либо с тонкозернистых пород. Ответа на данный вопрос «системно-литмологическая» методология не дает. Наконец, наиболее трудно заданный вопрос решается для варианта В. Он дискутируется в течение более полувека и однозначного решения не имеет, поскольку для полного отрезка синусоиды всегда есть два экстремума и два перехода через нулевой уровень, что иллюстрирует рис. 2.2. В то же время исчерпывающая аргументация в пользу начала цикла со смены трансгрессивного ряда развития фаций на регрессивный (для угленосных толщ) приведена Л. Н. Ботвинкиной более 50 лет назад [28]. В последующем такая позиция была развернута в работе [31, с. 145-148], где использована схема из работы Э. Белта, помещенная в достаточно известном издании [27], а также в нашей статье [5], уже с учетом специфики нефтегазовой литологии.



Рис. 2.2. Геоморфологическое и фациальное содержание полного ритма колебательного движения. Идея заимствована в работе Г. А. Иванова [57, с. 70]; обозначения макрофаций см. на рис. 2.1

Схема из работы Э. Белта воспроизведена в левой части (А) рис. 2.3. На нем хорошо видна проблема установления границ циклов при отсутствии размывов (сплошные вопросы в колонке I так называемой «американской

школы»), или «выпадение» цикла в интервале E₅ при отсутствии угольного пласта (колонка II). Более схематизированный, модельный вариант предложен нами в правой части (Б) того же рис. 2.3, где несколько по-иному трактуется фаза циклов (см. табл. 2.1).

Таблица 2.1

По Э. Белту (А)	Предлагаемая (Б)		
Фаза	Индекс	Фаза (см. рис. 2.2)	Индекс
Трансгрессивная	m	Трансгрессия	Т
Роста	р	Ингрессия (или «нейтраль-	Н
		ный» перелом синусоиды)	
Агградации (aggradation – намыв от-	а	Регрессия, часто сопровож-	р
ложений, осуществляемый рекой для		даемая размывом	
поддержания профиля равновесия)			

Фазы циклов, показанные на рис. 2.3





А – по Э. С. Белту [27]; фазы циклов см. табл. 2.1: *1* – русловый песчаник; *2* – отложения с увеличением размера фракции вверх по разрезу; *3* – глина с остатками раковин моллюсков; *4* – известняк-ракушечник; *5* – каменный уголь; *6* – аргиллиты с остатками корневой системы растений

I - американская школа; II – европейская школа; III – дельтовая школа

Б – упрощенная модель; фазы циклов (см. также табл. 2.1): *1* – трансгрессивная, *2* – нейтральная, *3* - регрессивная

На колонке Б (см. рис. 2.3) между полными наборами фаз (1-2-3 и 10-11-12) последовательно даны цепочки с их последовательными «выпадениями»: регрессивной между 5 и 6; нейтральной между 6 и 7; трансгрессивной между 7 и 8. При этом колонка I на рис. 2.3, Б может быть названа (условно) аллювиальной, или «проциклитовой», школой, а колонка II – «угольной». Очевидно, что в обоих случаях неизбежны «потери» циклов при отсутствии либо аллювия с часто сопровождающими его врезами (несогласиями, «базальными горизонтами» и т. п.), либо угольных пластов. Иначе обстоит дело при выделении циклов по смене знака на кривой осадконакопления (колонка III; см. рис. 2.2): здесь никаких потерь нет, и граница устанавливается однозначно (как на такой же колонке III в «дельтовой» школе на рис. 2.3, А).

Итак, исходя из всего перечисленного, мы считаем, что наиболее целесообразным, важным и реалистичным во всех отношениях за начало цикла принимать смену трансгрессивной ветви развития пород на регрессивную.

В продолжение рассмотрения общего подхода к изучению цикличности отметим, что в последние полтора-два десятилетия интерес к определению истинных закономерностей оказался существенно «разбавлен» достаточно спекулятивными построениями разного рода, о чем нами немного упоминалось в работе [6]. Не останавливаясь на их общем обзоре и разборе (что в задачу представленной книги, естественно, не входит), остановимся на двух аспектах, имеющих сущностное значение, в том числе и для приводимых нами материалов.

1. Многими исследователями делались и продолжают делаться попытки создания «сквозных» структурных иерархий цикличности – от микронных (наноуровневых) до галактических. В последнем особенно преуспел С. Л. Афанасьев, установивший к недавнему времени 33 класса циклитов – от частоты взмахов крыльев колибри до мегакомплекса земной оболочки [19]. Структурную иерархию «основных геологических циклитов» в очень большом диапазоне предложил В. Т. Фролов, сам же признав трудности их разделения на классы и роды в связи с «гибридностью» многих *циклитов* (ЦЛ). Под последними он понимает «...парагенезы слоев, связанных теснее друг с другом, чем со смежными парагенезами – ЦЛ того же ранга» [132]. Отметим здесь, что в принципе такая позиция по принятию «сквозной» через всё и вся цикличности (ритмичности, периодичности), удачно укладывается в концепцию *фрактальности*, о чем речь пойдет ниже.

Не вдаваясь в подробный разбор данного положения, отметим, что **цикличность осадочных толщ** охватывает не бесконечный, но достаточно четко фиксированный набор геологических тел от «многослоев», то есть элементарных литоциклов (циклитов) или ЭЛЦ, с толщиной или мощностью в несколько метров, до серий или подформаций, охватывающих всю толщу или ее значительную часть, при толщине до первых километров. Именно этому самостоятельному уровню организации осадочных геологических тел присуще эмерджентное (системообразующее) свойство *направленности* смены (но не просто связи: см. выше) типов пород, слагающих ЭЛЦ, и смены литоциклов (циклитов), формирующих иерархическую соподчиненность нескольких рангов. Тем самым дезавуируется попытка выстроить в один бесконечный ряд повторяемость разного рода и характера, о которой речь шла выше. Меньшая, нежели цикличность, повторяемость присуща уровню гранулоседиментогенеза: это ритмиты, ламиниты и др. [31, 147]. В более же крупных повторах, к примеру, известных тектоноседиментационных циклах (герцинский, альпийский, etc.), налицо эволюционная составляющая, которая заставляет индивидуализировать их черты.

2. Выше, при оценке механизмов циклоседиментогенеза, мы уже упомянули о «треугольниковой циклитовости», активно разрабатываемой Ю. Н. Карогодиным и рядом его последователей в течение более 30 лет. Подробный разбор недостаточности этой методологии выполнен в работе [31, с. 287-291], а применительно к литологии нефтегазоносных толщ дополнен в нашем недавнем издании [6, с. 107-114]. В последнем, в частности, показано, как «проциклиты» на относительно недальних расстояниях могут превращаться путем инверсии в «рециклиты», и наоборот. Впервые это отображено для неокомских отложений Западной Сибири А. А. Неждановым [91, 92]; в последние годы детально проанализировано А. Л. Бейзелем, причем наиболее детально именно для юрских отложений. Особенно четко это прослежено на принципиальной модели, приведенной на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Единая поверхность выравнивания, осадочный комплекс и типы циклитов на континенте и в морской фациальной области [23]:

1 – единая поверхность выравнивания; 2 – поверхность выравнивания предшествующего цикла; 3 – песчаные отложения; 4 – глинистые отложения

Данная модель отображает латеральный переход континентального проциклита в морской рециклит. Инверсия типов циклитов в береговой барьерной зоне изложена А. Л. Бейзелем в ряде работ последних лет и показана нами в предыдущей книге [122, с. 193]. В направлении «суша → море» происходит «...латеральная трансформация циклов: когда на континенте отлагаются базальные конгломераты и песчаники, в море формируется глинистая толща, и наоборот – континентальным глинам финальной части циклов соответствует накопление песчаных толщ морского мелководья. Следовательно, если в континентальных фациях поверхность выравнивания проходит в кровле глинистой пачки, то в морских разрезах она должна проходить в кровле песчаной толщи или, что то же самое, в подошве глинистой толщи вышележащего цикла. Морской регрессивный осадочный цикл является производным (дериватом) континентального прогрессивного цикла, и оба они соответствуют эрозионному циклу в области денудации и геоморфологическому циклу в целом» [23].

В дополнение к тому, что явления трансгрессивности и регрессивности смены типов отложений часто проявляются в «обратной» смене гранулометрических типов, сошлемся на достаточно недавнюю работу [77]. В ней на примере современных шельфовых отложений Востока Азии показано, что «... наряду с нормальными (истинными) СЦ (седиментационными циклами, в которых при трансгрессии моря размерность частиц уменьшается вверх по разрезу. – Авт.), в некоторых областях дна на мелководье могут формироваться обратные (реверсивные или ложные) СЦ, в которых повышение уровня моря выражается огрубением материала вверх по колонке, а снижение уровня моря – уменьшением размерности в том же направлении». Автор объясняет это наличием аседиментогенной, транзитной зоны, разделяющей мелководную и глубоководную зоны аккумулятивной седиментации. Сравнение с поверхностями выравнивания А. Л. Бейзеля (см. рис. 2.4) и «барьерной зоной» того же автора на границе «суша-море», рассмотренной нами в предыдущей книге [122, с. 193], показывает схожесть, инвариантность данного процесса, заключающегося в широком проявлении инверсии состава простейших циклитов, выделяемых только по изменению гранулометрии частиц. Отсюда вытекает их сущностная несостоятельность при оценке как явлений трансгрессии и регрессии приемных водоемов, так и эвстатических колебаний, обычно их вызывающих.

Совершенно очевидно, что все перечисленное существенно дезавуирует использование «треугольниковой циклитовости» для сложнопостроенных толщ, оставляя за ней возможность иллюстративного показа простейшей смены ограниченного набора гранулометрических типов пород, в особенности при наличии достаточно резких несогласий в чередовании их последовательности. Тем самым мы полностью солидаризуемся с положением, высказанным ровно полвека назад: «...если положить в основу выделения циклов только повторяемость гранулометрических разностей, то таких «циклов» можно выделить сколько угодно. При таком подходе, конечно, циклу нельзя придавать ни генетического, ни *стратиграфического* (курсив наш. – *В. А.*) значения, и, следовательно, выделение подобных «циклов» теряет всякий смысл» [125, ч. 1, с. 81-82]. Что же касается установления цикличности по преимущественной смене гранулометрических типов пород, то укажем на методику фациальногеотектонического анализа, разработанную Г. А. Ивановым для угленосных толщ [57 и мн. др.]. В качестве иллюстрации на рис. 2.5 показан процесс формирования «морских ритмов» (по автору) при трансгрессивном (фиг. 2) и регрессивном (фиг. 4) перемещениях фаций. В результате, как следует из приведенной схемы, и формируются «проциклиты» (фиг. 3), «рециклиты» (фиг. 5) и при полном колебательном процессе «прорециклиты» (фиг. 6). Однако еще раз напомним, что такая прямая связь вида: более грубозернистые осадки = бо́льшая регрессивность, и, напротив, более тонкозернистые = бо́льшая трансгрессивность, отражает лишь частный случай и может реализоваться в зеркальном виде [31].



Рис. 2.5. Схема перемещения фаций в обстановке открытого моря при колебательных движениях (при скорости погружения $V_A =$ скорости накопления осадков V_M) [57]:

фиг. 1 – стационарное положение береговой линии; *фиг.* 2 – перемещение фаций при трансгрессии; *фиг.* 3 – колонка трансгрессии; *фиг.* 4 – перемещение фаций при регрессии; *фиг.* 5 – колонка регрессии; *фиг.* 6 – колонка полного морского ритма осадконакопления

Наконец, остановимся на одной из важнейших характеристик цикличности осадочных толщ – это *иерархичность* в их строении, наиболее ярко выражаемая в *порядковости* выделяемых циклов. С учетом такого же разнобоя в подходах разных исследователей к этому вопросу, как и к установке: с чего же цикл начинать?, в полемику мы вдаваться не будем. Отметим лишь, что так же, как в геотектонике *удобнее* начинать отсчитывать «порядковость» от большей единицы геоструктур к меньшей (т. е. от 1-го порядка к *n*-му), так и для осадочных толщ наиболее *удобно* начинать с элементарного (единичного) литоцикла, присвоив ему 1-й номер в *n*-й классификации. Иной подход предложен в подробной сводке В. Н. Шванова, где определенным структурным парагенезам, в зависимости от их объема и содержания, присвоены «собственные» названия: ламинит \rightarrow циклит \rightarrow циклострома \rightarrow циклотема [147]. Часто порядкам циклов присваиваются приставки макро-, мезо-, мега-, а также дополнительные: супер- и суб- (например, от малого к большому, субмегацикл – мегацикл – супермегацикл).

Принятая нами система ранжирования литоциклов приведена на рис. 2.6, в левой части которого показан переход собственно цикличности в повторяемость на более низких уровнях организации геологических тел (страто- и гранулоседиментогенез). Вкратце остановимся на факторах (причинах), обусловливающих формирование цикличности. Их можно разделить на два класса: внешние по отношению к системе седиментации и внутренние, которые, пользуясь терминами, предложенными Дж. Бирбауэром [156], целесообразно назвать аллоциклическими и автоциклическими. Первую группу составляют космические, климатические, эвстатические и эпейрогенические факторы, вторую – седиментологические и, возможно, отчасти эпейрогенические. При этом анализ как первой, так и второй групп выполнен многими исследователями на различном материале и в подавляющем большинстве случаев выводился на абсолютное преобладание одной причины (или группы сходных причин) на формирование литоциклов, часто независимо от их масштаба. В результате изучения раннемезозойских угленосных толщ получены данные, позволяющие дать общую для всех толщ характеристику цикличности, приведенную в табл. 2.2.

Не вдаваясь в разбор собственно стратиграфических единиц, укажем на соответствие наших результатов (довольно ограниченных по возрастному диапазону, но охватывающих обширные территории) тем, что приведены в табл. 2.3, составленной для толщ разного возраста и объема.



Слева от нее показаны серии косой слоистости в слое 3 (31, 32, 33) и ритмичное чередование типов «а» и «б» в слое 2, вплоть до визуальосновной является колонка, на которой выделены слои (1, ..., 4), для терригенных толщ, имеющих среднюю толщину 1-2 м [3]. ной характеристики пород (крайняя слева колонка). Справа – литоциклы от 1-го (I) до 5-го (V) порядков

Таблица 2.2

Характеристика литоциклов раннемезозойских угленосных формаций (в общих чертах) [141]

Литоцикл (порядок)	Наиболее ха- рактерная мощность, м	Чем представлен	Причины возникновения
IV	350-600	Свитой	Аллоциклические
III	80-130	Горизонтом (частью свиты):	Смешанные, с преобладани-
		большой группой фациаль-	ем аллоциклических
		ных комплексов	
II	25-50	Устойчивой группой фаци-	Смешанные: различные не
		альных комплексов	только в разных УФ, но и в
			отдельных горизонтах УФ
I	5-15	Единичным фациальным	Большей частью автоцикли-
		комплексом	ческие

Необходимая и достаточная, на наш взгляд, проверка правильности рассуждений заключается в сопоставлении данных, приведенных в табл. 2.2 и 2.3.

Таблица 2.3

Рекомендуемая система регионально-стратиграфических подразделений [84, с. 30]

Единая стратигра- фическая шкала	Унифицированная схема (в основном биостратиграфическая)	Корреляционная схема (литобиостратиграфическая)				
Система		Комплекс (цикл 9-го порядка)				
Отдел	Надгоризонт (с географическим названи- ем)	Синклез (цикл 8-го порядка) Надсерия (цикл 7-го порядка) Серия (цикл 5–6-го порядка) Подсерия (цикл 5-го порядка)				
Ярус	Горизонт	Свита (мегацикл или цикл 4-го порядка)				
Подъяр <u>ус</u>	(с географическим названи- ем) Слои (с географическим названием) или местная зона	Подсвита (макроцикл или цикл 3-го поряд- ка)				
Зона	Подзона	Пакет (мезоцикл или цикл 2-го порядка)				
	Элементарный горизонт	Элементарный цикл (циклотема 1-го порядка) Подцикл Элемент цикла Элементарный Пласт горизонт Слой Захоронение Прослой				
Примечание. Стратиграфический объем подразделений различных вертикальных столбцов таблицы сопоставляется						
весьма приолиженно. Сопоставление регионально-стратитрафических единиц с различными порядками циклов (цикло- тем) может варьировать в пределах до двух (реже до трех) порядков.						

25

2.2. Фациально-циклический анализ

В предыдущем разделе материал отчасти излагался нами как бы «на антитезе», в связи с почти полным преобладанием на практике структурновещественного подхода к расчленению нефтегазоносных осадочных толщ. В то же время авторы базируются на концепции генетических (точнее – сравнительно-исторических) исследований, в общем плане освещенных в предыдущей книге [122]. В ней мы кратко охарактеризовали сущность фациальноциклического анализа, разработанного полвека назад группой выдающихся литологов, под руководством Ю. А. Жемчужникова, на материале угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна. Поскольку пересказ сущности предложенной методики излишен и, скорее всего, привел бы только к ее искажению, приведем развернутую цитату из основной 2-томной работы [125, ч. 1, с. 120].

«Изучение цикличности и фациальный анализ находятся в непрерывной связи, углубляя и подкрепляя друг друга. Вот почему наша методика фациально-циклического анализа отличается как от простого фациального анализа, так и от механического или гранулометрического «циклирования», не подкрепляемого фациальной характеристикой. Как было сказано в одной из работ Ю. А. Жемчужникова (1947, с. 16), «цикличность без углубленного фациального анализа – лишь формальный, механический прием. Анализ фаций без цикличности – как вышивка без канвы – лишен направляющего стержня.

Детальное изучение и описание разреза в обнажении или по керну, составление литологической колонки, определение литогенетических типов и фаций, выделение циклов, составление литогенетических профилей по участкам и районам, составление межрайонных фациальных профилей и, наконец, построение фациальных и палеогеографических карт – таков путь анализа и обобщения материалов исследования, с постоянной взаимной, так сказать «обратной» проверкой исходных данных и предыдущих построений и выводов».

Дополнив эту цитату ярким высказыванием Ю. А. Жемчужникова: «Геологу надо мыслить циклами», сделанным в 1944 г. и опубликованным чуть позже [52], остановимся на рассмотрении краеугольного положения о взаимосвязи фаций и циклов с позиций сегодняшних реалий.

1. Суть фациального этапа исследований и полученные для тюменской свиты Шаимского НГР результаты подробно изложены нами в предыдущей книге, имеющей самодостаточное значение. Наиболее важным здесь является установление фаций как единиц палеоландшафтов, реализованных в изучаемых породах (осадок + условия) только по комплексу диагностических признаков. Так, среди всего набора конститутивных признаков литологических типов [78] наиболее информативным для установления генезиса породы является не только и не столько гранулометрический состав (размерность частиц), сколько *текстурная* характеристика, во многом являющаяся самодостаточным методом исследования [29, 30].

2. Фациально-циклический анализ наилучшим образом отображает *синтез* принципов фациальной дифференциации одновозрастных отложений А. Грессли и возрастной миграции граничных поверхностей Н. А. Головкинского [9]. К этому положению мы вернемся при обсуждении полученных результатов. Пока же верифицируем его на материале зарубежных авторов, которых «по определению» трудно заподозрить в особом пристрастии к «навешиванию генетических ярлыков». Эта верификация следует из простейшей модели, изображенной на рис. 2.7.

Скважина Z проходит инкременты с асимметричным циклическим построением слоев по мотиву АБ, АБ, АБ (см. рис. 2.1, А, Б). Скважина X вскрывает те же самые три элемента с квазисимметричным циклическим распределением по мотиву ГВГ', ГВГ', ГВГ' (см. рис. 2.1, В). Здесь Г' означает различия в верхней и нижних частях циклов I, II, III.





Для схемы, приведенной на рис. 2.7, I, II, III – толщи непрерывного наращивания мощности (genetic increment of strata – GIS), а комплекс в целом – генетически взаимосвязанная толща (genetic sequence of strata – GSS). «Под GIS понимается осадочная толща, представляющая собой один седиментационный цикл...», а под GSS – сочетание или последовательность двух или большего количества толщ непрерывного наращивания мощности (сиквенсы) [159, с. 41]. Дополнительно отметим, что из этой же модели явственно следует *зубчатый* характер слоевых границ, впервые установленный самим Н. А. Головкинским и детально разобранный С. И. Романовским, в т. ч. с кинематических позиций [109].

3. В предыдущей работе, посвященной фациальному этапу исследований, нами использованы представления Ю. А. Косыгина о зет-системе [72] для верификации собственно фациальных реконструкций (рис. 2.8, *a*). Теперь применим тот же подход и для этапа установления цикличности (рис. 2.8, *б*).



Внешние по отношению к зет-системе пути 1 и 2 соответствуют корреляции литоциклов (см. определение сути ФЦА в начале подраздела). При этом путь 1 сопоставим с межрайонными профилями, а путь 2 – с увязкой по соседним точкам наблюдений (скважинам). Путь 3 характеризует само установление литоциклов, по смене направленности фаций: он означает возможность уточнения границ ЛЦ на отстраиваемых колонках. Наконец, путь 4 – внешний для выделяемых ЛЦ как ретроспективных систем, но внутренний по отношению к самой зет-системе, предусматривает uepapxuudowed xuudowed xuudowed

4. Определение «литолого-фациальный анализ» (ЛФА) использовано П. П. Тимофеевым в работе [126]. Здесь им достаточно четко очерчены два этапа в исследовании осадочных толщ: начальный ЛФА, с преобладанием анализа, и завершающий, формационный анализ (ФА), в основном заключающийся в синтезе полученных сведений. Простая схема соотношений этих двух этапов приведена нами в предыдущей книге; в последних изданиях П. П. Тимофеева она, по нашему мнению, излишне перегружена информацией [127]. Отметим, что «граница» между ЛФА и ФА проходит по выделению литогенетических типов и фаций ↔ установлению циклов [126].

Не претендуя на какую-либо новизну в обсуждении рассматриваемого вопроса, выскажем свою точку зрения, сводящуюся к своего рода «реабилитации» давно и достаточно прочно подзабытого определения «фациальноциклический анализ» (ФЦА). Такая необходимость, на наш взгляд, заключается в удивительном соответствии цепочки ЛФА \rightarrow ФЦА \rightarrow ФА основным уровням организации геологических тел, с их эмерджентными свойствами (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Уровни ([39 с изменения	9], ми)	Объекты (структурные	Эмерджентное свойство	Метод изучения
группа	группа ранг			(анализ)
	6	Формационные комплексы		
Формационная	5	Геоформации	Единство палеогеографических условий и геотектонической обстановки	Формационный (ФА)
	4	Наборы (ком- плексы) пород: циклы	Направленность смены типов пород (фаций)	Фациально- циклический (ФЦА)
Минеральная	3	Породы Фации	Устойчивое сочетание минера- лов Ландшафт (сочетание факто- ров)	Литолого- фациальный (ЛФА)
	2	Минералы		

Ранговая шкала структурных единиц Земли

Из этих данных отнюдь не следует «жесткая» привязка перечисленных методов соответствующему уровню. Напротив, ФЦА является в принципе самодостаточным (что мы и стараемся показать в данном подразделе), включая в себя ЛФА и решая задачи ФА. В то же время самодостаточными можно считать и оба других: к примеру, можно остановиться на уровне литологофациальных исследований какого-то локального участка разреза либо сразу начинать с формационных обобщений для существенного по своему объему объекта.

Что касается непосредственной методологии изучения цикличности в осадочных толщах, то мы с полным правом можем отсылать заинтересованного читателя к сводке [31], в написании которой автор раздела принимал некоторое участие. Учитывая, что ее может не быть «под рукой», дадим пространные выдержки из данной работы, с небольшой правкой «из сегодняшнего времени». В течение максимального всплеска интереса к геологической цикличности, относящегося к 70-м годам прошлого века, большое внимание было уделено терминологии, что нередко выплескивалось в терминотворчество. Неким «сухим остатком» явилось признание необходимости разделить термины «цикл», относящийся к npoueccy, и некое определение «икс», характеризующее его pesynbmam. В качестве последнего к настоящему времени достаточно прочно укоренился uuknum (см. п. 2.1).

Принимая необходимость такого разделения, Л. Н. Ботвинкиной на одном из совещаний (Таллинн, 1978) для обозначения цикла именно как результата процесса, то есть как элемента разреза, был предложен термин «литоцикл», как наиболее близкий существовавшему более 100 лет «циклу». Этот термин имеет преимущества еще и по ряду других признаков: 1) он прост в употреблении и краток по написанию; 2) коррелируется со словами, где корень – общее понятие, а «лит-» – приставка, указывающая на связь с породами (литология, литофация, литогенетический тип и др.); 3) коррелируется с такими словами, где *цикл* является основой слова, а приставка указывает, в каком аспекте он рассматривается (литоцикл, биоцикл, хроноцикл и т. д.); 4) легко сочетается с приставками, обозначающими порядок (ранг) цикла (мегалитоцикл, макролитоцикл и т. д.); 5) состоит из привычных слов, давно вошедших в русский язык и в геологическую терминологию; 6) легко поддается переводу на иностранные языки.

В ряде работ автор раздела, для упрощения, предлагал считать термины «циклит» и «литоцикл» синонимами. Если исходить из упомянутой необходимости лишь различать процесс и его результат, то этот подход можно считать необходимым и достаточным. Но по существу приводимые термины можно и противопоставить. Циклиту, как это было ясно уже из приведенных в п. 2.1 определений, в сущностной мере применимо определение «механического циклирования». Выделение же литоциклов базируется исключительно на фациальной, т. е. генетической основе.

Дадим определение ЛЦ, сделанное Л. Н. Ботвинкиной [31, с. 139]. «Полный литоцикл – это комплекс различных отложений, генетически связанных направленностью изменения их признаков сначала в одном, а затем в противоположном направлении; эти комплексы повторяются в циклически построенном разрезе, но не однозначно, так как смежные циклы имеют не только черты сходства, но и черты различия, обусловленные общей эволюцией осадконакопления; литоциклы выдерживаются в пространстве и могут быть прослежены на площади, определяемой особенностями формирования, а также порядком цикла».

Полный цикл седиментации состоит из двух основных частей – регрессивной и трансгрессивной. В регрессивном ряду смена фаций происходит в направлении от морских (или вообще бассейновых, водных) условий осадконакопления до все более прибрежных, наземных. В трансгрессивной части цикла наблюдается обратная последовательность фаций: от наземных или прибрежных до все более мористых (или все большей обводненности) – рис. 2.9, *a* (см. также рис. 2.1, B; 2.2).



Однако зачастую переходы между этими двумя основными частями бывают как бы растянуты во времени, что связано с медленным изменением факторов, обусловливающих смену фаций. Это сказывается в появлении средних частей циклов, названных Л. Н. Ботвинкиной «нейтральными». Таких частей может быть две: одна завершает развитие регрессивного ряда фаций, другая – их трансгрессивное развитие (рис. 2.9, б). В нейтральных частях циклов диапазон изменения фаций чаще небольшой, они как бы колеблются около какого-то уровня без отчетливо выраженной тенденции к изменению (рис. 2.10). Между тем гранулометрический состав нейтральных частей литоциклов может сильно колебаться, например, при формировании в наземных условиях, в частности, в связи с наличием аллювиальных отложений, либо в прибереговых отложениях приливно-отливной зоны (ватты) или изрезанного побережья. Схематически наиболее отчетливо это выражается волнистой кривой. При этом по вертикали отмечается изменение фаций, а по горизонтали – время формирования того или иного слоя в разрезе. Восходящая ветвь кривой – регрессивная, нисходящая – трансгрессивная.

Надо подчеркнуть, что даже в полных циклах его основные части чаще всего не равны, какая-то из них преобладает (по масштабу, набору фаций, их диапазону или другим признакам). Это обусловлено формированием каждого цикла на фоне той или иной общей направленности изменения седиментации в цикле следующего порядка.

Таким образом, характерной чертой литоциклов является их асимметрия, а совершенно симметрично построенные литоциклы – скорее исключение, чем правило.



Рис. 2.10. Кривая, показывающая соотношение регрессивного (р), нейтрального (н) и трансгрессивного (т) циклов

a [31, c. 140]:

a – начало и конец циклов р и т формируются на разных глубинах; δ – начало и конец всех циклов формируются на одной глубине.

б Стрелки показывают изменение глубин осадконакопления

На основе неравномерного развития регрессивной и трансгрессивной частей циклов последние могут быть соответственно и типизированы. Циклы с преобладающей трансгрессивной частью – это циклы трансгрессивного типа или просто трансгрессивные (т). Циклы, в которых преобладает регрессивная часть, называют регрессивными (р). Циклы же, в которых обе части более или менее равны (при этом они обычно и более слабо выражены), названы циклами нейтрального типа (н).

Наконец, в целом ряде случаев формируются неполные циклы, когда одна часть резко начинает доминировать над другой. В крайнем, достаточно распространенном для отдельных режимов осадконакопления случае формируются полуциклы, или гемициклы, представленные только одной из ветвей. Границы таких циклов, при общем скачкообразном характере седиментации, всегда резкие (рис. 2.11; см. рис. 2.1, А).



Рис. 2.11. Формирование неполных циклов (гемициклов) на фоне трансгрессии (I) или регрессии (II) [30, с. 214]:

отложения (см. рис. 2.1, В): *1* – заливов, 2 – подвижного бассейнового мелководья, 3 – наиболее удаленной части бассейна

Сравнение цикличности в осадочных толщах с развитием процесса по *спирали* сделано Л. Н. Ботвинкиной еще в 1963 г. В более поздней работе ею указано следующее: «Совершенно очевидно, что циклический характер седиментации с ее сложной многопорядковостью на фоне общей эволюции осадконакопления – процесс, развивающийся не по кругу, а по сложной спирали, когда кажущееся возвращение к исходной точке происходит уже на другом уровне, на фоне общего развития процесса во времени» [31, с. 212-213]. В принципе сегодня отмеченное уже является «общим местом» для многих отраслей науки, и теперь достижения в них могут быть использованы в познании закономерностей строения осадочных толщ.

Используем *модель* самоорганизации абстрактной системы, описанную в работе [1] и применительно к общественным и экономическим (!) процессам детально рассмотренную в работе [144]. Идея модели заключается в простом предположении, «что явления развития в целом можно рассматривать как борьбу двух противоположных тенденций – организации и дезорганизации. При этом процесс развития, начинающийся с максимальной дезорганизации, может быть описан как процесс накопления структурной информации, исчисляемой как разность между реальным и максимальным значениями энтропии (рис. 2.12). Следовательно, явления развития целесообразно рассматривать в координатах, связанных с понятиями энтропии – информации и с возможностью измерения – уровня организации (или дезорганизации) системы на всех этапах ее развития.



Рис. 2.12. Количественное взаимоотношение энтропии *H* и информации *J* ([1, с. 106]; из [144, с. 94])

«Таким образом, мысленная модель получает свою (полярнопотенциальную) систему координат, мысленное трехмерное пространство, в котором дезорганизация по мере введения информации убывает от периферии к центру (к оси модели) и одновременно означает возрастание уровня организации данного объекта по мере его развития...» [1, с. 107-108].

К первой части приведенного высказывания мы вернемся в последней главе. Что же касается возрастания уровня организации, то вся история геологической эволюции является лучшим примером этого положения.

Теперь обратимся к пространственно-временно́му, трехмерному (3D) отображению модели. Для этого выделим три состояния абстрактной системы, обозначенные точками A_0 , A_1 , B_1 , A_2 :

 A_0 – крайне неравновесное состояние (бесконечно дезорганизованное);

 A_1 – минимально организованное;

 B_1 – организованное, вследствие процесса накопления информации;

А₂ – максимально организованное состояние.

Обозначаем интервалы времени между состоянием системы в точках A_0, A_1, B_1, A_2 как t_1, t_2, t_3 в выбранном масштабе, а вектор прогресса, достигнутого за это время и выраженного эффективностью, $-P_0, P_1, P_2$ (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Положение системы во времени (*a*) и наложение смежных витков спирали (*б*) [144, с. 96]

Несложно убедиться, что *проекция* данной спирали на плоскость составит *синусоидальную* кривую, что мы рассмотрели уже в начале главы (см. рис. 2.1, *B*). Соответственно и цикличность как результат смены фаций удобнее всего выделять на $\phi a циальной кривой$ (ФК). В качестве ее первого примера обычно приводят ФК из работы Р. К. Мура (рис. 2.14), в которой она совмещена с рельефной колонкой, отражающей литологический состав пород.

Более «сокращенные» варианты перечня фаций в «заголовке» кривой использованы Г. А. Ивановым [57], а также основоположниками фациальноциклического анализа. В целом же для отображения цикличности чаще всего используется «рельефная» кривая (на рис. 2.14 слева), отражающая отчасти и непосредственный рельеф обнажений (по степени выветрелости пород). Что же касается установления генезиса отложений по их гранулометрическому составу [57], то этот вопрос мы разбирать здесь не будем.

Наконец, в завершение подраздела 2.2 обратимся, как и для подраздела 2.1, к иерархии цикличности, т. е. определения их порядковости. Для этого покажем, как один цикл синусоиды накладывается на более высокие порядки в соотношении 1 : 3 (см. рис. 2.6). Поскольку цикличность более высоких порядков формируется сменой регрессивных типов через нейтральные в трансгрессивные ([31]; см. рис. 2.9), то их выделение при достаточно полном строении разреза представляет собой вполне решаемую задачу (рис. 2.15). Крайне важно, что уже на ранних итерациях отчетливо обозначается «настоящая» граница ЛЦ высоких порядков по максимальной трансгрессии (см. также рис. 2.2).



Рис. 2.14. Разрез пенсильванских отложений Канзаса, Мидконтинент: по Р. К. Муру (Moore R. C., 1959: из [109, с. 126]):

1 – поверхность несогласия; 2 - сланец солоноватоводный и неморской; 3 - сланец морской; 4 - известняк водорослевый с остатками прибрежных и солоноватоводных беспозвоночных; 5 - известняк с фауной открытых частей моря, в особенности фузулинид; 6 - известняк песчанистый и глинистый с фауной беспозвоночных неритовой области; 7 - сланец морской с фауной беспозвоночных литорали; 8 - каменный уголь; 9 - подугольная глина; 10 - сланец неморской, обычно песчанистый; 11- песчаник неморской; 12 - поверхность несогласия; 13 - сланец морской; 14 - известняк водорослевый с раковинами прибрежных беспозвоночных; 15 - известняк с фауной открытых частей моря, в особенности фузулинид; 16 - известняк глинистый с фауной беспозвоночных неритовой области; 17 - сланец морской с фауной беспозвоночных литорали; 18 - каменный уголь; 19 - сланец неморской, песчанистый; 20 - песчаник неморской; 21 - поверхность несогласия; 22 - известняк с фузулинид


Рис. 2.15. Выделение литоциклов разных порядков по направленности их строения:

а – элементарный литоцикл (ЭЛЦ) с «закрепленными» точками (1) начала и конца (см. рис. 2.1, В), имеющий регрессивную (2), нейтральную (3) и трансгрессивную (4) составляющие;

б – проекция ЭЛЦ на кривую следующего, 2-го, порядка, где он соответствует среднему литоциклу 2 из трех, показанных цифрами;

в – проекция литоциклов 2-го порядка на кривую следующего, 3-го, порядка, где показано их положение

2.3. Корреляция терригенных отложений

В небольшой брошюре, опубликованной 20 лет назад, мы уже отмечали, что хотя вопросы корреляции освещены во многих источниках, непосредственным приемам геологического отображения строения той или иной толщи на разрезах посвящено довольно мало работ. «Обычно методика изображения изменений наблюдаемых геологических параметров подразумевается как нечто известное, а применяемые методы корреляции ... чаще всего рассматриваются весьма схематично» [82, с. 4]. За истекшее время ситуация изменилась мало, и сводка 1968 г. [84] по-прежнему остается едва ли не единственным исчерпывающим руководством при корреляции терригенных (угленосных) толщ. Во всяком случае мы не видим принципиальных оснований для существенных изменений группировки методов корреляции, структурированных в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Применение различных методов корреляции и соответствующих признаков при изучении сложнопостроенных внутриконтинентальных терригенных толщ (по [84, с. 7, 8]; с существенными изменениями)

	Признаки	Стадия изучения		
метод, группа методов	признаки	поисковая	разведочная	
Биостратиграфические	Фаунистические	При наличии	_	
	Флористические	+	—	
	Палинологические	+ + +	—	
Вещественно-	Минералого-петрографические	+	+	
литостратиграфические	Геохимические	+ +	+	
	Специальные	Нуждаются в конкретном		
		обосновании		
Структурно- геометрические	Толщины слоев, горизонтов, анализ изопахит и др.	+	++	
	Прослеживание индикаторов (реперов)	+	++	
Геофизические (дис-	Сейсморазведка	+ + +	+	
танционные)	Геофизические исследования скважин (ГИС)	++	+++	

Примечание. (–) – практической роли не играет; (+) – целесообразен к использованию как подсобный; (+ +) – наиболее пригодный к использованию; (+ + +) – ведущий, главный метод.

Как видно из приведенных данных, использование биостратиграфических данных существенно ограничено наличием исходного материала, не всегда характеризуется достаточной точностью и особо необходимо для «первой пристрелки» увязке разрезов. Вещественно-литострати-В графические методы, как правило, очень трудоемки и требуют специального подхода (включая состав исполнителей). Обычный структурногеометрический подход к увязке разрезов для внутриконтинентальных сложнопостроенных толщ нередко бывает предельно затруднен, особенно при межрайонной корреляции.

В этих условиях в ранг приоритетных для корреляции отложений и зачастую едва ли не единственных в рамках нефтегазовой геологии выдвинулись *геофизические* методы (см. табл. 2.5). С одной стороны, это следует считать абсолютно нормальным для достаточно просто построенных толщ, хотя и здесь ограниченность исходного *кернового* материала может сыграть отрицательную роль при увязке толщ. Что же касается толщ сложнопостроенных, то точность сейсмических методов ниже, чем толщины слоев, и выдержанность отложений меньше, чем расстояние между скважинами, нередко делают увязку отложений по меньшей мере проблематичной. Именно этим и определяется существенное «сквозное» значение комплексного фациально-циклического анализа для изучения нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна.

Подтверждением данному заключению служит работа, в которой «под одной крышей» систематизированы сведения по корреляции очень разных бассейнов, принадлежащих к раннемезозойской эпохе торфо(угле)накопления – Канско-Ачинского и Южно-Якутского [81]. В ней указано, что помимо возраста их объединяет и «крайняя бедность руководящей фауной и кажущееся литологическое однообразие...» [81, с. 3]. Принимая во внимание, что тюменскую свиту мы рассматриваем как *связующее звено* в раннемезозойской эпохе, приведем развернутые цитаты из заключения к этой работе, обратив внимание на их прозорливость и дальновидность (напомним: цитируемым строкам исполнилось 40 лет).

«Разрезы угленосных формаций Канско-Ачинского и Южноякутского бассейнов характеризуются относительно ограниченным комплексом коррелятивных признаков. Фаунистические горизонты либо отсутствуют, либо крайне немногочисленны.... Палинологический анализ при наличии в осадках спор и пыльцы (в Южноякутском бассейне они пока не выделены) дает положительные результаты для сравнения крупных интервалов разреза – свит, реже горизонтов.... Вещественный состав пород дифференцирован по свитам, реже по их подразделениям, изменчив на площади и требует при прослеживании этих элементов разреза в пространстве применения специализированных методик.... Применение структурно-геометрического метода ограничивается пределами зон с четко выраженными опорными горизонтами и спокойными структурными соотношениями.

Специальные геофизические методы, особенно разнообразные виды каротажа, дают четкую дифференциацию разрезов и очень положительные результаты (в сочетании с литологическими методами) для внутрирайонной корреляции. ...

Наиболее дробные корреляционные схемы удалось построить по комплексу коррелятивных признаков формаций, учитываемых комплексными литологическими методами (литолого-фациальным, фациальноциклическим), позволяющими вскрыть сущность внутренней организации формаций – ритмичность. Объемы подавляющего большинства подразделений нормальных разрезов, установленные частными методиками, совпадают с границами ритмов, повышая надежность корреляционных схем» [81, с. 176-177].

Преимущества увязки «ритмов» (в приведенной выше цитате, что в нашей терминологии адекватно циклам), явственно следует из закона Н. А. Головкинского (см. рис. 2.7 с пояснениями) и многократно проиллюстрировано разными исследователями. Приведем одну из схем, содержащихся в работе Д. Буша (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Циклическое (прерывистое) прогибание бассейна при обильном поступлении песка и ила [33, с. 27]

Песчаник залегает на поверхности несогласия в виде сплошного мощного покрова. Террасированная верхняя поверхность песчаной толщи образовалась в результате эрозионного действия волн в периоды, когда уровень моря не изменялся

Из последнего рисунка (аналогично, как из рис. 2.4) непреложно вытекают затруднения в корреляции непосредственно слоев песчаников, которые уже по своей природе асинхронны (естественно в миграционном режиме слоенакопления): « ... не диахронность, а изохронность границ свит с миграционным типом слоистости является исключением, да и то чисто практически, пока нет методов, которые были бы в состоянии поймать градиент скольжения» [110, с. 205].

Переходя к собственно корреляции разрезов, определим, что при комплексной оценке объектов исследования, как правило, следует строить несколько видов разрезов – как одного, так и разных масштабов, каждый из которых преследует свою цель. В целом процесс их построения характеризуется некоторой общей последовательностью операций (рис. 2.17).

Очевидно, что изображенный путь во многом соответствует верификационным построениям на Z-системе, что описано выше (см. рис. 2.8).



Рис. 2.17. Последовательность операций при корреляции отложений [82, с. 10]

Исходя из поставленных целей выбирается масштаб разрезов. Как правило, вертикальный соответствует масштабу записи кривых ГИС (1 : 500) и может быть как увеличен (1 : 200), так и существенно уменьшен для «первой пристрелки» корреляции (см. рис. 2.17), вплоть до 1 : 5 000. Горизонтальный масштаб определяется расстоянием между скважинами и шириной самих колонок. Чаще всего он составляет 1 : 2000 ÷ 1 : 10 000; нередко колонки скважин могут быть расположены на равных условных расстояниях, т. е. вне масштаба. Это определяется главной задачей построения таких разрезов: показа высокой разрешающей способности при использовании ГИС. Обычно выбирается наиболее однозначно увязываемый участок месторождения. Рядом с колонкой скважины изображаются (копируются с диаграмм) основные кривые, используемые для корреляции, – практически всегда это кривые методов стандартного комплекса.

Удобнее всего корреляцию проводить на «нормальных» разрезах (от приведенных к *нормали*, т. е. со снятием всех искажающих помех: искривления скважин, изменений углов падения вследствие тектоники и проч.). Последовательность операций сводится к следующему.

1. Видимые (по керну скважин) мощности слоев пересчитываются в истинные (нормальные). Следует постоянно иметь в виду, что использовать нужно углы падения, замеренные по тонкозернистым породам с горизонтальной или близкой к ней слоистостью.

2. Выбирается "нулевой горизонт", которым служит наиболее выдержанный и прослеживаемый во всех выработках (скважинах) уровень, например, граница свит или литоциклов высоких порядков, маркирующие слои (в т. ч. выдержанный угольный пласт) и т. п. При крутых углах падения и других причинах, не позволяющих проследить данный горизонт во всех выработках, можно выделить два (желательно не более) самостоятельных, на стратиграфически разных уровнях.

3. Относительно этого "нулевого горизонта", изображаемого в виде горизонтальной линии, вверх и вниз отстраиваются колонки по выработкам (скважинам) в соответствующем вертикальном масштабе.

4. В пространстве между колонками показываются коррелируемые элементы: границы комплексов пород (литоциклов разных порядков), реперы I и II рода, песчаные коллекторы, угольные пласты и т. д. Отдельными знаками могут быть показаны дополнительные признаки: фаунистические остатки, спорово-пыльцевые комплексы, конкреции и пр.

5. Полное заполнение межскважинного пространства возможно при наличии доверительных исходных данных (например, предоставляемых литолого-фациальным анализом) и наиболее целесообразно для детальных разрезов типа «врезок».

Под *реперами* (см. п. 4) понимаются маркирующие горизонты, характеризующиеся устойчивыми параметрами, позволяющими распознавать их на анализируемых объектах (табл. 2.6). К примеру, идеальным репером I рода на значительной части ЗСОМБ является георгиевская свита. Поскольку реперов I рода, которые прослеживались бы на значительном расстоянии, в отложениях тюменской свиты нет, что называется «по определению», то увязку следует производить на реперах II рода, выделяемых менее четко. Обычно они имеют комплексный характер, когда на разных участках территории более четко проявляются те или иные характеристики анализируемых параметров. При необходимости выделяются реперы III рода, «плохо» (неоднозначно) устанавливающиеся на колонках и прослеживающиеся по разрезу.

Таблица 2.6

Индекс и	Пласты,	Геологи-	Каротажная ха-	Площадь	Корре-	Графиче-
стратигра-	составля-	ческая	рактеристика, ее	распростра-	лятив-	ское изо-
фическое	ющие ре-	характе-	постоянство	нения, вы-	ное зна-	бражение
положение	пер	ристика		держан-	чение	
репера				ность по		
				площади		
Индекс по	Число	Литоло-	Индивидуальные	Распростра-	Главный	Комплекс
стратигра-	пластов,	гические	особенности ха-	нение на	репер,	каротаж-
фической	их отно-	особен-	рактеристики.	всей пло-	местный	ных кри-
схеме или	сительное	ности	Постоянная или	щади или	репер.	вых в де-
условный.	располо-	пластов,	изменяющаяся	части ее.	Относи-	тальном
Комплекс,	жение в	однород-	на площади ха-	Устойчи-	тельное	(или ос-
горизонт,	разрезе,	ность,	рактеристика.	вый по	корреля-	новном)
в который	мощность,	включе-	Типичные изме-	площади	тивное	масштабе
входит ре-	строение,	ния и т. п.	нения; причины	или преры-	значе-	
пер	рассто-	Вмещаю-	изменения: вы-	вистый ре-	ние на	
	яние меж-	щие по-	клинивание,	пер	всей	
	ду пла-	роды и	расщепление от-		площа-	
	стами	характер	дельных пластов,		ди или	
		контактов	литолого-		части ее	
		с ними	фациальные пе-			
			реходы и т. п.			

Схема характеристики геолого-каротажного репера [84, с. 315]

Теперь вернемся к корреляции отложений с помощью литоциклов (см. начало подраздела). В практике работ сопоставление разрезов, исходя из абсолютно реалистических стремлений, в первую очередь, стремятся также проводить по сходству пород, соединяя песчаник с песчаником, известняк с известняком, и т. д. Но такой подход давно применяется лишь как первоначальный вариант, особенно при изменчивости отложений на площади.

Более точна корреляция с учетом фациальной принадлежности пород, путем составления фациальных профилей. Но и фации, как показано выше, изменяются на площади, переходят одна в другую. Таким образом, синхронные горизонты оказываются представленными не только разными породами, но и разными фациями.

На рис. 2.18 показана корреляция отложений посредством сопоставления литоциклов. Слева, в колонке А, наблюдается аллювиально-лагунный -ЛЦ с угольным пластом в нейтральной части. В колонке Б – дельтовоморской, имеющий в нейтральной части отложения болот, завершающих регрессивную часть ЛЦ. Справа, в колонке В, – ЛЦ, сформировавшийся целиком в морской обстановке. И, несмотря на почти полное различие не только в породах, но и в фациях, эти три разреза легко сопоставляются, так как по вертикали в каждом из них видна одна и та же направленность изменения фаций - сначала регрессивная, затем трансгрессивная.



Рис. 2.18. Сопоставление литоциклов, различных по фациальному составу в разных пунктах наблюдений [30, с. 215]:

А – частично на суше; Б – переходная обстановка; В – условия открытого моря; *песчано-алевритовые* отложения: 1 – аллювиальные, 2 – подводной части дельты, 3 – морские зоны течений, 4 – морские зоны волнений; 5 – почвенные образования со следами корней растений; 6 – отложения торфяного болота (угольный пласт); *алевритовоглинистые* отложения: 7 – озерные, 8 – лагун, 9 – морские; 10 – карбонатные морские отложения (известняк)

В работе [31] сформулированы положения относительно корреляции геологических разрезов по выделенным в них литоциклам (ЛЦ), базирующиеся на материале уже неоднократно цитированной сводки по Донбассу [125]. Все они прошли испытание временем, т. е. самую жесткую верификацию, что будет показано в представленной книге.

1. Литоциклы – это стратификационные единицы, выдерживающиеся на площади значительно лучше, чем составляющие их отдельные элементы (слои, пласты и даже фации). Они прослеживаются на расстояния, измеряемые десятками и даже сотнями километров.

2. Литоциклы на площади, особенно на больших расстояниях, могут изменять свой состав (литологический и фациальный) в зависимости от общего палеогеографического плана. Однако каждый из них неизменно сохраняет направленность изменения отложений, его слагающих.

3. Литоциклы, наряду со сходством их состава и строения, обусловленных периодическим характером осадконакопления, имеют и свои индивидуальные характеристики – черты отличия, определяющиеся специфическим характером фациальной обстановки в момент формирования именно данного ЛЦ.

4. Фациальное разнообразие седиментационных циклов и наличие в них индивидуальных черт позволяет выделить в разрезе маркирующие или

опорные литоциклы. Последние наиболее отчетливо прослеживаются от пункта к пункту изучаемой площади.

5. Изменения строения седиментационных циклов (в частности, их расщепление и переход в ЛЦ более высоких порядков) происходят в направлении, обусловленном положением в тектонической структуре, синхронной седиментации. Это определяет закономерное изменение строения ЛЦ, что также способствует их прослеживанию в пространстве.

6. Чередование литоциклов в разрезе не случайно, а подчиняется определенной, также периодической, закономерности, что позволяет выделить ЛЦ следующих, высших, порядков. Последние являются седиментационными единицами, выдерживающимися на еще бо́льших площадях.

Все сказанное позволяет использовать литоциклы как самостоятельные стратиграфические единицы разрезов.

В дополнение к изложенному вкратце остановимся на некоторых осложнениях, сопровождающих изучение цикличности.

На рис. 2.19 показано сравнение одного горизонта толщиной 60-100 м между удаленными на 75 км районами. Отметим здесь, что выбор именно данного примера не случаен, в плане дальнейшего рассмотрения отложений с большим участием аллювия. Опустив подробное описание самого сопоставления, укажем, что сравнение разрезов было бы невозможно без учета закономерностей формирования отложений, выраженное в установленной цикличности. А далее это приводит уже и к оценке общих закономерностей. «Интересно отметить, что погрубению песчаника с включением гальки в средней части аллювия в нижнем литоцикле, видном в левой колонке, соответствует смена алевролита песчаником в правой колонке. Аллювий в обоих разрезах безусловно принадлежит разным рекам. Значит, выдержанность в этом литоцикле горизонта погрубения материала указывает на региональность усиления эрозионной деятельности рек, связанной, очевидно, с синхронными тектоническими движениями положительного знака» [31, с. 241].

Логичным продолжением цепочки приводимых рассуждений (от замещения фаций через усложнение разрезов) является *расщепление* литоциклов. В качестве примера приведена информация по тому же эталонному (для ФЦА) среднему карбону Донбасса (рис. 2.20). Опять-таки, опуская подробные пояснения к рисунку (интересующегося читателя отсылаем к первоисточникам), укажем, что такие *региональные* построения выглядят убедительнее сиквенс-моделей с их поверхностями несогласий.

Особенно обратим внимание на схематические кривые, отражающие изменения фаций относительно уровня моря и помещенные под колонками (ср. также с рис. 2.19). Слева это просто построенная кривая, состоящая из трех частей. Затем ее боковые ветви все более усложняются, и, наконец, под крайней правой колонкой мы видим три явно выраженные кривые, каждая из которых имеет регрессивную, нейтральную и трансгрессивную части. В данном примере налицо усложнение и последующее расщепление как нижней, регрессивной, так и верхней, трансгрессивной, частей литоцикла.



Рис. 2.19. Изменение отложений между двумя удаленными районами: слева Центральный район (Яновский участок), справа – Юго-Восточный район (Должанский участок) (Донбасс, свита C_2^6) [31, с. 240]:

литологические колонки (л. к.): 1 – песчаники разной зернистости; 2 - песчаноалевритовые отложения; 3 – алевролиты; 4 – аргиллиты; 5 - угольный пласт; 6 - растительные остатки (*a* - корневые, б - детрит и листья); 7 - известняк;

отложения на фациальных колонках (ф. к.): 8 - аллювиальные, 9 - торфяников, 10 - почв и подпочв, 11 - озерные, 12 - лагунные, 13 - открытого моря, 14 - карбонатные морские, 15 - морские зоны волнений; 16 - границы литоциклов

В завершение подраздела, как и раздела в целом, вернемся к главному вопросу, сформулированному в самом начале: для чего нужна вся описанная процедура? Ответ на первую задачу, состоящую в создании надежного геологического «каркаса» для исследуемой территории, в основном изложен. Он заключается в установлении и прослеживании литоциклов разного порядка, границы которых вкупе с данными ГИС решают, как правило, ставящиеся вопросы. Вторая же задача – выделение, оценка и прослеживание терригенных (по преимуществу песчаных) коллекторов остается на втором плане, по существу являясь объектом самостоятельного рассмотрения. Отметим, что частично она рассмотрена в издании [6], в первую очередь, с позиций скольжения границ коллекторов во времени, в соответствии с непреложным действием закона Н. А. Головкинского. В этой же книге приведены и не-



Рис. 2.20. Расщепление элементарного цикла 1-го порядка и постепенное превращение его в цикл 2-го порядка, состоящий из трех самостоятельных элементарных циклов (средний карбон Донбасса) [30, с. 216]:

отложения: 1 - грубозернистые в основании аллювия; 2 - речные; 3 - болотные и ископаемой подпочвы; 4 - почвы угольных пластов; 5 - подводной части дельты; 6 - баров, пересыпей, кос; 7 - донных морских течений; 8 - прибрежного мелководья лагун и заливов; 9 - морские зоны волнений; 10 - алевритовые открытого моря; 11 - торфяного болота (угольный пласт); 12 - глинистые лагун с солоноватоводной фауной; 13 - то же заливов; 14 - глинистые с морской фауной; 15 - известково-глинистые с морской фауной; 16 - известняки; 17 - линия размыва; 18 - границы циклов на площади; 19 - объем циклов в разрезе; 20 - сложная кривая мезоцикла, состоящего из трех циклов. Внизу кривыми показано постепенное усложнение разреза

которые конкретные примеры на материале именно тюменской свиты Шаимского НГР. Наконец, именно перечисленные вопросы, по ходу рассмотрения фактического материала, и являются основой для изложения данных в последующих разделах представленной работы.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ И ИХ ОБЪЕМЫ

Последовательность работ, осуществляемых при фациальноциклическом анализе, полностью раскрыта в развернутой цитате, которой был начат раздел 2.2. В предлагаемой главе мы сосредоточимся на показе конкретных методических приемов выполненных исследований, имеющих преимущественно графопостроительский характер, а также приведем их объемы.

3.1. Последовательность работ в использованной методике

Именно неукоснительная последовательность в цепочке выполняемых исследований является важнейшей чертой фациально-циклического анализа. Полностью соответствуя на каждом этапе Z-системному подходу Ю. А. Косыгина (см. п. 2.2, рис. 2.8), общий путь работы ведет от меньшего к большему (но не наоборот!), то есть от изучения элементарных ячеек (обычно слоев) к познанию более крупных единиц, в их сочетании и взаимоподчиненности. Достаточно схематично данный процесс изображен на рис. 3.1. Особенный акцент сделаем на то, что именно *синтез* получаемых результатов в указанной последовательности работ в существенной степени противопоставляется *анализу*, который, к примеру, превалирует при установлении «сейсмофаций». Это мы вкратце разобрали в предыдущей книге [122, с. 17-22].



Рис. 3.1. Последовательность литолого-фациальных (I) – фациальноциклических (II) – формационных (III) исследований:

а – выделение и изучение слоев и их генезиса (фаций): точка;

б – установление закономерностей в чередовании слоев (цикличности) на колонках скважин: *линия*;

в – корреляция отложений на разрезах: вертикальная плоскость;

г – фациальные и палеогеографические реконструкции с построением карт: *горизонтальная плоскость*;

д – установление и характеристика крупных геологических тел в их объеме (1 – подформации или субформации; 2 – районы, области, изолированные депрессии)

В более детальном виде, именно для фациально-циклического анализа в понимании Ю. А. Жемчужникова и др. [125], общая последовательность работ показана на рис. 3.2. Работы, как это отмечено выше (см. рис. 3.1), ведутся поэтапно: выделение слоев и их описание (I), построение колонок скважин и установление цикличности (II), корреляция разрезов (III).



Рис. 3.2. Последовательность выполняемых работ: І – выделение слоев, II – установление цикличности, III – корреляция отложений

l – отбор проб (l') и вынесение слоев на колонку (l''); 2 – заверка генезиса (2') и оценка изменений параметров (2''); 3 – колонка (a) и комплексы слоев на ней (δ); 4 – перенесение информации на разрезы; 5 – полные (a) и сокращенные (δ) данные по скважинам на разрезах

І этап работ (соответствующий также позиции *a* на рис. 3.1) детально описан нами в предыдущей книге, посвященной составу и генезису отложений тюменской свиты Шаимского НГР [122]. В ней же был охарактеризован и вещественный состав отложений, в том числе с позиций верификации фациальных реконструкций (путь 2 на рис. 3.2). В представленной работе, как явствует из ее названия, мы сосредоточимся на II и III этапах (см. рис. 3.2), соответствующих позициям δ и *в* на рис. 3.1.

3.2. Рельефность колонок и построение фациальной кривой

При изучении осадочных толщ в отечественной геологии уже более полувека практикуется наглядное изображение их состава *вне* параллельных линий, ограничивающих ширину колонки. Так, Н. Б. Вассоевич предложил «... вправо от вертикальной оси колонки «выдвигать» алевролиты и песчани-

ки – тем дальше, чем более они грубозернисты, а влево – то же, но по степени известковистости пород...» [36, с. 160]. Рельефные колонки с гранулометрической кривой, построенные по методике Г. А. Иванова, подробно описаны нами в предыдущей книге [122], а также показаны на рис. 2.5. Подробное рельефное отражение состава пород очень часто используется в англоязычной литературе для характеристики их чередования, примером чему служит рис. 2.14 из работы Р. Мура. Наконец, именно наглядное отражение изменения размерности материала в цикле Боума, по нашему мнению, в значительной мере способствовало его быстрому и широкому признанию в 60-х гг. XX в.

Еще более наглядным и информативным является изображение состава пород в «поле», ограниченном электрометрическими кривыми, – такой подход особенно часто используется в зарубежной нефтегазовой литологии. Его пример, в плане применения системно-литмологического подхода Ю. Н. Карогодина, мы уже приводили в предыдущей книге [122, с. 36]. Еще один пример из той же работы приведен на рис. 3.3. Остается выразить недоумение не столько по выделению нижней границы циклита (по-видимому, его основанием служит некое несогласие, *не отмечаемое* по ГИС), сколько по его структуре. Почему при явно выраженной общей *рециклитовости* набора пород в основании «тагринского циклита» выделена «базальная» (?) пачка с проциклитовой характеристикой, и тем самым он стал «прорециклитом» вида «песочных часов», ясно только автору приведенной интерпретации. Не вдаваясь более в тонкости треугольниково-циклитовой методологии, перейдем к следующему виду рельефных кривых, а именно – фациальных.



Рис. 3.3. Электрокаротажный образ тагринского субрегионального циклита (римскими цифрами обозначены пачки) [116, с. 41] Отложения: *1* – песчано-алевритовые, *2* – алевритовые, *3* – глинистые; *4* – индекс продуктивного горизонта

В основе построения фациальной кривой (ФК) лежат два положения. 1. Анализируются не какие-то отдельные признаки или параметры (гранулометрический состав, электрометрическая кривая и т. д.), а их комплекс, который (и только!) отражает фацию, как обстановку осадконакопления, овеществленную в породе. 2. При составлении «легенды» или «заголовка» ФК обычно используются достаточно обобщенные единицы палеоландшафтов или группы фаций, что было видно уже на рис. 2.1. В табл. 3.1 приведены основные «легенды», использованные для вычерчивания фациальных кривых.

Таблица 3.1

	Обстановки							
Автор	0							
	Уровень моря Неморские осалки Сосалки менкого моря							
Р. К. Мур; см. рис. 2.14	Эрозия	Контине- нтальное осадкона- копление	Угольные болота	Прибрежные	Неритовой области	Открытого моря		
Ю. А. Жемчуж- ников, Л. Н. Ботвинкина [125]	Суша		Болото, озеро	Лагунные	Прибрежно- морские	Морские		
Г. А. Иванов [57]	Континент			Лагуна	Бар	Открытое море		

Перечень обстановок, используемых для вычерчивания фациальной кривой

Очевидна полная схожесть этих обобщенных фациальных профилей, в общем плане соответствующих смене обстановок по вектору: область сноса - приемный водоем. Существенно более детальное, причем не одномерное линейное, а двумерное плоскостное соотношение обстановок осадконакопления было предложено Л. Н. Ботвинкиной, вначале в работе [29, с. 448] и в несколько уточненном виде – в известнейшем руководстве [30]. Схема возможных переходов фаций приведена на рис. 3.4. Здесь предельно важен показ сходства и различий в регрессивном и трансгрессивном рядах переходов. Так, «... при регрессивном развитии фаций морские глубоководные отложения выше по разрезу сменяются прибрежно-морскими, которые далее могут либо проходить стадию переходных (дельта, лагуна, водоем с периодически меняющимся режимом и др.) и через них в континентальные, либо сразу сменяться континентальными. ... Трансгрессивный ряд фаций далеко не всегда образует последовательность, обратную последовательности регрессивного ряда.... Так, например, лагунные отложения, пришедшие в ходе регрессии на смену прибрежно-морским и сменившиеся болотными, будут отличаться от лагунных же отложений, если эта лагуна развивается на месте приморского болота при трансгрессии.

Поэтому анализ фаций неотделим от изучения особенностей стратификации толщ, в частности, от изучения периодичности в осадконакоплении (курсив наш. – В. А.)» [30, с. 211].



Рис. 3.4. Схема возможных взаимных переходов отложений различных фаций при регрессивном и трансгрессивном их развитии [30, с. 211]

Стремясь, по мере возможности, к *объективизации* процесса установления цикличности на фациальной основе, мы предложили в 1987 г. для решения вопроса о смене фаций *фациальную палетку*, изображенную на рис. 3.5. Она отображает палеоландшафт мегапровинции осадконакопления в виде треугольника, вершина которого соответствует началу конуса выноса из области сноса, а основание – приемному водоему (s.lato). Общий мегаландшафт достаточно четко различается на три типа, в соответствии с режимом (механизмом) осадконакопления, что также показано на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Фациальная палетка [83, с. 12] с нанесенными полями основных режимов осадконакопления:

I – прибрежно-мелководный, *II* – потоковый (гидродинамический), *III* – аллювиально (пролювиально)-озерный.

Макрофации: КД – делювиальных, БД – подводно-дельтовых отложений (по общей схеме фациального расчленения раннемезозойских угленосных отложений [7]). Остальные индексы см. в табл. 3.2

В табл. 3.2 приведена схема фациального расчленения отложений тюменской свиты Шаимского НГР, в небольших деталях отличающаяся от нашей генерализованной модели для раннемезозойских угленосных толщ в целом [7, 83]. Проекция этой уточненной схемы на условную линию, т. е. *вектор* «область сноса – приемный водоем» (см. выше, табл. 3.1 и примечания к ней), определяет «заголовок» или «оцифровку» для построения *фациальной кривой* (ФК).

На рис. 3.6, *а* приведено общее распределение фаций и макрофаций по основному вектору. Достижение, в ходе смены обстановок, одной из двух крайних точек в принципе соответствует экстремумам синусоиды (см. рис. 2.1, 2.2), то есть смене либо трансгрессии на регрессию, либо, наоборот, – регрессии на трансгрессию.

При изучении многих терригенных толщ, характеризующихся существенным разнообразием обстановок осадконакопления, мы использовали более детальные расшифровки наборов фаций для более ограниченных, конкретных механизмов осадконакопления (см. рис. 3.5): прибрежномелководного и аллювиально-озерного – рис. 3.6, б и в соответственно. Первые же результаты работ по отложениям тюменской свиты, которые мы

Схема фациального расчленения отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района

	Группа,	Макрофация		Фация		
	подгрупппа	подгрупппа Название Индекс, обозначение		Название	Индекс	чения
	1	2	3	4	5	6
		Пролювиальных отложений	КП	Песчано-гравийных и галечниковых осадков потоков конусов выноса	КПП	• 0 •
			0 0	Песчано-алеврито-глинистых осадков шлейфов конусов выноса	КПШ	01
				Песчано-алеврито-глинистых осадков конусов выноса в озера	КПО	<u>0</u>)
		Русловых отложений речных	AP	Песчано-гравийных и галечниковых осадков стрежневой части русел	APC	0 0 0
	-	долин	а _а	Гравийно-песчаных осадков русел крупных равнинных рек	APP	• q
	lая - <i>Н</i>			Алеврито-песчаных осадков русел малых рек и протоков крупных равнинных рек	АРП	<u>а</u> а
s	Аллювиальн	Пойменных отложений речных долин	АП	Алеврито-песчаных осадков прирусловой части поймы и ее паводковых вод	АПП	0 0 0
2			11 11 11	Глинистых и песчано-алевритовых осадков слабопроточной части поймы	АПС	• • •
				Глинисто-алевритовых осадков застойных и зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы	АПВ	— — —
				Песчано-алевритовых осадков приозерных пойменных (паводковых) равнин	АПО	
		Отложений торфяных болот и сапропелевых озер		Подлежат самостоятельному рассмотрению		
		Отложений застойных и забо- лачивающихся озер	03	Углистых глинисто-алевритовых осадков заболачивающихся озер и заиливающихся участков торфяных болот	ОЗУ	
	0	Глинисто-алевритовых слабоуглистых осадков застойных и слабопро участков зарастающих озер	Глинисто-алевритовых слабоуглистых осадков застойных и слабопроточных участков зарастающих озер	030	<mark>∼∼</mark>	
	ая - С			Глинистых осадков заиливающихся участков застойных озер	033	
	зерн.			Песчано-алевритовых слабоуглистых осадков проточных участков зарастающих озер	ОЗП	
	C	Отложений открытых озерных водоемов	OB	Глинистых и песчано-алевритовых осадков небольших озер	OBH	
			\sim	Песчаных и глинисто-алевритовых осадков полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер	ОВП	<u></u>

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
0 -	Отложений открытых озерных водоемов		Алеврито-песчаных осадков открытого подвижного озерного мелководья	OBM	$\langle \rangle \langle \rangle \rangle$
рная			Песчаных осадков конусов выноса рек в озера	ОВД	。 。 。
03e			Глинисто-алевритовых осадков сравнительно глубоководных частей крупных озер	ОВГ	
	Отложений мелких	КС	Гравийно-песчаных осадков русел мелких прибрежных водотоков	КСР	2 2 2
	прибрежных водотоков	>0 0>	Глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водото- ков	КСП	2 1 0 2
	Отложений заливно- лагунного побережья	БЗ	Глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун	БЗП	7-7-7
			Песчано-алевритовых осадков прибрежных частей заливов	БЗА	7~7~1
			Алеврито-глинистых и карбонатных осадков центральных частей заливов и ла- гун	БЗГ	
	Отложений полуизолированного	БП	Глинисто-алевритовых осадков приморских озер	БПО	= \ = \ \
g - B	малоподвижного бассейнового мелководья	· ~ ~ ·	Алеврито-глинистых и карбонатных осадков малоподвижного мелководья	БПП	\sim $\stackrel{-}{\sim}$ $\stackrel{-}{\sim}$
І НОВА:			Глинисто-алевритовых осадков приливно-отливной зоны (ватты)	БПВ	<pre>%</pre>
Bacceì			Алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи)	БПК	० ४ ४०
			Песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья	БПА	بې بې
	Отложений открытого подвижного	БМ	Песчаных осадков сильноподвижного мелководья (аккумулятивные формы: бары, косы, пересыпи)	БМБ	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
	бассейнового мелководья	\sim	Песчаных осадков подводной части дельты	БМД	
			Алеврито-песчаных осадков подвижного мелководья	БМП	$\sim -$
			Глинисто-алевритовых осадков наиболее удаленной открытой части бассейна	БМУ	— ·

предложили рассматривать как *связующее звено* для раннемезозойских внутриконтинентальных угленосных толщ Северной Евразии, дали нам основание для синтезирования представлений, ранее отработанных для отдельных объектов. В результате предложено устанавливать цикличность относительно крупного (II) порядка на обобщающей ФК (см. распределение фаций на рис. 3.6, *a*), а более дробные флуктуации фаций – на детальных ФК. Их мы назвали «Фации – I» (для прибрежно-бассейнового ландшафта: см. рис. 3.6, *в*).

Регрессивная					n –	Транс	сгрессив	ная	
c a	мена об	становс)K	Уровень	бассейн	смена на	обстано	вок	
КП, АРС	APP	АРП, АП	ОВ, БЗ, БПО	КС, ОЗ, Т	БПВ	БПП, БПК	БПА, БМД	БМБ	БМП, БМУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
б								Фаци	и – І
AP	АΠ	БПО, БЗП	БЗА, БЗГ, КС	O3, T	БПВ	БПП, БПК	БПА, БМД	БМБ	БМП, БМУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6							I	Фаци	и — II
КП	APC	APP	АРП, АПП	АПС, АПВ, АПО	ОЗП, ОЗО	О33, О3У, Т	ОВП, ОВН	ОВМ, ОВД	ОВГ, Б (в целом)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Уp	овень	озера		
)		

Рис. 3.6. Распределение обстановок осадконакопления, в профиле (по вектору) «область сноса – приемный бассейн»:

заголовки для вычерчивания фациальных кривых: *а* – общей; *б* – для прибрежнобассейнового палеоландшафта (см. рис. 3.5) – Фации–I; *в* – для озерно-аллювиального палеоландшафта (см. рис. 3.5) – Фации–II. Расшифровку аббревиатур см. в табл. 3.2

В заключение раздела приведем профиль осадконакопления, построенный А. Е. Могилевым (рис. 3.7). Важно, что он синтезирует многие представления, апробированные на материале не только угленосных, но и нефтегазоносных толщ. С достаточной уверенностью мы можем считать данный профиль *верификатором* наших суждений о *векторе* смены фаций (см. выше).



Рис. 3.7. Концентрические (уровенные) фациальные зоны гумидного седиментационного бассейна [86]:

00 - средний уровень поверхности гидросферы (приемного бассейна); 0', 0₁ - предельные высокий (0') и низкий (0₁) уровни сезонно-вековых колебаний поверхности гидросферы; Б₁, Б₂ - ординарный (Б₁) и предельно низкий штормовой (Б₂) базисы волнений и взмучивания осадков в сезонно-вековых циклах развития водоема. 0₂ - средний уровень зеркала грунтовых вод; 0'₂ - средний уровень подъема капиллярных грунтовых вод, ПП₀ поверхность литосферы и седиментационного бассейна, П₁ - базальная поверхность осадочной толщи (осадочного бассейна)

3.3. Установление цикличности и корреляция разрезов

Принципиальная последовательность установления цикличности достаточно хорошо видна на схематизированной колонке скв. 10548 Сыморьяхского месторождения (рис. 3.8). На ней специально приведены только наиболее важные элементы в обобщенном виде. Слева – это гранулометрическая кривая, отражающая смену пород. В центре – общая фациальная кривая (ФК), на которой весьма отчетливо видна *смена направленности* в чередовании фаций. Следуя последовательности осадконакопления снизу вверх, установим три такие границы.

1. Глубина 2194 м. Смена открытого озерного ландшафта на потоковый аллювиальный, с эрозионной границей.

2. Глубина 2165 м. Такая же смена открытого озерного ландшафта на аллювиальный, но без видимой эрозии.

3. Смена ландшафтов как таковых (волнистая линия): озерноаллювиального на прибрежно-бассейновый.





1 – абалакская свита; 2 – фундамент

• для колонки «Макрофации»: ОС – область сноса, ПБ – приемный бассейн;

• для колонок «Фации-I» и «Фации-II» расшифровку буквенных обозначений макрофаций см. в табл. 3.2

Перечисленные границы мы сразу связали с цикличностью II порядка, одинаково проявленной для всех без исключения внутриконтинентальных раннемезозойских угленосных формаций ([141]; см. рис. 2.6, табл. 2.2). Одновременно отметим, что цикличность I порядка, выраженная в элементарных литоциклах (ЭЛЦ), на такой обобщающей ФК не устанавливается: последняя для нее слишком обобщенна или «груба». Именно поэтому нами и использованы более детальные ФК («Фации-I» и «Фации-II»), что позволило достаточно уверенно выделить по их экстремумам ЭЛЦ (см. рис. 3.8).

Конкретные колонки скважин с характерным строением отдельных площадей приведены в следующей главе. Отметим, что они построены для всех 60 скважин, положение которых показано на рис. 3.9, причем все слои, при их средней толщине около 1 м, увязаны с комплексом основных методов ГИС. Установлено и охарактеризовано положение коллекторов в литоциклах.

Именно выделенные литоциклы II порядка (ЛЦ II) послужили основой для сопоставления отложений тюменской свиты (циклокорреляция). Построено три региональных разреза через всю территорию Шаимского НГР, на которых вначале сопоставлены ЛЦ II, а потом, по данным ГИС, выполнена увязка отложений тюменской свиты для скважин, пробуренных без отбора керна. В качестве «нулевого горизонта» на них принята верхняя граница тюменской свиты, которая по керновому материалу и в обобщенном виде охарактеризована в предыдущей работе [122]. В самостоятельных разделах освещена «внешняя» верификация корреляционных построений, а также изложены представления о циклостратификации разреза.

В отдельной главе изложены обобщающие представления об условиях формирования отложений тюменской свиты, включая детальную характеристику ее границ, а также эволюции процессов осадконакопления. В заключительной главе приведены преимущественно в модельном виде сводные характеристики строения и изменчивости изученной толщи, в том числе с нелинейных позиций, с выявлением самоорганизации в режиме седиментации.



Рис. 3.9. Положение изученных скважин на карте отражающего горизонта «А» (граница осадочного чехла с фундаментом)

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ В СТРОЕНИИ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ (ЦИКЛИЧНОСТЬ)

Как уже неоднократно отмечалось выше, установление цикличности является основным и неотъемлемым этапом фациально-циклического анализа (см. табл. 2.3). Основные методические приемы работ рассмотрены во 2-м и 3-м разделах. Теперь перейдем к изложению результатов, полученных для тюменской свиты Шаимского НГР.

4.1. Исходные положения

Уже при первом знакомстве с керном по тюменской свите Шаимского НГР мы определили, что методика фациально-циклического анализа не только полностью применима для его изучения, но и может дать новый импульс развития для самой методологии. Это было впервые рассмотрено в статье [4], с приведением полной колонки по скв. 10548 Сыморьяхского месторождения (ее схематический вариант см. на рис. 3.8). Позднее в различных изданиях нами представлены колонки еще нескольких скважин, перечень которых (как скважин, так и работ, где опубликованы сведения), приводится в табл. 4.1. Уточним, что речь идет исключительно о «развернутых по горизонтали» колонках, с приведением данных по фациальному составу и цикличности. Почти всегда показывались и диаграммы стандартного комплекса ГИС. Не считая 11 скважин, указанных в табл. 4.1, в разных статьях и монографиях мы приводили локальные примеры строения отложений для разных частей тюменской свиты, преследуя каждый раз решение или показ способа решения какой-либо конкретной задачи. В предлагаемом издании пришло время систематизировать накопленные, достаточно обширные (см. рис. 3.9) сведения.

Для определения нашей позиции по рассматриваемому вопросу изложим ее принципиальное видение с системно-структурных позиций. Рассматривая морфологию как знание, учение о форме (в данном случае конкретного геологического тела, характеризующегося внутренней связностью составляющих или эмерджентным свойством, – тюменской свиты), следует различать три ее составных элемента: морфометрию как изучение размера форм; морфографию как описание форм и морфогенезис как изучение происхождения форм. Такое понимание, разделяемое многими геологами, впервые (применительно к рудным залежам) четко сформулировано Д. А. Зенковым [35]. Взаимоотношение перечисленных элементов в схематическом изображении показано на рис. 4.1. Очевидно, что в основе познания формы любых геологических тел лежит их измерение, метризация. Измерения служат базой для графопостроений, а на базе последних формируются представления о генезисе. На рис. 4.1 эти пути прямой последовательности познания форм показаны сплошными стрелками. Возможна и обратная последовательность (пунктирные стрелки на рис. 4.1): так, например, детальность метрических исследований во многом определяется разрешающей возможностью последующих графических построений, а особые требования к изучению внутренней структуры сложнопостроенных геологических тел вызывают необходимость создания специфической графики.

Таблица 4.1

Месторождение	Скважина	Характер колонки	Где опубликовано
Даниловское	10553		[122, c. 170]
Ловинское	10628	Несколько схематизированная	[128, c. 22-23]
Ловинское	10650	Верхняя часть свиты	[122, c. 186-187]
Сыморьяхское	7987	Детальная ^{*)}	[6, c. 62]
Сыморьяхское	10636	- 11 -	[122, c. 40]
Сыморьяхское	10548	Без ГИС	[4]
Тальниковое	6785	Фации и циклы** ⁾	[6, c. 91]
Тальниковое	6819	Фации и циклы ^{**)} , верхняя	[6, c. 91]
		часть свиты	
Тальниковое	6825		[122, c. 170]
Тальниковое	10320		[6, c. 60-61,
			122, c. 38-39]
		Фации и циклы**), верхняя	[6, c. 90]
		часть свиты	
Тальниковое	10657	То же	[6, c. 90]

Колонки по скважинам, вскрывшим тюменскую свиту, приведенные в разных изданиях

*) С показом основных диагностических признаков.

**) На корреляционном разрезе.



Рис. 4.1. Морфология как учение о форме геологических тел: ее составляющие и взаимоотношения между ними [11]:

1 – морфоструктура; 2 – морфология в целом

Морфографический этап для выделения циклов является, вне сомнения, ключевым. При этом, как уже показано в предыдущих подразделах (см. п. 2.1, п. 3.2), опора только на один параметр (для терригенных толщ почти всегда в этой роли выступает размерность слагающих породу частиц) «по определению» не выведет нас за границы морфоструктурных исследований (см. рис. 4.1). Попытки выйти из морфографических построений (гранулометрическая кривая Г. А. Иванова) на установление морфогенезиса все равно требуют привлечения дополнительных характеристик отложений – текстурных, конкреционных и проч. [57]. Иначе обстоит дело при использовании фациально-циклического анализа. Базируясь на изначальном выделении фаций в рамках смены обстановок осадконакопления, он сразу выводит нас на установление морфогенезиса цикличности по изменению трансгрессивной ветви на регрессивную (см. п. 2.2). Само же выделение циклов разных порядков производится на морфогенетической основе.

Памятуя все же о том, что в нашем распоряжении оказался достаточно уникальный (по охвату и полноте керна) материал по нестандартному для фациально-циклического анализа объекту, являющемуся к тому же связующим звеном для многих раннемезозойских терригенных толщ Северной Евразии, изложим полученные сведения, в полной последовательности цепочки, показанной на рис. 4.1. Тем самым сохраняется приверженность как Z-системе Ю. А. Косыгина (см. рис. 2.8): квазистатическая \rightarrow ретроспективная \rightarrow прогнозная модели \rightarrow практический результат с его *верификацией*, – так и основному постулату фациально-циклического анализа (см. начало подраздела 2.2, о постоянной взаимной «обратной» проверке исходных данных и выводов). Таким образом, начнем с морфометрического анализа исходных данных.

4.2. Морфометрия тюменской свиты

В данном разделе сосредоточимся на анализе распределения толщин тюменской свиты, определенных в дискретных точках (по скважинам), причем вначале – вне зависимости от их положения на площади. Ранее в работе, посвященной составу и генезису отложений тюменской свиты Шаимского НГР, были проанализированы изменения ее толщин по 58 изученным скважинам [122, с. 25, 27]. Установив три экстремума для априорно случайного распределения значений (в интервалах по 10 м), мы сделали попытку определения генетической природы этого факта, связав его с проявлениями цикличности. Она привела к следующим результатам.

Экстремум I (соответствующий толщине свиты 18,5 м) соотнесен с литоциклом II порядка, венчающим разрез свиты и имеющим наиболее широкое развитие на территории Шаимского НГР.

Экстремум II (56,2 м), совпадающий с модельным значением для всей выборки из 58 показателей, отвечает своеобразной предложенной «формуле» ((25 × 2) + 6,2), которая нами проинтерпретирована так. Средние мощности верхних двух литоциклов II порядка (по 25 м) плюс инициальная часть разреза в виде верхней части следующего, третьего, литоцикла – 6,2 м. Такое строение тюменской свиты описано в предыдущих работах [122, 128] и будет являться предметом детального обсуждения в последующих разделах. Поэтому пока ограничимся приведенными сведениями.

Значение экстремума III (83,6 м) легко укладывается в аналогичную «формулу»: ((25 × 3) + 8,6) = 83,6 м. Это соответствует трем литоциклам II порядка со средней толщиной 25 м (ЛЦ-II-1, 2, 3) и верхней части ЛЦ-II-4 в качестве инициальной части разреза – 8,6 м. Такое строение тюменской свиты характерно для Шаимского НГР как такового, то есть является наиболее типичным – своего рода «визитной карточкой».

Наконец, при толщине свиты более 110 м она уже приобретает *полный* (а не редуцированный, как в перечисленных выше случаях) объем. Здесь для средней толщины 129,1 м нами была предложена «формула» ($(3 \times 30) + 40$), где три верхних литоцикла II порядка имеют средние толщины по 30 м, а самый нижний, четвертый, – 40 м [122].

Завершив изложение этих, ранее выполненных и по сути уже морфо*генетических* рассуждений, вернемся к морфо*метрии* тюменской свиты. Базируясь почти на тех же исходных данных, что и в работе [122, с. 23-25], покажем их в несколько иной форме. На рис. 4.2 приведена кумулятивная кривая, построенная на базе информации о распределении толщин тюменской свиты по 62 описанным скважинам (по сравнению с предыдущей выборкой данные по одной скважине исключены, и по пяти – дополнены), в интервале их значений, составляющем 5 м (0,1-5,0; 5,1-10,0; ...; 145,1-150,0). Отчетливо наблюдается деление выборки на две группы, в каждой из которых распределение имеет случайный характер. Репрезентативность (корректность отражения генеральной совокупности) первой выборки определяется числом наблюдений (49, или примерно 6 скважин на 10-метровый интервал толщин). Репрезентативность второй выборки следует проверить бо́льшим количеством наблюдений (13 точек на 70-метровый интервал, т. е. примерно 2 точки на 10 м – материал недостаточный).

При внимательном рассмотрении первой выборки или совокупности, можно наметить три довольно отчетливо выраженных участка выполаживания кумулятивной кривой. Они соответствуют толщинам 5, 35 и 60 м и по сути фиксируют некоторые *дефициты* данных значений в общей выборке. Указанные перегибы кривой в целом не совпадают с описанными выше экстремумами, что и следовало ожидать: последние на рис. 4.2 соответствуют наиболее крутым ее отрезкам (~ 30 м, ~ 55 м). Дело в данном случае обстоит не столько в тех или иных конкретных цифрах (напомним, что выборка случайна), а в интервалах, которые можно наметить довольно отчетливо. Они показаны на рис. 4.2 в виде отрезков с одинаковой длиной *l*. Последняя составляет 25 м, что полностью соответствует толщине 25 м, наиболее характерной для литоцикла II порядка (см. начало раздела; а также [6, 141]).

На следующем этапе морфометрического анализа выполним сопоставление толщин тюменской свиты с глубиной ее залегания. Для подошвы свиты, в основном соответствующей контакту с породами фундамента или кровлей доюрского основания (отражающий горизонт А), данные по всем 62 изученным скважинам приведены на рис. 4.3. При их рассмотрении в основном ограничимся первой совокупностью (см. рис. 4.2), поскольку вторая представлена небольшим количеством данных (на рис. 4.3 она очерчена полукру-гом).



Рис. 4.2. Распределение количества наблюдений (n) по толщинам тюменской свиты (m, m) в виде накопленных значений (кумулятивной кривой):

1 – граница двух совокупностей; *2* – усредняющие векторы совокупностей 1 и 2; *3* – интервалы между перегибами на кривой (выполаживание после крутых отрезков)

Прежде всего бросается в глаза группировка скважин в двух горизонтах: выше а. о. -1750 и ниже а. о. -1850, с «зияющей дырой» между ними (две попавшие в данный пробел Убинские скважины мы показали соответствующим значком).

Как видно из приведенных данных, для верхнего горизонта зависимости между Z_n и *m* нет. Это отчетливо выявляется совершенно случайным распределением значений ряда толщин тюменской свиты на Даниловском и Тальниковом месторождениях в узком диапазоне глубин ее подошвы (кровля доюрского основания), составляющем 1675-1750 м. Принципиально иначе обстоит дело с нижним горизонтом. Здесь налицо существенный тренд *возрастания* толщины свиты с увеличением глубины ее залегания. На рис. 4.3 он обозначен эллипсоидом рассеяния, длинная ось которого может характеризоваться функцией M=f(Z) или, наоборот, Z=f(M), имеющей отчетливо линейный характер.



Рис. 4.3. Распределение значений толщины тюменской свиты (m, м) по изученным скважинам, в зависимости от глубины подошвы ее залегания (Z_п, м):

1 – граница между совокупностями (см. рис. 4.2); 2 – «гипсометрический» перерыв; 3-11 – данные по месторождениям, в количестве (кроме Убинского) четырех и более показателей: 3 – Тальниковое, 4 – Даниловское, 5 – Убинское, 6 – Мансингъянское, 7 – Шушминское, 8 – Сыморьяхское, 9 – Лазаревское, 10 – Яхлинское, 11 – Ловинское; 12 – единичные сведения по ряду месторождений; 13 – градиент приращения глубины из-за увеличения толщины свиты при постоянном положении кровли; 14 – эллипсоид рассеяния для нижней совокупности

В то же время такой тренд или *градиент* имеет и чисто статистическую составляющую, обусловленную самой методикой построения. Действительно, приращение толщины свиты (разница $m_2 - m_1$ в точках наблюдения 2 и 1) неизбежно приведет к изменению глубины залегания ее подошвы на соответствующую величину $Z_2 = Z_1 + (m_2 - m_1)$, при неизменном положении кровли (см. рис. 4.3). Поэтому на рис. 4.4 мы показали положение скважин, обозначенных соответствующими значками, для а. о. *кровли* тюменской свиты ($Z_{\rm кp}$).

При естественном перемещении перерыва в более высокое гипсометрическое положение точки наблюдений для верхней совокупности здесь выровнялись в линию как для Даниловского, так и для Тальникового месторождений. Что же касается нижнего горизонта, то для *всех четырех объектов*, по которым имелся достаточно значимый материал (Шушминское, Сыморьяхское, Лазаревское, Яхлинское месторождения), намечается заметное повышение толщины свиты при увеличении глубины ее залегания. Особенно отчетливо такой градиент выражен для Сыморьяхского месторождения, где он дает прирост толщины около 1 м на 2 м глубины.



Рис. 4.4. Распределение значений толщины тюменской свиты (m, m) по месторождениям с четырьмя и более изученными скважинами, в зависимости от глубины кровли ее залегания (Z_{kb} , м):

тонкие линии, обозначенные номерами в кружках – результирующие по соответствующим месторождениям (1 – Тальниковому, 2 – Даниловскому, 3 – Шушминскому, 4 – Сыморьяхскому, 5 – Лазаревскому, 6 – Яхлинскому); остальные обозначения см. на рис. 4.3

С общегеологических позиций такое положение граничит с абсурдом: при неограниченной экстраполяции значение толщины некоего горизонта (свиты) на больших глубинах достигнет максимальной (в пределе – сколько угодно большой) величины. Однако в контексте истории формирования нижнеплитного этажа ЗСОМБ приведенный факт как нельзя лучше верифицирует имеющиеся представления, изложенные нами ранее [13, 122]. Действительно, в течение всего периода его формирования территория, охваченная осадконакоплением, *пульсационно расширялась*, что и зафиксировано, в частности, изложенными выше количественными параметрами. Таким образом, мы допускаем возможность конседиментационного повышения уровня поверхности осадконакопления при ингрессивном налегании все более молодых горизонтов тюменской свиты. Напомним, что это касается нижнего горизонта (см. рис. 4.4). Верхний же, по всей видимости, формировался уже вне связи с генерализованной моделью описанного процесса. Случайное распределение толщин тюменской свиты, в частности, для Даниловского и Тальникового месторождений (см. рис. 4.3, 4.4), определялось локальным блоковым строением фундамента, ингрессивно заполняемого юрскими осадками in situ, без изменений в сингенетической гипсометрии.

Суммируя перечисленное, укажем, что, опираясь на морфометрические данные и используя морфографическую методику, мы вплотную подошли к морфогенетической оценке наблюдаемых фактов. Прежде всего, они соответствуют изложенным в нашей предыдущей работе представлениям о характере границ тюменской свиты [122]. Для характеристики же строения таковой они *прямой* информации не дают. Поэтому «приостановим» здесь показ «фактометрического» материала, оставляя возможность вернуться к обсуждению результатов его анализа в последующих главах.

4.3. Морфография строения тюменской свиты

Как было показано в табл. 4.1, к моменту составления предложенной книги нами уже были опубликованы достаточно подробные сведения о строении отложений тюменской свиты, включая колонки 11 скважин, в разных изданиях. При этом, как правило, преследовались цели показа либо общих закономерностей в строении толщи, либо каких-то частных вопросов. В данном подразделе подойдем к освещению имеющегося в нашем распоряжении материала с системных позиций. Прежде всего, это касается достаточно равномерного распределения показываемых колонок по толщине тюменской свиты (см. рис. 4.2), чем по возможности реализуется репрезентативность представляемого материала. Во вторую очередь это касается относительно равномерного распределения точек наблюдения (скважин) на площади. При этом «автоматически» были выбраны три скважины, расположенные на пересечении корреляционных профилей: 10650, 10320 и 10374 (это будет показано в следующей главе). Наконец, в подразделе представлены сведения по новым скважинам, ранее не публиковавшиеся (по скв. 6785 Тальникового месторождения колонка дана в другом формате, а по скв. 10650 Ловинского – в полном объеме).

Методика построения колонок описана в подразделе 3.2 и в детальном виде изложена в пособии [3]. Не останавливаясь более подробно на сугубо «технико-технологических» процедурах, перейдем к выделению и характеристике цикличности на примере *пяти* скважин, выбранных целевым образом (см. выше). По очевидным соображениям проведем их представление от полного разреза к наиболее сокращенному, редуцированному за счет нижней части свиты [13, 122].

Скважина 23, пробуренная на территории Западно-Тугровского месторождения, расположена немного севернее собственно Шаимского НГР, уже на территории Сергинского НГР Красноленинской нефтегазоносной области. Колонка скважины приведена на рис. 4.5. Главная ее особенность – это уверенное выделение верхней части шеркалинской свиты с характерным грубозернистым составом и комплексом стрежневого аллювия (интервал глубин 2327-2345 и ниже, где керн не отобран). Аллювию присуща характерная этажность, описанная нами в предыдущей книге [122, с. 99], при абсолютно типичной «высоте этажа» около 15 м. Выше, в интервале глубин 2304-2327 м, вскрыты в целом монотонные отложения алевроаргиллитового состава со скрытой слоистостью (наиболее типичные на глубине 2312-2316 м). В нижней части этого интервала довольно часты прослои и линзы угля; единичны – тонкозернистого песчаника. В целом он относится к радомской пачке, характеристика которой для Фроловского района Обь-Тазовской фациальной области выглядит следующим образом [107]: «Глины аргиллитоподобные прослоями битуминозные, углистые с прослоями песчаников с Pronoella. Толщина 15-30 м». В целом данный интервал нами отнесен к заливовому генезису (см. рис. 4.5). Верхний контакт с собственно тюменской свитой определен по повышению размерности материала до мелкозернистого и отчасти крупнозернистого алевролита, усилению проточности и большей дифференциации растительного материала. Эти визуально установленные признаки получили хорошее подтверждение на кривых ГИС. Так, указанный рубеж (2304 м) характеризуется (снизу вверх) вначале существенным повышением карбонатности (кривая PZ), вплоть до конкреции (ею здесь разрушена часть керна), а потом ее резким снижением. Контакт четко отбивается кривой плотностного радиоактивного каротажа (GGKP), чутко реагирующего на общее снижение содержания органического материала.

Таким образом, отложения тюменской свиты определились в интервале толщин 2172,5-2304,6 м. Верхний контакт совершенно четко выделяется как по смене пород, так и по комплексу ГИС, что подробно описано нами в работе [122, с. 176-189], в том числе и для соседней скв. 26 [122, с. 188-191]. При общей толщине 125 м, что близко к максимальной, установленной для тюменской свиты в пределах Шаимского НГР (см. рис. 4.2), в ее разрезе достаточно уверенно выделены **четыре** литоцикла II порядка, что и следует из колонки скважины (см. рис. 4.5).

Здесь, несомненно, следует сделать существенное отступление от разбора конкретной колонки в сторону рассуждений, имеющих общеметодологический характер. Для этого имеет смысл и необходимость вновь вернуться к цитате из работы [125], которой начат подраздел 2.2. Как из нее следует, все этапы работ при фациально-циклическом анализе, включая выделение циклов, идут по пути «... анализа и обобщения материалов исследования, с постоянной взаимной, так сказать «обратной» проверкой исходных данных и предыдущих построений и выводов». В данном контексте совершенно естественной выглядит та ситуация, когда цикличность не отрисовывается «сама





Рис. 4.5. Колонка по скв. 23 Западно-Тугровского месторождения (фациальные обозначения см. в табл. 3.2)

по себе». В каких-то случаях границы между циклами устанавливаются однозначно и уверенно; в каких-то они допускают неоднозначность их выделения. Все это идет «в процессе» и зависит от многих факторов. Среди последних одно из первых мест занимает расстояние между точками наблюдений (для прослеживания выделяемых границ и решения той самой «обратной задачи», о которой шла речь выше). Что же касается каждой конкретной точки (в нашем случае скважины), то надежность установления цикличности большей частью зависит от рельефности фациальной кривой (см. п. 3.3).

Возвращаясь к скв. 23, укажем, что нижний литоцикл II порядка (ЛЦ-4) как раз четко выделяется своим заливово-озерным палеоландшафтом, выше глубины 2270 м сменяющимся мелководно-бассейновым. Чуть выше это сопровождается накоплением песчаного подводно-дельтового и барового комплексов, «фиксирующих» нижнюю границу ЛЦ-3. Его верхняя граница достаточно четко устанавливается на обобщенной фациальной кривой (2234 м) накоплением последнего (снизу вверх) слоя барового песчаника открытого мелководья. Следующий ЛЦ-2 имеет довольно «невнятную» верхнюю границу (2198 м), которая, впрочем, достаточно хорошо фиксируется по кривым основного комплекса ГИС, особенно – радиоактивных методов (GK, NKTB, GGKP). Добавим к изложенному, что оба этих литоцикла (ЛЦ-3 и ЛЦ-2) имеют достаточно симметричное строение на обобщающей ФК, с отчетливо выраженной регрессивной частью.

Толщины трех нижних литоциклов весьма близки между собой (35-36 м). Меньшая толщина верхнего ЛЦ-1 (26,5 м) вполне объяснима с позиций некоей «незавершенности» его формирования (это подробно описано в предыдущей работе [122]: см. выше). По сути, она и подчеркивается заливовым генезисом самых верхних 6,5 м, что не характерно для отложений тюменской свиты в целом. В то же время определим, что каких-либо признаков перерыва не наблюдается. Более того, отмеченный интервал имеет «промежуточно-переходный» облик, к характеристике которого мы еще вернемся при описании следующей скважины.

Скважиной 10650 Ловинского месторождения (рис. 4.6) также вскрыт полный разрез тюменской свиты в интервале 2159,4-2299,7 м. В том, что ниже 2300 м мы имеем радомскую пачку (до 2318 м) и еще ниже – собственно шеркалинскую свиту частично пролювиального (!) состава, легко убедиться посредством сравнения с колонкой скв. 23 (см. рис. 4.5). Отличием радомской пачки в скв. 10650 является ее исключительно застойно-озерный генезис. Выше по разрезу он сменяется теми же отложениями заливов, что и в скв. 23.

Общая толщина тюменской свиты в скважине составляет 140 м, с подразделением на те же четыре литоцикла. Верхняя граница нижнего ЛЦ-4 на глубине 2261,4 м проведена по кровле угленасыщенного горизонта, детально охарактеризованного нами в работе [128]. Не видя целесообразности в повторении этих данных, отметим, что, по нашему мнению, указанный горизонт в литолого-стратиграфическом плане синхронен угольному пласту У₁₀ Обь-Тазовской и Обь-Иртышской фациальных областей [25, 107, 128]. Граница смены палеоландшафтов расположена немного выше нижней части ЛЦ-3 и «внутри» него. Верхняя граница последнего четко устанавливается по максимуму трансгрессии на обобщенной ФК (2216 м). Весьма «невыразительно» выглядит граница между ЛЦ-2 и ЛЦ-1, проведенная с существенной долей условности на глубине 2182,5 м, по кровле тонкозернистого песчаного прослоя прибереговой косы (БПК). Впрочем, ту же неотчетливость границы уже между тюменской свитой в целом и перекрывающей морской толщей абалакской свиты, и именно на примере скв. 10650, мы детально рассмотрели в предыдущей работе [122, с. 186, 187].

Аналогично скв. 23, в скв. 10650 достаточно близки между собой значения толщин трех нижних литоциклов (34-45 м). При этом наращивание мощностей ЛЦ-3 на 7-8 м, вполне возможно, происходит за счет меньшего постседиментационного уплотнения мощного песчаного горизонта интервала 2212-2224 м, по сравнению с синхронными интервалами других скважин, имеющими алевроаргиллитовый состав. Самый же верхний ЛЦ-1 имеет ту же «сокращенную» (23 м) толщину, что и в скв. 23.

В скважине 10320 Тальникового месторождения (рис. 4.7) нижняя часть тюменской свиты редуцирована, и ее толщина составляет 87,5 м (1729,5-1816 м). Характер нижней границы тюменской свиты при ее неполном разрезе подробно описан в предыдущих работах [128, с. 128-131; 122, с. 164-176], и в его повторении мы не видим необходимости. Сразу отметим, что ЛЦ-4 завершается на глубине 1802 м формированием достаточно мощного (2,5 м) угольного пласта, аналогично горизонту, отмеченному в скв. 10650 (см. рис. 4.6). ЛЩ-3 в своей средней и верхней частях имеет преимущественно озерный генезис, и его верхняя граница (1773 м) проведена нами немного выше самой верхней пачки мелководно-озерных отложений, в основном руслового слоя (симметричное подобие гемицикла). Внутри ЛЦ-2 происходит палеоландшафта, фиксируемая достаточно мощным подводносмена дельтовым комплексом (1756-1763 м), в общем-то для тюменской свиты нехарактерным [122]. Верхняя граница ЛЦ-2 (1747 м) совершенно четко выделяется слоем открытого бассейнового мелководья (барового). Толщины литоциклов сокращаются пропорционально тем, что были отмечены для северной части Шаимского НГР в скв. 23 и 10650: соответственно для ЛЦ-3, ЛЦ-2 от ≈ 35 до 26-29 м (≈ 80 %), а для ЛЦ-1 – от 23-26 до 17,5 (≈ 70 %). Несколько большее сокращение, присущее верхней части, вполне возможно, объясняется и ее частичной эрозией при формировании вогулкинской толщи.

Колонка **скважины** 10374 (Андреевское месторождение) представлена на рис. 4.8. Роль «стабилизатора», т. е. инициальной части тюменской свиты [128], выделяемой в интервале глубин 1754-1814 м, здесь играет самая верхняя часть ЛЦ-3, завершаемая озерным мелководьем на 1800 м. Нацело озерный состав имеет и ЛЦ-2, верхняя граница которого (1777,5 м) фиксируется трехметровым однородным слоем косослоистого мелкозернистого песчаника озерной дельты. Самый верхний ЛЦ-1 имеет «классическое» строение с озерной нижней – руслово-аллювиальной средней и бассейновой верхней




месторождения (фациальные обозначения см. в табл. 3.2)

нп	Гранулометри- ческий состав		Гранулометри- ческий состав Тальниковая				
Шкала глуб	Фациальн состав	Уголь Аргиллит Мелкозерн Крупнозерн Мелкозерн Мелкозерн Крупнозерн Гравелит	СКВ.10320 СКВ.10320 СКВ.10320 СКВ.10320		שול - וו	AP AN ENO, E3N E3A, E37, KC C33, T O3, T ENB ENB ENB EMB EMD EMD	ו - דוע
1720			man have been and the second				
1740					1		1
1750					2		3
1760							3



Рис. 4.7. Колонка по скв. 10320 Тальникового месторождения (фациальные обозначения см. в табл. 3.2)



частями (см. рис. 2.1). Толщины ЛЦ-2 и ЛЦ-1 составляют соответственно 22,5 и 23,5 м, что для нижнего свидетельствует о ее понижении (в условиях сокращения при редукции), а для верхнего – сохранения в объемах, характерных для северной части Шаимского НГР (см. выше).

Наконец, тот же объем разреза, что и в предыдущей скважине, охватывает колонка скважины 6785 Тальникового месторождения (рис. 4.9), где тюменская свита вскрыта в интервале глубин 1722-1764 м. Именно эта колонка приведена с двумя основными целями: 1) показать исходные признаки, которые лежат в основе выделения фаций; 2) проиллюстрировать исключительно аллювиальный характер разреза. Последнее особенно информативно в сравнении с колонкой по значительно удаленной скв. 10374, описанной выше (см. рис. 4.8). При резко асимметричном характере всех литоциклов их верхние границы подчеркнуты либо стабилизирующими углистыми интервалами (ЛЦ-3: 1759,5 м), либо небольшими слоями открытого озерного мелководья (ЛЦ-2: 1737,5 м). И лишь самый верхний 30-сантиметровый слой отнесен нами к прибереговым мелководно-бассейновым отложениям, которые как бы «фиксируют» завершенность общего разреза тюменской свиты. Толщины ЛЦ-2 и ЛЦ-1 (соответственно 22 и 15 м) хорошо укладываются в ряд сокращений, которые мы уже описали выше: 22 : $(26 \div 29) \approx 80$ %; 15 : $(17 \div 23) \approx 75$ %.

Обобщая полученные результаты, легко увидеть, что они полностью вписываются в общие представления о цикличности раннемезозойских угленосных толщ (см. рис. 2.6, табл. 2.2), что мы неоднократно подчеркивали в своих работах [4, 6, 12, 122].

4.4. Верификация морфографических построений

В предыдущей книге мы подробно остановились на верификации первого этапа генетических исследований (фациальных реконструкций) посредством обработки **геохимической** информации [122, с. 150-161]. Использованы результаты аналитических исследований по пробам, отобранным из керна скважин 10320 Тальникового и 10628 Ловинского месторождений. Для скв. 10320 (ее колонка приведена на рис. 4.7) послойно взято 84 пробы на определение 7 малых элементов, а также 52 пробы выборочно (преимущественно из песчаников) – на проведение химического (силикатного) анализа.

Непосредственные результаты анализов и статистической обработки исходных данных мы опустим, поскольку они изложены в упомянутой работе [122]. Сразу перейдем к результатам многомерного анализа, представленным в виде матриц факторных нагрузок (табл. 4.2, 4.3).

В обоих случаях первый фактор (F_1) нами проинтерпретирован как «*петрофондовый*», обеспечиваемый *внешними* по отношению к системе показателей причинами. Что же касается второго (F_2), то по ряду параметров мы отнесли его к обусловливаемому сменой обстановок седиментации, т. е. *палеоландшафтному*, или фациальному, а следовательно, определяющему *внутреннюю* по отношению к общей системе изменчивость [122].



Рис. 4.9. Колонка по скв. 6785 Тальникового месторождения (фациальные обозначения см. в табл. 3.2)



Обозначения к рис. 4.9:

гранулометрический состав и другие признаки: 1 – уголь; 2 – углистые породы; 3 – аргиллит; 4 – мелко-, 5 – крупнозернистые алевролиты; 6 – тонко-, 7 – мелко, 8 – средне- и 9 – крупнозернистые песчаники; 10 – переслаивание различных типов; 11 – конкреции; 12 – обломки и линзы иных пород; 13 – ооидная структура; 14 – известковистость;

текстура: 15 – массивная; слоистость: 16 – горизонтальная, 17 – пологоволнистая, 18 – линзовидноволнистая, 19 – косоволнистая прерывистая (флазерная), 20 - косоволнистая сплошная, 21 – косая; 22 – взмучивания и оползания;

органические остатки: 23 – раковины; 24 – ростры белемнитов; 25 – тонкая органика; 26 – мелкий детрит; 27 – крупный детрит; 28 – обломки древесины; 29 – корневые остатки; 30 – повышенное содержание углистого материала; 31 – следы жизнедеятельности (ходы илоедов);

32 – даниловская свита; 33 – вогулкинская толща; 34 – коллекторы и 35 - непродуктивные отложения тюменской свиты; 36 – породы фундамента (нерасчлененные)

Таблица 4.2

	Monumu [122, 152]	Фан	Факторы			
	Модули [122, 152]	F_1	F_2			
AM	Al_2O_3 / SiO_2	0,316395	0,866259			
TM	TiO_2 / Al_2O_3	0,499210	0,556045			
НКМ	$(Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$	0,098524	-0,916518			
ЖМ	$(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}) / (\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$	0,946413	-0,084214			
ФМ	$(FeO + Fe_2O_3 + MgO + MnO) / SiO_2$	0,901533	0,380667			
Вкл	ад	0,413496	0,410319			

Матрица факторных нагрузок (силикатный анализ): скв. 10320, 52 пробы

Таблица 4.3

Эпомонти	Факторы				
Элементы	F_1	F_2			
Ga	0,758220	0,403503			
Cu	0,906869	0,077719			
Sr	0,728594	0,013126			
Mn	-0,838577	0,025844			
Cr	0,037426	0,757282			
V	0,050113	0,863324			
Ba	0,101783	0,714356			
Вклад	0,377949	0,285543			

Матрица факторных нагрузок (малые элементы): скв. 10320, 84 пробы

Проанализируем, как изменяются по разрезу конкретные показатели факторов для соответствующих слоев. При этом следует иметь в виду следующее:

- исходные данные для силикатного анализа переведены в модульную форму, что снимает зависимость конкретных показателей друг от друга при их отображении в виде обычных содержаний, из-за замкнутости всей системы [152];
- анализируется изменчивость безразмерных факторов, определяющих п-мерную дисперсию анализируемой системы.

Тем самым определяется как минимум двухуровневая независимость получаемых результатов от каких-либо возможных воздействий, имеющих субъективный характер. На рис. 4.10 изображены результаты, которые ранее были опубликованы в статье [10]. В его левой и правой частях приведены одинаковые схематизированные колонки скв. 10320, с показом основных обстановок осадконакопления. Собственно «в поле рис. 4.10 приведены пять графиков, которые отражают изменения факторов, т. е. их конкретных значений для каждого слоя (точек опробования), по следующим выборкам.

График *X_{F₁}* – изменения первого фактора, характеризующего основную дисперсию системы из 52 проб, по которым определен химический состав отложений посредством силикатного анализа.

График Э_{*F*₁} – изменения первого фактора для системы из 84 проб, по которым определено содержание малых элементов.

График ЭА_{*F*₁} - изменения первого фактора по малым элементам, но для 28 проб, характеризующихся глинисто-алевролитовым составом (аргиллиты, мелкозернистые алевролиты).

График $\Im \Pi_{F_1}$ - то же, но для выборки из 31 пробы песчаников.





Визуальное сравнение полученных графиков показывает, что показатели в верхней и нижней частях разреза весьма существенно различаются. При этом граница в изменениях первого фактора по всем четырем выборкам имеет ступенчатый характер. Снизу вверх по разрезу достаточно равномерно (за исключением частных флюктуаций) значения F_1 распределяются до глубины 1762,80 м (нижняя пунктирная линия). В интервале 1762,80 – 1750,55 м показатели разных выборок ведут себя по-разному. На графике X_{F_1} наблюдается постепенный переход к верхнему, существенно иному комплексу значений. На графике $\Im F_1$ сохраняется облик нижней части комплекса, выше резко переходящий в совершенно иной. Напротив, такой переход на графике $\Im A_{F_1}$ имеет место именно на глубине 1762,80 м. Наконец, на графике $\Im II_{F_1}$ переход от нижнего комплекса значений к верхнему начинается еще раньше, с глубины 1767 м, и в целом имеет еще более сложный характер. Однако в любом случае выше глубины 1750,55 м (верхняя пунктирная линия) значения фактора F_1 на всех графиках становятся существенно иными.

В целом это изображено в виде суммирующих стрелок «Н» и «В» (см. рис. 4.10).

Из приведенных сведений следует совершенно однозначный вывод: независимыми от генетических рассуждений аналитическими исследованиями, имеющими выражение в суммирующих статистических показателях (факторах), устанавливается двучленное строение тюменской свиты в данной части Шаимского НГР. Это полностью подтверждает выводы, базирующиеся на изучении литолого-фациального состава отложений, с границей смены палеоландшафтов именно на глубине 1762,8 м (см. рис. 4.7).

Такие изменения в значениях фактора F_1 по разным параметрам находят сущностное обоснование в смене петрофонда для нижней и верхней частей тюменской свиты. Чтобы проверить правильность таких значений, нами построен график $\Im F_2$ для второго фактора, характеризующего дисперсию системы из 84 проб, по которым определено содержание малых элементов (крайний справа на рис. 4.10). Отсутствие резких скачков в изменениях его значений для изученного разреза убедительно подтверждает обусловленность изменчивости данного фактора F_2 сменой обстановок осадконакопления (фаций) *внутри* области седиментации.

Такие же исследования нами выполнены и для скв. 10628 Ловинского месторождения. Здесь использованы результаты только химического (силикатного) анализа по 172 пробам (в т. ч. 155 из тюменской свиты, 10 – абалакской, 5 – радомской пачки и 2 – шеркалинской свиты), которые отобраны послойно, но не реже чем через 1 м (при толщине слоя, превышающей это значение). Полученная матрица факторных нагрузок приведена в табл. 4.4.

Модули	Факторы					
(см. табл. 4.2)	$\overline{F_1}$	F_2	F_3			
AM	,15	-,81*	,31			
ТМ	-,02	,02	-,97*			
НКМ	,09	,86*	,21			
ЖМ	,86*	,14	-,01			
ФМ	,84*	-,18	,06			
Вклад	29,64	29,26	21,65			

Матрица факторных нагрузок (силикатный анализ): скв. 10628, 172 пробы

Показатели значений факторов приведены в виде графиков на рис. 4.11. На нем отчетливо выделяется та же переходная зона, что и была выделена для скв. 10320 по комплексу показателей (см. рис. 4.10). При этом ее наличие также контролируется сменой палеоландшафтов, которая фиксируется на глубине 2205 м. Укажем, что нижняя граница переходной зоны (2215 м) была достаточно четко намечена в нашей предыдущей работе [122, с. 72], по ряду иных геохимических показателей, а именно: гидролизатному модулю ГМ = $[(Al_2O_3 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO + MnO) / SiO_2]$, CIA = $[100 \cdot Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)]$ и K₂O / Al₂O₃.

Наконец, в завершение «верификационного» раздела отметим, что в той же, предыдущей, работе [122] мы привели для скв. 10320 Тальникового месторождения сведения по изменению некоторых показателей для состава песчаников. Было отмечено, что для литоциклов II порядка характерна четкая направленность в изменении ряда показателей, фиксируемая как для всех изученных образцов, так и в отдельности – для русловых песчаников [128, с. 44, 55].

4.5. Цикличность и коллекторы

Вопросы, связанные с цикличностью как рациональной основой стратификации терригенных толщ, применительно к отложениям тюменской свиты Шаимского НГР, мы рассматривали уже начиная с первого этапа получения результатов работ, в 2002 г. Обширные сведения, полученные в последующие годы, по сути, лишь детализировали наши представления, которые в целом вполне могут быть «вмонтированы» в общепринятые взгляды на строение среднеюрских (без келловея) отложений нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна [12-14, 90, 122, 128].





Рис. 4.11. Изменение значений факторов, вычисленных для показателей химического состава отложений (желтым цветом выделен переходный интервал: пояснения в тексте) Стратиграфическое расчленение отложений нижнеплитного этажа для Шаимского НГР и прилегающих территорий кратко охарактеризовано нами в предыдущей работе [122, с. 12] и на примере Яхлинской скв. 8 показано на рис. 1.3. На рис. 4.12 приводится общая стратификационная схема нижне-среднеюрских отложений, включающая индексацию песчаных пластов. По схемам тюменских геологов их выделяется 12 (в т. ч. в тюменской свите 8: пласты Ю₂₋₉), а новосибирских и томских – 17 (в отложениях, соответствующих тюменской свите в объеме вымского, леонтьевского и малышевского горизонтов – 13: Ю₂₋₁₄). Справедливо указывается, что «... синонимика песчаных пластов даже на смежных площадях весьма условна» [107, с. 49].

Отдел	Apyc	Подъярус	Горизонт	Западная Сибирь (тюменская классификация)	Центральная и се- верная части Запа- дной Сибири (Тюме- нская классифика- ция уточн. и доп.)	Юго-восток За- падной Сибири (Тюменская клас- сификация)	Свита	Подсвита	חון - וו	Коллекторы			
		В	Васюган.	Ю₂⁰									
	бат	Cp.	, вский ввский д	_Ю₂ 	Ю ₂₋₆	а я	Верхняя	1	Ю ₂₋₃				
я юра		H.	Малыш		Ю ₃₋₄	(Y ₂₋₅)	НСК		2	Ю₄			
Средня	Байос	В.	Леонтьев- ский	Ю ₅₋₆	Ю ₅₋₆	Ю ₇₋₁₀ (У ₆₋₉)	o M e I	Средняя	3	Ю ₅₋₆			
		Н.	Вымский	Ю ₇₋₉	Ю ₇₋₈		H H	Нижняя	4	(У ₁₀) Юто			
	$\left _{+} \right $	В.			Ю"	(*10-13/			لمم	~~~~			
	Аален	Н.	Лайдин- ский			У ₁₄ в кровле	Рис пла	Рис. 4.12. Индексация песчаных пластов нижней и средней юры					
	Toap	В.	Надояхский	Ю ₁₀	Ю ₁₀	Ю ₁₅	Запа выд горг сокр	Западной Сибири (зеленым ци выделены существенно глинист горизонты) [107, с. 50; с сокращениями]; справа –					
pa			п.	Китер- бютский				све	дения по Ша	имскс	му HI	Р	
О КК	линсбах	B	Шарапов- ский	Ю ₁₁	Ю11	Ю ₁₆							
Нжн		ט.	Левин- ский		~~~~								
		Н.											
		В. ⊔	Зимний	Ю ₁₂	Ю ₁₂	Ю ₁₇							

Β.

На этом же рис. 4.12 приводятся и наши сведения по соотношению литоциклов II порядка со стратификационными единицами. Они примерно на порядок смещаются относительно приведенных в табл. 2.2: для раннемезозойских терригенных толщ Северной Евразии такое стратиграфическое значение мы отводили литоциклам III порядка с мощностями 80-130 м. Суть различия заключается в сокращенных толщинах тюменской свиты на западе Западной Сибири, по сравнению с большей частью остальной территории. Причины такого несоответствия имеют конкретную геологическую природу.

В продолжение сопоставления полученных данных с общими для ЗСП, приведем их соответствие с полученными комплексным, в т. ч. биостратиграфическим, путем определениями [107] по ряду позиций.

1. К верхам лайдинского горизонта, включающим «хорошо прослеживающуюся радомскую пачку..., приурочен хорошо известный на юге Западной Сибири репер – пласт угля У₁₄» [107]; см. также рис. 4.12. Легко сопоставить этот горизонт с уровнем повышенной угленасыщенности в радомской пачке по скв. 23 (см. рис. 4.5) и 10650 (см. рис. 4.6).

2. Граница между ааленом и байосом «может проходить ... внутри глинистого пласта, разделяющего пласты Ю₉ – Ю₈» [107, с. 51]. Наличие такого пласта, «невнятно» анонсирующего нижнюю-среднюю части ЛЦ-4, хорошо видно в той же скв. 23 (см. рис. 4.5).

3. Наконец, предлагаемое деление среднего и нижнего бата (см. рис. 4.12), по нашему мнению, хорошо совпадает с границей 1-го и 2-го литоциклов II порядка. Однако, по нашим данным, коллектор Ю₃ будет относиться в этом случае к *среднему* бату, что, конечно, должно быть уточнено биостратиграфическими или иными методами.

Приведенными в последнем подразделе сведениями мы, по сути, начали характеристику морфоструктуры тюменской свиты (см. рис. 4.1). Однако эту процедуру следует выполнить после *корреляции* разрезов, только в результате которой можно окончательно установить закономерности в строении толщи, реализуемые в цикличности (см. начало подраздела 2.2 и «отступление» при описании колонки скв.23 в п. 4.3). «Окончательное решение вопроса о циклическом строении разреза и выделении литоциклов разных порядков (тем более при фациальной изменчивости разреза на относительно небольших расстояниях) возможно лишь после прослеживания литоциклов на площади» [31, с. 228-229].

5. КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ

Выше, в соответствующих разделах (см. п. п. 2.3, 3.3), мы уже отметили, что корреляция отложений – это важнейшая процедура в геологических работах на любом их этапе. Добавим, что ее реализация (в основном в виде геологических разрезов разного назначения, наполнения, детальности и масштаба) позволяет дать оценку морфо*структуры* объекта (см. рис. 4.1) с той или иной полнотой.

5.1. Обзор представлений по циклокорреляции юрских отложений Западной Сибири

Целью наших исследований являлась корреляция отложений тюменской свиты на базе фациально-циклического анализа, в комплексе с результатами геофизических исследований скважин (ГИС), что в методическом отношении рассмотрено в п. 2.3. Сразу укажем, что подобные работы в отношении глубокозалегающих нефтегазоносных терригенных толщ нам неизвестны. В то же время уже в течение более 20 лет при изучении последних широко применяется методика системно-литмологических исследований, опирающаяся на «треугольниковую цикличность» Ю. Н. Карогодина [63-66, 116 и мн. др.] (см. начало п. 2.1). Для нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна приведем два примера их использования.

Первый, имеющий достаточно общий характер, содержится в совместной статье геологов Института геологии нефти и газа СО РАН (Новосибирск) и СибНАЦ (Тюмень) [148]. В ней для северных районов Западной Сибири, где нижне-среднеюрские отложения, как известно, характеризуются повышенными толщинами, выполнена корреляция отложений по зональным циклитам (ЗЦ), для интересующего нас интервала показанным в табл. 5.1. Указано, что ЗЦ представлены «... как правило, в основании пластом песчаников, которые вверх по разрезу переходят в алевритово-глинистые породы. Толщина ЗЦ изменяется от 30 до 150 м. Границы между ними литологически резкие. Отмеченная особенность строения ЗЦ отчетливо отражается в комплексе каротажных диаграмм, выделение и сопоставление их обычно не вызывает затруднений» [148]. Как видно из табл. 5.1, каждому ЗЦ соответствует песчаный пласт, узко «закрепленный» в разрезе (терминология авторов статьи): это региональные пласты. Локальные же, залегающие в средних и верхних частях ЗЦ, получают дополнительный буквенный индекс сверху вниз по разрезу от «а» до «г».

Для соблюдения непредвзятости процитируем описание среднего или центрального среди 11 выделенных ЗЦ (отметим их нестандартную для ЗСОМБ индексацию снизу вверх по разрезу). «Циклит tm-6 (vm-6) завершает нижнетюменскую подсвиту и ее аналог - вымскую свиту. Обычно представлен песчаниками (пласт Ю₇) в основании, сменяющимися вверх по разрезу преимущественно глинистой толщей, в которой иногда локально развиты

прослои песчаников (пласт Ю₇^а). Толщина ЗЦ колеблется от 20 до 60 м. Он характеризуется значительными фациальными изменениями по латерали от существенно песчаных разрезов до глинистых.

Таблица 5.1

Свита	Подсвита		Зональный	Толщина,	Пласт	Горизонт	Ярус	
			циклит (ЗЦ)	М				
Васюг	анский							
			tm-11	30-100	Ю2		Батский	
	Верхня	ЯЯ	tm-10	30-100	Ю3	Малышевский		
			tm-9	20-95	Ю4	Wandhinebertim		
	C		tm-8	35-105	Ю5			
Travery	Средня	RF	tm-7	20-90	Ю6	Леонтьевскии		
Тюмен-	Нижняя		tm-6	20-60	Ю7		Байосский	
Ская			tm-5	30-50	Ю ₈			
			tm-4	20-40	Ю9	Drycorryy		
			tm-3	10-50	Ю ₁₀	Вымскии		
			tm-2	15-40	Ю ₁₁			
			tm-1	25-45	Ю ₁₂			
IIIenra-	Beny-	Радом-					А аленский	
пинская	няя	ская				Лайдинский	Лаленский	
линская		пачка						

Выделение циклитов и пластов в отложениях тюменской свиты [148]

Пласт Ю₇ распространен почти повсеместно, местами полностью глинизируется. Наиболее часто представлен переслаиванием песчаников, алевролитов и глин, обычно с преобладанием первой разности. Участками пласт полностью сложен песчаниками. Толщина его изменяется от 3–5 до 60 м» [148].

Не приводя личных оценок (отчасти они уже опубликованы, отчасти им еще найдется место ниже), приведем на этот счет некоторые соображения геологов СНИИГГиМСа, с которыми мы в целом солидарны: «... трудно мощных переслаивающихся представить, что В песчано-алевритовоглинистых толщах насчитываются один-два продуктивных пласта или один продуктивный пласт мощностью 180 м в объеме стратиграфического горизонта. ...Песчаные пласты в составе нефтегазоносных комплексов являются конкретными фациями (русловый аллювий, дельтовая протока, фронт дельты и т. д.), геометрическая интерпретация, прослеживание и корреляция которых возможны лишь в пределах стратифицированных толщ с возрастным ограничением и генетическим их районированием» [42, с. 75]. При этом авторами для Обь-Иртышской фациальной области в вымском горизонте выделено пять пластов (ЮВ₁₋₅), и в малышевском – шесть (ЮМ₁₋₆), что по сути почти идентично рассмотренной выше схеме (см. табл. 5.1).

Возвращаясь к «циклитовому» подходу к расчленению и корреляции толщи, в качестве *второго* примера укажем, что для Шаимского НГР он был

выполнен группой новосибирских геологов (ИГНиГ СО РАН) на рубеже XX-XXI вв. В результате анализа обширной геолого-геофизической информации (структурные карты всех горизонтов, данные ГИС по более чем 300 скважинам) выделены те же циклиты (ЗЦ), что и были показаны в табл. 5.1, но с их индексацией сверху вниз по разрезу (как для аналогичных им пластов). Полученные результаты вкратце сводятся к следующему.

«В разрезе тюменской свиты Шаимского НГР выделено семь пластов песчаников (W_2 – W_8 , по тюменской классификации), причем на восток, в направлении Красноленинского свода, количество пластов песчаников тюменской свиты повышается за счет увеличения общей толщины свиты (более 180 м) вплоть до появления пласта W_8 на Яхлинской площади. Толщина их варьирует от нескольких метров до 25 м. Имеющиеся определения возраста спор и пыльцы, сделанные В. И. Ильиной по скв. Тальниковой 10177 и др., позволяют определить границу бата и байоса, проходящую внутри пласта W_4 , и таким образом стратифицировать песчаные пласты тюменской свиты Шаимского района в соответствии с тюменской классификацией. Нижележащий пласт W_5 в разрезе подавляющего большинства скважин выделяется как наиболее мощный и устойчивый. Он перекрыт мощной пачкой углистоглинистых пород, которую мы использовали в качестве основного репера при корреляции песчаных пластов тюменской свиты» [85].

Совершенно положительным итогом этой работы явилось «встраивание» систематики коллекторов Шаимского НГР в «общезападносибирскую» (до этого, да и некоторое время после, при индексации коллекторов тюменской свиты в Шаимском районе использовался местный индекс «Т», не коррелируемый с другими районами). Что же касается самого выделения циклитов исключительно единообразной формы, а именно – «хвостиком вверх» (проциклиты), корреляция отложений в верхней части разреза выглядит явно небесспорной. Справедливости ради укажем, что и сами авторы прямо указывают на следующее. «Основная проблема корреляции песчаных пластов Ю2-Ю8 заключалась в том, что континентальные отложения тюменской свиты не выдержаны по толщинам, в отличие от глинистых пород верхнеюрского комплекса, имеющих морской генезис. Для них также характерна прерывистость и линзовидное строение песчаных пластов, что затрудняет прослеживание песчаных тел. Еще одной немаловажной проблемой в корреляции континентальных отложений Шаимского НГР является полное отсутствие (? - Авт.) углистых реперов, какие мы можем наблюдать, например, на территории Томской области» [85]. Добавим здесь, что причину «небесспорности» (см. выше) легко увидеть хотя бы в общепризнанной приуроченности коллектора Ю₂ к самой верхней части тюменской свиты. Это сразу и напрочь рушит единообразную «проциклитовую» схему расчленения толщи, что рассмотрено выше (см. п. 2.1). В завершение подраздела покажем трансляцию самой идеи циклитовости на примере верхнеюрского разреза юго-востока ЗСОМБ, который весьма близок к рассматриваемому нами. Ранее такая трансляция рассмотрена одним из авторов в работе [6] и вкратце сводится к замене проциклитов на про-рециклиты, с постепенным увеличением «ре»-

части, за счет своего рода эфемеризации «про»- составляющей, рассматриваемой уже только как «базальный горизонт» [116; см. рис. 3.3].

На рис. 5.1 и 5.2 приводятся две схемы строения одного и того же объекта, составленные при участии и явном идеологическом руководстве Ю. Н. Карогодина, но разделенные временным промежутком в четверть века. Как видно из их сопоставления, васюганские проциклиты юго-восточной части ЗСОМБ верхнего разреза с необыкновенной легкостью поменялись на прорециклиты в нижнем разрезе.

Для тюменской свиты Шаимского НГР мы уже на первом этапе своих исследований констатировали (на примере Западно-Тугровского месторождения), что «...для рассматриваемой толщи пласты песчаников, представляющие наибольший интерес в качестве коллекторов, *могут занимать полярное положение в разрезе ЭЛЦ*. В нижней части разреза исследуемых отложений, при аллювиально-озерном генезисе, они преимущественно приурочены к их основанию либо к средней части. В верхней же части тюменской свиты, при мелководно-бассейновом составе отложений, данные слои приурочены уже к средней либо верхней частям ЭЛЦ» [16]. В этом случае весьма понятны превращения, показанные на рис. 5.1 и 5.2. Остается непонятным другое: как выделять циклиты при их трансляции друг в друга на относительно коротких расстояниях по латерали либо при их смене по разрезу, что и наблюдается в тюменской свите Шаимского НГР. И уж в любом случае выглядит недопустимым такое субъективное изменение характера циклитов *одного и того же объекта*, как это показано выше.

В завершение подраздела приведем *примерное* сравнение выделяемых нами литоциклов с циклитами новосибирских литологов, а также с расчленением отложений, выполняемым при их корреляции геолого-геофизической службой ТПП «Урайнефтегаз» (см. рис. 5.3).

Схема А на рис. 5.3 составлена по материалам литологов Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск), охарактеризованным выше. В ее основе лежит преобладающая «проциклитовость», присущая континентальным толщам, когда основанием циклита служат более грубозернистые породы. В схеме В, используемой при корреляции отложений геологогеофизической службой ТПП «Урайнефтегаз», за основу увязки принимаются наиболее тонкозернистые пачки, лучше прослеживающиеся на территории. Как показано на рис. 5.3, в нижней части тюменской свиты (вплоть до который венчает достаточно коллектора Ю5. выдержанная углистоглинистая пачка: см. выше) корреляция схем А и В преимущественно совпадает. Выше же начинается существенное несоответствие, вызванное изменением характера цикличности, определяемой по простым треугольникам. Мы попытались отобразить это в левой части рис. 5.3, увязав такую схему с литоциклами, выделяемыми нами по изменению направленности смены обстановок осадконакопления или фаций (схема Б). Как следует из приведенного сопоставления, в нашей схеме положение коллекторов как бы «приподнято», что следует из самого принципа установления цикличности – полнопостроенных литоциклов, а не урезанных циклитов или гемициклов (см. гл. 2).



Рис. 5.1. Взаимоотношение морских и континентальных отложений келловей-оксфордского возраста (составила Е. А. Гайдебурова, 1980) [66, с. 85; с небольшими сокращениями]:

1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – угли; 4 – несогласия, размывы; 5 – символ проциклита; 6 – символ рециклита



Рис. 5.2. Стратиграфическая схема келловей-верхнеюрских отложений Широтного Приобья [26 и др.; с небольшими сокращениями]:

1 – песчано-алевролитовые пласты; 2 – алевролиты; 3 – глины; 4 – тонкоотмученные глины-маркеры; 5 – глинисто-карбонатные породы; 6 – размыв; 7 – глауконит, сидеритовые оолиты, известковые стяжения



* Лазаревское, Ловинское, Урайское месторождения; **Сыморьяхское, Убинское месторождения.

Рис. 5.3. Сравнение расчленения отложений тюменской свиты, выполненное разными авторами: А – новосибирскими литологами [85] в рамках «треугольниковой» циклитовости; Б – предлагаемое в настоящей работе; В – геолого-геофизической службой ТПП «Урайнефтегаз»:

1 – совпадающие границы для схем А и В; 2 – смещение границ у схем А и Б за счет инверсии циклитов; 3 – смещение границ за счет аллювиальных врезов (действительных или мнимых); 4 – символ проциклита; 5 – символ рециклита

Дальнейшее обсуждение этого вопроса продолжим уже при характеристике корреляции отложений тюменской свиты.

5.2. Корреляционные разрезы

Как следует из самой методологии фациально-циклического анализа, на каждом его последующем этапе в обязательном порядке осуществляется *проверка* (верификация) предыдущего: см. п. 2.2; 3.1. Применительно к цикличности это сформулировано так: «Лишь сопоставление, прослеживание литоциклов от одного разреза к другому позволяет полностью выявить циклическое строение изучаемой толщи» [31, с. 228]. Напомним, что такой подход полностью соответствует принципам моделирования, которые были сформулированы позднее (см. рис. 2.8). Именно проблеме прослеживания, корреляции, а значит, и окончательного установления цикличности в строении тюменской свиты Шаимского НГР в основном и посвящен данный раздел. Подчеркнем, что приводимыми разрезами мы не старались дать решение конкретных практических задач, стоящих перед геологами, скрупулезно изучающими рассматриваемую территорию. Для этого потребовался бы значительно больший объем материалов, а также привлечение данных сейсморазведки. С другой стороны, охват значительной части территории Шаимского НГР, по нашему мнению, может рассматриваться как тот литологический *каркас*, на который вполне может «нанизываться» более детальная информация, существенно уточняющая детали строения толщи на локальных площадях и участках.

Расположение построенных разрезов показано на рис. 5.4. При их выборе мы преследовали простую цель возможно более полного охвата всей территории Шаимского НГР, с учетом ограниченности и неравномерности размещения на площади собственных данных. Эту цель можно было бы сформулировать как *минимальность и достаточность* для показа общих закономерностей в строении тюменской свиты.

Как видно из рис. 5.4, разрезы опираются на скважины с изученным керном, а при значительных расстояниях между ними привлекаются по 2 (как правило) скважины без изучения керна. По всем скважинам обязательным источником информации является стандартный комплекс ГИС, а для скважин с изученным керном на разрезах показаны фациальная кривая и границы литоциклов II и I порядков. Скважины на пересечениях разрезов (10650 Ловинского, 10320 Тальникового и 10374 Андреевского месторождений) выбраны в качестве опорных при выделении и описании цикличности (см. п. 4.3). Их колонки приведены соответственно на рис. 4.6, 4.7 и 4.8.

За нулевой горизонт принята граница между тюменской и абалакской свитами, как правило, однозначно выделяемая по данным ГИС. При наличии вогулкинской толщи (пласт Π_3 , в общетюменской классификации индексируемый как ${\rm IO_2}^0$ [107]) проведение такой границы может вызывать затруднения, что достаточно детально описано нами в предыдущей работе [122, с. 176-189]. К характеристике данной границы мы еще будем обращаться в следующих главах.

Исходя из чисто «технической» ситуации, когда на одной странице достаточно хорошо помещается либо одна скважина с ГИС и фациальной кривой, либо две скважины только с данными ГИС, и были окончательно подобраны корреляционные разрезы. Колонки на них в основном приведены в М 1 : 500, что опять-таки определяется «техническими» возможностями показа основных разрезов тюменской свиты. Действительно, при преобладающих значениях толщин до 200 м (см. рис. 4.2) высота колонки будет составлять 25 см, что позволяет разместить ее на листе формата А4. При больших значениях толщин (в северо-восточной части площади) мы «скачком» переходили на изображение колонок в М 1 : 1000. Сводная характеристика разрезов, для удобства работы с ними, приведена в табл. 5.2, а сами разрезы – на рис. 5.5, 5.6 и 5.7.



Рис. 5.4. Положение корреляционных разрезов на карте по отражающему сейсмическому горизонту «А» (граница фундамента и осадочного чехла)

Таблица 5.2

Северный (см. рис. 5	Южный (см. рис. 5	5.6)	Меридиональный (см. рис. 5.7)		
Месторождение	Лист	Месторождение	Лист	Месторождение	Лист
(участок), скважина		(участок), скважина		(участок), скважина	
Тальниковое, 10320	1	Тальниковое, 10320	1	Тангинское, 11130	1
Тальниковое, 10115	2	Тальниковое, 6819	2	Пулытьинское, 11107	2
Тальниковое, 10114		Даниловское, 10019	2	Хултурское, 10354	2
Тальниковое, 10666	3	Даниловское, 10555	5	Узбекское, 10356	5
СДаниловское, 10674	4	Даниловское, 10009	4	Андреевское, 10374	4
СДаниловское, 10305	F	Узбекское, 10540	5	Убинское, 10054	5
Шушминское, 10097	3	Узбекское, 10541	3	Убинское, 343	5
Шушминское, 10438	6	Андреевское, 10374	6	Мансингъянское,	6
		_		10609	
Малошушминское,	7			Мансингъянское,	
10525				10058	7
Сыморьяхское, 10629	8			Мансингъянское,	/
-				10603	
Сыморьяхское, 10220	0			Кетлохское, 10903	8
Сыморьяхское, 10215	9			Кетлохское, 10900	0
Ловинское, 10650	10			Лазаревское, 10394	9
Ловинское, 10408	11			Лазаревское, 10663	10
Ловинское, 56	11			Ловинское, 10628	11
Новомостовское,	12			Ловинское, 10650	12
10700					
		•		Западно-Тугровское, 23	13

Характеристика корреляционных разрезов

Примечание. Жирным кеглем выделены задокументированные скважины; курсивом - листы с двойным уменьшением масштаба.

На всех предыдущих этапах изучения отложений тюменской свиты Шаимского НГР мы приводили сводные представления о закономерностях в строении и изменчивости толщи. Так, в 2005 г. была предложена сводная (генерализованная) модель ее строения, опубликованная в ряде работ, в т. ч. [128, с. 15] (рис. 5.8). В последующем с использованием других работ [101] представлена детальная модификация с более развернутой латеральной привязкой (рис. 5.9). Сравнением этих моделей с впервые публикуемыми разрезами по всему Шаимскому НГР, составленными по результатам детальных фациально-циклических исследований, по нашему мнению, достаточно полно *верифицируются* представления о строении и изменчивости толщи, которые были разработаны уже на первых этапах исследований (см. рис. 5.8).

На всех разрезах между всеми скважинами прослежены границы литоциклов II порядка, проведенные жирными линиями. Литоциклы I порядка выделены только на колонках скважин, где выполнена документация керна. В силу своей невыдержанности в пределах всего Шаимского НГР их корреляция не производилась. Проведено сопоставление всех основных коллекторов (см. рис. 5.3), причем здесь следует сделать два примечания. В отличие от работ, имеющих сугубо практическое, «производственное» значение, мы, во-первых, старались выделить только наиболее хорошо распознаваемые песчаные слои и (или) их комплексы. Во-вторых, в некоторых случаях для достаточно монотонных тонкозернистых интервалов мы старались показать, какой их части *генетически* соответствуют выклинивающиеся или расщепляющиеся песчаные коллекторы. Тем самым выполненные построения имели своей основной целью построение геологического **каркаса** исследуемого объекта, что и сформулировано в начале раздела.

Уделим некоторое внимание характеристике построенных разрезов, хотя в целом приведенные материалы говорят «сами за себя», предоставляя тот «каркас», о котором упоминалось выше. Для **северного** разреза (см. рис. 5.5 на 12 листах) характерна наибольшая изменчивость толщины тюменской свиты. Ее диапазон составляет от максимальной величины в целом для Ша-имского НГР (скв. 10650, лист 10 – 142 м) до полного отсутствия на «лысых горах» Турсунтского мегавала (скв. 10305, лист 5).

Сделаем некоторые пояснения, продвигаясь по разрезу с запада на восток. Так, для первой же скв. 10320 Тальникового месторождения (лист 1) нами сделана предположительная привязка двух достаточно мощных угольных пластов. Согласно синонимике, используемой на юго-востоке ЗСП, в Обь-Тазовской и Обь-Иртышской фациальных областях угольные пласты данных интервалов разреза имеют индексы (снизу вверх) $У_{10}$ и Y_6 [107]. При этом индексация пласта Y_{10} нами специально обоснована в предыдущей работе [128], и мы к этому вопросу еще обратимся ниже, при описании меридионального разреза.

Выделение и расчленение сокращенных до минимума отложений тюменской свиты по скв. 10666 Тальникового (лист 3) и скв. 10674 Северо-Даниловского (лист 4) месторождений проиллюстрировано образцами керна. В последнем случае подтверждена высказанная ранее идея о том, что в «предельном» случае тонкие прослои глинисто-углистых пород могут играть роль своего рода «смазки» между фундаментом и перекрывающими отложениями собственно плитного цикла [128].

Принципиально важный характер имеет сопоставление (подобие корреляции) границ 2-го и 3-го литоциклов II порядка *через* выступ фундамента, как это показано стрелкой и восклицательным знаком в кружке на листе 6. Тем самым осуществлена «передача» данной границы от скв. 10097 Шушминского к скв. 10629 Сыморьяхского месторождений, при сохранении изначально-генетического положения, но не нынешнего – гипсометрического (!)

Наконец, отметим затрудненность передачи разреза между Сыморьяхским и Ловинским месторождениями (скв. 10215, лист 9 – скв. 10650, лист 10). Непосредственно на разрезе это усугубляется еще и чисто «технической» причиной, обусловленной необходимостью смены масштаба. В целом же такая сложность имеет глубокий и в полном смысле «глубинный» характер, будучи обусловлена существенными различиями в истории формирования соответствующих блоков фундамента. Отметив, что именно на данной границе наиболее ярко проявляются разночтения в индексации коллекторов (см. рис. 5.3), оставим данную проблему для более детального рассмотрения и анализа.





Продолжение рис. 5.5: лист 2





Обр. 1 (глубина 1772,3 м) взят с контакта комплексов. Верхняя часть – мелкозернистый алевролит с тонкой полого-волнистой слоистостью. Фация полуизолированного побережья залива. Нижняя часть – тонкозернистый плохо сортированный песчаник с большим количеством фракций более крупной размерности. Дистальный шлейф небольшого конуса выноса в локальное озеро



Продолжение рис. 5.5: лист 3

Обр. 2 (глубина 1774,5) характеризует нижний контакт дифференцированного конуса выноса, верхняя часть которого отображена в верхнем обр. 1. Песчано-гравийный плохо сортированный материал с ровным аккумулятивным контактом залегает на хорошо сортированном тонкозернистом песчанике приберегового озерного мелководья



Вверху (обр. 1 – 1783,5 м): нижний контакт вогулкинской толщи – до конгломерата, с неровным аккумулятивным контактом залегающего на отложениях тюменской свиты. Конус выноса предварительно обработанных (вдольбереговыми течениями - ?) обломков.



Продолжение рис. 5.5: лист 4

Обр. 2 (1784 м) – озерный алевроаргиллит с тонкой слоистостью ленточного облика. Осветлен, слегка зеленоват, в правой части – овальная конкреция

Обр. 3 (1785 м) – мелкозернистый песчаник с хорошей сортировкой материала и «плавающими» окатанными линзами алевритов (сгружение в левой нижней части образца). Активное озерное прибереговое мелководье (небольшой бар)



Продолжение рис. 5.5: лист 5



Продолжение рис. 5.5: лист 6







Продолжение рис. 5.5: лист 9




Продолжение рис. 5.5: лист 11



Окончание рис. 5.5: лист 12





Продолжение рис. 5.6: лист 2



Продолжение рис. 5.6: лист 3



Продолжение рис. 5.6: лист 4



Продолжение рис. 5.6: лист 5



Окончание рис. 5.6: лист 6



Обр. 1 (глубина 1459, 0 м). Известковистый песчаник с ооидной текстурой и включениями окатанных

галек алевролита со сравнительно недальним переносом (подобно базальному конгломерату)



Обр. 2 (глубина 1465,0 м). Мелкозернистый плохо сортированный песчаник с примесью более грубых фракций, вплоть до единичных частиц гравийной размерности. Прерывистая слабоотчетливая слоистость – слоеватость, с крупным растительным детритом. Нефтенасыщен. Краевая часть русла – АРР

Рис. 5.7. Меридиональный корреляционный разрез (см. рис. 5.4, табл. 5.2): лист 1





Продолжение рис. 5.7: лист 3



Продолжение рис. 5.7: лист 4



Продолжение рис. 5.7: лист 5





Продолжение рис. 5.7: лист 7





Продолжение рис. 5.7: лист 9



Продолжение рис. 5.7: лист 10









Рис. 5.8. Генерализованная модель истории геологического развития Шаимского НГР в раннемезозойскую эпоху [128, с.15]:

1 – доюрский фундамент, расчлененный на отдельные блоки; 2 – перекрывающие нижнеплитный этаж морские келловей-верхнеюрские отложения; 3-7 – породы вогулкинской толщи: 3 – гравелиты, конгломераты; 4 – песчаники, 5 – известняки, 6 – алевролиты, 7 – дистальные выносы (оползни, оплывины); 8-10 – отложения тюменской свиты (формации): 8 – мелководно-бассейновые, 9 – континентальные, 10 – озерноболотные (угли); 11 – радомская пачка; 12 – отложения собственно шеркалинской свиты.

Вверху – буквенные обозначения типов разрезов: ЛГ – «лысых гор», В – вогулкинский, Д – даниловский, С – сыморьяхский, Л – ловинский



Рис. 5.9. Сводная стратиграфическая схема юрских отложений Шаимского нефтегазоносного района [122, с. 15]:

1 – битуминозные и слабобитуминозные аргиллиты мулымьинской и тутлеймской свит; 2 – алевроаргиллиты абалакской свиты; 3 – песчаники и гравелиты с прослоями известняков вогулкинской толщи; 4 – песчаники и алевролиты с прослоями углей тюменской свиты; 5 – частично углистые алевроаргиллиты радомской пачки; 6 – алевролиты, песчаники и гравелиты шеркалинской свиты; нерасчлененные породы фундамента: 7 – «гранитно-сланцевой оси» Шаимско-Кузнецовского мегаантиклинория, 8 – раннесреднетриасового Даниловского грабена; 9 – градиенты ингрессионного расширения территории осадконакопления; 10 – импульсы активизации седиментационного процесса; 11 – границы литоциклов II порядка. Буквы в кружках – сейсмогоризонты Такая же «передача» корреляции через выступы фундамента, что была описана для северного разреза (см. выше), показана нами и на листе 3 южного (см. рис. 5.6). Интересно и значимо, что она наблюдается для той же описанной ранее границы 2-го и 3-го литоциклов II порядка. Укажем, что из данного факта может следовать достаточно нетривиальный вывод. Он заключается в том, что при латеральной миграции базальные слои коллектора Ю₄, залегающие в основании ЛЦ-2, могут «взрезать» блоки фундамента, формируя тем самым неструктурные литологические ловушки.

Отметим также и затрудненность корреляции по линии скважин 10009-10540-10541-10374 (листы 4-6). Возможной этажностью строения аллювиальных толщ объясняется Z-образный вариант корреляции коллектора W_4 между скв. 10540 и 10541 (лист 5). На этом же листе показано предположительное выклинивание коллектора W_5 ; возможное появление нижней части разреза тюменской свиты (ЛЦ-4 в скв. 10541). Еще раз укажем, что выполненные построения имеют достаточно общий характер и безусловно должны уточняться и детализироваться для конкретных месторождений и участков.

Самым длинным является **меридиональный** разрез (см. рис. 5.7), протягивающийся по простиранию в основном вдоль западной границы Шаимского мегавала. Для скважин 11130 (лист 1) и 11107 (лист 2), расположенных в южной, менее разбуренной части Шаимского НГР, мы проиллюстрировали верхнюю границу тюменской свиты в образцах керна. В первом случае – это ее своего рода «взятие в вилку», а во втором – непосредственный контакт. Особый интерес вызывает значительная толщина тюменской свиты в скв. 11107 (лист 2), составляющая 110 м при невскрытом фундаменте. Нами выполнено расчленение ее разреза при помощи уверенно выделяемых угольных пластов. При их индексации, имеющей довольно предположительный характер, сами пласты весьма надежно коррелируются с таковыми же, выделенными в скв. 10320 Тальникового месторождения (см. лист 1 на рис. 5.5 и лист 1 на рис. 5.6).

На листе 3 показана «передача» разреза через выступающий блок фундамента в скв. 10354 (от скв. 11107 к скв. 10355). Очередной прообраз «лысых гор» присущ все той же границе 2-го и 3-го литоциклов II порядка, для которой он был отмечен выше. Следующая такая «передача» разреза показана на листах 5 и 7, причем в последнем случае уже для границ 3-го и 4-го литоциклов II порядка. Важно, что, будучи установленной именно на Мансингьянском месторождении, подобная блоковость верифицирует представления, изложенные нами в предыдущей работе [122, с. 167, 171-173]. В ней на фрагменте колонки по скв. 4480 и в конкретных образцах был показан «внутрисвитный» (в данной скважине) размыв близрасположенных блоков фундамента. Нам остается лишь вернуться к высказанному выше положению о контроле границами литоциклов II порядка (2 и 3; 3 и 4; а возможно и 1 и 2) горизонтов с потенциальной приуроченностью литологических ловушек. Кстати, такое прослеживание границ литоциклов вне зависимости от их положения на разных бортах структур, в разных блоках и т. п. сущностно верифицирует их морфологическую характеристику, представленную в начале п. 4.2.

Завершая краткое описание разрезов, отметим, что бо́льшая невыдержанность толщин тюменской свиты вкупе с лучшей увязкой литоциклов II порядка для северного профиля хорошо согласуются с его расположением вкрест простирания отложений (см. гл. 1). Напротив, положение меридионального разреза вдоль западного борта Шаимского вала или по простиранию структур предопределило сложности в корреляции. Поскольку колонки ряда скважин были уже нами приведены в главе 4 и достаточно детально охарактеризованы (см. рис. 4.5-4.9, 4.11), мы считаем возможным полагать достаточной верификацию наших рассуждений, изначально основанных на генетических построениях, выполняемых посредством фациальноциклического анализа.

5.3. Коллекторы как корреляционные единицы и скольжение их границ

Предварим изложение фактического материала рассуждениями общего характера. Проблема выделения геологических слоев всегда была и остается одновременно и весьма простой, и очень сложной задачей. С одной стороны, как указал С. И. Романовский [108, с. 222], с момента определения С. Ф. Науманном в 1858 г. слоя как «геологическое тело, петрографически сложенное однородным материалом, ограниченное более или менее плоскими поверхностями», последующие годы существенно нового в это определение не внесли. С другой – представления о слоеобразовании с тех пор существенно изменились. Интересной вехой на данном пути были исследования рубежа 40-50-х гг. прошлого века, зафиксированные в работах Ю. А. Жемчужникова [53] и Н. Б. Вассоевича [35 и др.]. Первый проанализировал соотношение слой и пласт, придав им четкие характеристики: слой – одновременное и в то же время гетерофациальное образование; пласт (например, угольный) – понятие монофациальное и разновременное, в противоположность слою. Второй, с использованием представлений Н. А. Головкинского, предложил говорить только о слоях, оставив за понятием «пласт» «... свободный термин для обозначения как одного слоя, чем-либо примечательного, так и для небольшой группы слоев, характеризующихся общностью в том или ином практически важном отношении». Отметим также, что многими эти термины принимаются и в качестве синонимов. Например, стратиграфическим кодексом определено (статья V. 13): «Слой (пласт) – литологически более или менее однородные маломощные отложения, отличающиеся по вещественному составу или по остаткам организмов и ясно отграниченные от ниже- и вышележащих слоев» [134].

Для более полной оценки существа вопроса необходимо учитывать *механизм* слоенакопления, детально рассмотренный С. И. Романовским в серии работ [109, 110 и др.]. Для уровня стратоседиментогенеза целесообразно различать *мутационное и миграционное* (по Н. Б. Вассоевичу [34]) наслоения. В этом случае, при монопородности и гетерофациальности слоев, первые (мутационные) будут формироваться одновременно, а вторые (миграционные) – заведомо асинхронно. Это соображение выводит нас на чрезвычайно важную характеристику строения терригенных толщ, на которой следует остановиться особо.

Вопросы скольжения слоевых границ во времени детально разобраны во многих работах, причем наиболее подробно – С. И. Романовским. Им четко сформулировано абсолютно точное, хотя и кажущееся на первый взгляд парадоксальным, суждение: «... не диахронность, а изохронность границ свит с миграционным типом слоистости является исключением, да и то чисто практически, пока нет методов, которые были бы в состоянии поймать градиент скольжения» [110, с. 205]. Подтверждением этому служит пример, изображенный на рис. 5.10. Здесь для угольного пласта с толщиной менее 1 м в нерасщепленном (ЮЗ) и 7-10 м в расщепленном (СВ) строении скольжение устанавливается только по тонштейнам на расстояниях в несколько десятков километров. Причем «... на основании стратиграфических соотношений между тонштейнами выявляется наличие регионального расщепления угольного пласта l₃, которое по общегеологическим данным еще не установлено (курсив наш. – Авт.)» [143, с. 108]. К тем же выводам приходит и В. Н. Волков в своей работе, ставшей классическим пособием по морфологии угольных пластов [38].



Рис. 5.10. Схема расщепления угольного пласта *l*₃, установленного по тонштейнам [143, с. 108]:

I – угольный пласт; 2 – известняк; 3 – нижний тонштейн; 4 – верхний тонштейн; I IV – районы (I – Красноармейский, II – Донецко-Макеевский, III – Чистяково Снежнянский, IV – Каменско-Гундоровский)

Некоторое внимание данному вопросу, причем с примерами *скольже*ния по разрезу коллекторов тюменской свиты Шаимского НГР, мы уделили в работе [6]. Не повторяя их, обратимся к иллюстрации данного явления, приведенной в работе [56]. Поскольку в последней рассматриваются отложения иного генезиса и иного уровня, приведенные С. О. Зориной, *модельные* представления могут одновременно служить и достаточной *верификацией* к нашим построениям.

На рис. 5.11 приведена эвстатическая временная модель (ЭВМ), которая показывает процесс формирования цикла при отсутствии тектонических подвижек (s.l.), способных повлиять на смещение фациальных обстановок. Сразу отметим, что именно такая модель и соответствует «классическим» представлениям Н. А. Головкинского [46]. Кстати, это подтверждают и своеобразные конфигурации «чечевиц» в полях кривых *С* и *D* (см. рис. 5.11).



Рис. 5.11. Генерализованная временная модель одностадийного эвстатического цикла и зависимость литологического строения разрезов от изменения скорости эвстатических колебаний [56]:

h – уровень моря в абсолютных единицах; t – время; T – трансгрессивная часть цикла; R – регрессивная часть цикла; 1-4 – фациальный переход от грубых осадков к тонким илам; A-D – проекции на временную ось этапов формирования осадков: при A - мгновенном повышении и последующей стабилизации уровня моря; B - равномерном повышении уровня моря; C - медленном и последующем быстром повышении уровня моря; D быстром и последующем медленном повышении уровня моря

Исходя из геологических реалий С. О. Зориной определено, что важнейшим из факторов, которые «накладываются» на эвстатические колебания, является э*пейрогенический*. Кстати, дополним здесь, что вполне может быть и «обратная» картина, когда именно эпейрогения либо иные тектонические процессы определяют эвстатические колебания. ЭВМ, осложненная влияниями вертикальных тектонических подвижек – тектоно-эвстатическая модель (ТЭВМ), рассмотренная при равномерном прогибании и воздымании дна, приведена на рис. 5.12.

Из приведенной на рис. 5.12 модели следует: «если прогибание дна идет с той же равномерной скоростью, что и повышение уровня моря, то за время t сформируется последовательность слоев, в которой фациальный спектр будет смещен на одну фацию в направлении более глубоководных осадков. При очень резком (= «мгновенном») прогибании равномерный рост

уровня моря никак не отразится на литологическом составе осадков, так как фациальный спектр с самого начала осадконакопления сместится к самым глубоководным фациям, которыми и будет представлен весь разрез. . . . При равномерном подъеме поверхности дна со скоростью, сопоставимой со скоростью повышения уровня моря, в разрезе будет отмечаться смещение на одну фацию в сторону мелководья. При «мгновенном» подъеме, вероятно, про-изойдет образование острова и/или резкая смена конфигурации береговой линии» [56].



Рис. 5.12. Генерализованная тектоно-эвстатическая временная модель и зависимость литологического строения разрезов от равномерных эвстатических и эпейрогенических колебаний [56]:

h – уровень моря в абсолютных единицах; t – время; T – трансгрессивная часть цикла; R – регрессивная часть цикла; 1-4 – фациальный переход от грубых осадков к тонким илам; A-H – фациальная зональность осадков и проекции на временную ось этапов их формирования при равномерном росте / падении уровня моря: A – до прогибания; E – до воздымания дна; B, C и D - с одновременным равномерным прогибанием дна бассейна; F, G и H - с одновременным равномерным воздыманием дна бассейна

Вот именно последнее заключение (напомним, что речь шла об исключительно морских выдержанных на площади осадках) и впрямую подводит нас к следующему этапу рассуждений: возможности «выключения» эвстатических колебаний, как определяющих сам процесс скольжения слоев. На смену ему (по меньшей мере в континентальных отложениях) приходит механизм саморегуляции осадконакопления. Для русловых отложений он был рассмотрен в 1964 г. Дж. Бирбауэром (автоцикличность) [156]; для дельтовых – В. Т. Фроловым [131]. В качестве подтверждения высокой роли седиментационного контроля над формированием цикличности приведем развернутую цитату из известной работы П. Даффа и др. [49, с. 160].

«В целом в настоящее время просто нет доказательств синхронности образования отдельных циклов на обширной территории. В качестве исключения можно назвать некоторые широко распространенные морские горизонты в верхнекаменноугольных отложениях Европы, но на сегодняшний день они являются единственным свидетельством значительных изменений уровня моря. Образование же большинства циклов верхнего карбона может быть совершенно удовлетворительно объяснено изменениями условий осадконакопления на территории, испытывавшей общее, хотя и дифференцированное по площади погружение. Такие изменения условий седиментации могли, повидимому, происходить в пределах дельты, развивавшейся на прибрежной равнине».

К этой стороне вопроса мы еще будем возвращаться. Что касается следствий из показанных моделей и их приложении на конкретных объектах, то еще раз сошлемся на цитируемую выше работу: «... для проведения глобальной границы, максимально приближенной к изохронной линии, требуется выбрать самое высокоскоростное событие из всех доступных для регистрации и проследить его в как можно большем числе разрезов» [56]. Вновь дадим комментарий: *перерывы*, широко распространенные в континентальных толщах, могут рассматриваться как своего рода аналог этих высокоскоростных событий (табл. 5.3). При этом «циклитовые» перерывы переходят в более высокий [22], стратиграфический порядок, что уже выходит за рамки нашей работы.

Как *верификацию* выполненных рассуждений о скольжении (диахронности) литологических границ при разных типах и обстановках слоенакопления приведем модельные представления о разрезах осадочных бассейнов, основанные на сейсмических исследованиях [74]. На рис. 5.13 приведены два условных разреза, верхний из которых имитирует терригенный комплекс прибрежно-морского (А), а нижний – аллювиального (Б) генезиса. Не вдаваясь в описание этих разрезов, выполненное в первоисточнике, имеющемся в доступной сети Internet, приведем примечательное заключение автора, касающееся нашей темы исследований.

• Фациальные несогласия являются изохронными границами в том смысле, что любая часть вышележащего геологического тела моложе любой части нижележащего геологического тела. Иными словами, фациальные несогласия являются «гладкими» границами (без зубцов) в отличие от диахронных (миграционных, по Н. Б. Вассоевичу [34, 123]) границ, имеющих «зубчатый» характер [40, 103].

Фациальные несогласия являются поверхностями «разрыва» вертикальных фациальных рядов вследствие перестройки структуры бассейна седиментации. Поэтому карту фациального несогласия можно интерпретировать как «фотографию» земного ландшафта в определенный момент времени. Следовательно, фациальные несогласия могут быть объектом палеогеографического картирования.

Схема классификации внутри- и межслоевых перерывов и	ИХ
основные диагностические признаки [6, с. 36]	

Порядок (уровень)		Критерии распозна-	Кодиро-	Причины	Режим се-
скрытого перерыва		вания в слоистых	ванная	возникновения	дименто-
– пробела (П)		толщах	запись		генеза
Пер- вый (П ^I)	Диастемаль- ный внутри- слоевой (<i>d</i> ₁)	Поверхности на- слоения ясные, ров- ные, обычно соот- ветствуют серийным швам. Внутри слоя <i>а</i>	$ \begin{array}{c} d_{I} \\ d_{I} \\ d_{I} \end{array} $ a	Прерывистый харак- тер поступления ма- териала; короткопе- риодические измене- ния погодно- клима- тических условий	Грануло- седименто- генез
	Диастемаль- ный меж- слоевой (<i>d</i> ₂)	Поверхности напла- стования обычно четкие, отделяющие один породный слой (<i>a</i>) от другого (б)	$a-d_2-$ $\delta-d_2\dots$	Практически те же, но имеющие боль- шую длительность и более четкий харак- тер в морфологии на- слоения	Страто- седименто- генез
		Поверхности контак- тов обычно резкие,			
Второй (П ^{II}) («рит- митовый»)		прямые, иногда извилистые. Между простыми породно-слоевыми ассоциациями (аб или абв)	аб - П ^{II} – абв - П ^{II}	Изменения климата и тектонические пуль- сации	Цикло-
Третий (П ^{III}) («циклитовый»)		Контакты чаще рез- кие, неровные; в том числе с размывом комплексов подсти- лающих слоев – ли- тоциклов (ЛЦ)	ЛЦ - П ^Ш – ЛЦ - П ^Ш	Колебательные тек- тонические движения субстрата бассейна осадконакопления	генез

Дополним, что «трансгрессивное фациальное несогласие «d» на рис. 5.13, А идеально отвечает границе инициальной части формации (в модельном, естественно, виде). В этом случае песчаники палеосклонов соответствуют базальным горизонтам при мутационном слоенакоплении. Инверсионное же несогласие b на рис. 5.13, Б по сути описано нами в главе 2 (см. рис. 2.7; 2.16). Таким образом, фациальное «наполнение» сейсмических материалов не противоречит изложенным нами основополагающим принципам, что, в свою очередь удовлетворяет системному (s. str.) моделированию (см. рис. 2.8, δ). Главное, что следует из изложенного материала, – это то, что выделенные М. В. Лебедевым «фациальные несогласия» по сути являются границами циклов (!) – в явном виде на рис. 5.13, А и несколько завуалированном – на рис. 5.13, Б.

В продолжение рассуждений методологического характера, имеющих непосредственное значение для познания механизма осадконакопления, вернемся к системной организации геологических тел (см. п. 2.1; рис. 2.6). При

этом следует констатировать, что выше собственно горнопородного уровня иерархическая систематика «обычной» и нефтегазовой литологии существенно расходятся (рис. 5.14). В литолого-генетической ветви иерархии элементарным осадочным телом (ЭТ) является слой, ассоциации осадочных тел (АТ) представлены циклами низших, а комплексы осадочных тел – высших порядков. В нефтегазовой иерархии начальными, отправными элементами являются ЭТ-коллектор и ЭТ-флюидоупор. Их сочетание представляет природный резервуар (ПР), а сумма ПР объединяется в нефтегазоносный комплекс (НГК).



Рис. 5.13. Гипотетические фациальные разрезы [74]: *А* – пересекающий терригенный комплекс осадков прибрежно-морского генезиса:

1 - фация песчаников аллювиальных конусов выноса; *2* - фация глинистых отложений лагун - прибрежной равнины; *3* - фация прибрежно-морских песчаников; *4* - фация глинистых отложений шельфа; *5* - фация сульфатно-карбонатных отложений солеродного бассейна; *6* - кристаллическое основание осадочного бассейна; *7* - фациальные несогласия; *8* - границы фаций (диахронные границы);

a - генетическое фациальное несогласие (подошва осадочного бассейна); b - трансгрессивное фациальное несогласие; c - регрессивное фациальное несогласие; d - генетическое фациальное несогласие.

Б – пересекающий терригенный комплекс осадков аллювиального происхождения:

1 - фация русловых песчаных отложений; 2 - фация песчано-глинистых отложений прирусловой части поймы; 3 - фация углисто-глинистых отложений пойменных болот; 4 - фация глинистых отложений пойменного озера; 5 - фация туфов и туфопесчаников (остальные условные обозначения см.выше);

a - генетическое фациальное несогласие, b - инверсионное фациальное несогласие; c - генетическое фациальное несогласие

Собственно нефтегазолитологический подход к иерархии геологических объектов показан на рис. 5.15. Оптимальным здесь видится выделение четырех структурных уровней [61; с. 88-89]: I - уровень элементарного объема породы с оценкой минерального состава скелета и количества цементирующего вещества;

II - уровень геологических тел, сложенных единым литологическим типом пород, в данном случае уровень песчаных пропластков;

III - уровень геологических тел, представляющих систему гидродинамически связанных пропластков;

IV - уровень геологических тел, представляющих систему гидродинамически несвязанных пластов, каждый из которых в общем случае представляет систему гидродинамически связанных пропластков.



Рис. 5.14. Иерархия природных геологических объектов (А. Н. Дмитриевский, 1982 [50, с. 31])



Рис. 5.15. Схема выделения структурных уровней геологической неоднородности [61, с. 88]

С очевидностью следует, что изложенные выше соображения о миграционном типе слоенакопления относятся ко II уровню (нерасчлененному слою или пласту s. str.). III уровень соответствует многослою или уже гидродинамически (не обязательно литологически - !) связанному пласту (s. l.). Именно такие коллекторы чаще всего являются эксплуатационными объектами. Что же касается IV уровня, то несвязность гидродинамически изолированных пластов рано или поздно приведет к их разделению и распознаваемости по отдельности. Примером тому может служить пласт Ю₁, в настоящее время разделяемый на шесть хорошо различаемых пластов – Ю₁¹ – ... Ю₁⁶. Среди некоторых из них выделяются и более дробные слои (пачки) – $\mathrm{Ho_1}^{1a}$, $\mathrm{Ho_1}^{16}$ и т. д.

В этом контексте подтвердим справедливость отмеченного Н. Б. Вассоевичем уже на рубеже 1940-1950-х гг. положения: по сути мутационными являются все многослои, в том числе и те, которые состоят из миграционных («скользящих») наслоев [34, 35]. Тем самым такое понятие многослоя синонимично мощному (толстому) пласту (см. начало подраздела). Однако «злоупотреблять» понятием «пласт» (читай: коллектор) в таком виде, как это сделано в неоднократно цитировавшейся нами статье [148], вряд ли уместно. Так, для 3Ц tm-11 и, соответственно, пласта Ю₂ (см. табл. 5.1) здесь указано следующее. «Толщина пласта изменяется от 5-7 до 60 м. Литологический состав пласта весьма разнообразен. Обычно он представлен переслаиванием песчаников, алевролитов и глин с прослоями углистых пород. Соотношение этих разностей пород в пласте различное. Наиболее часто содержание песчаников колеблется от 20 до 50 %. Толщина их изменяется от нескольких сантиметров до 10-15 м». Мы не считаем себя вправе давать конкретные рекомендации по избеганию таких определений, но уже содержащаяся в самой статье более дробная индексация (${\rm H}_2^{a}$, ${\rm H}_2^{b}$), несомненно, их дезавуирует.

Завершая на этом рассуждения общего плана, перейдем к непосредственной характеристике коллекторов тюменской свиты Шаимского НГР. Их положение уже было показано на рис. 1.2 («старая») и рис. 1.3 («новая» индексации), а также на рис. 5.3, имеющем «сравнительный» характер. Основным исходным материалом для приводимого краткого описания, естественно, являются корреляционные разрезы (см. рис. 5.5 – 5.7). С учетом того, что все представляемые материалы имеют преимущественно иллюстративный характер, что уже было подчеркнуто в начале п. 4.1, описание будет иметь достаточно общий вид.

Особо отметим, что наш подход к выделению коллекторов существенно отличается от принимаемого в нефтегазолитологической практике тем, что мы намеренно ориентируемся на **четко** устанавливаемые песчаные слои, как правило, довольно небольшой мощности. Таким образом, там, где традиционным путем выделяется «пласт» толщиной 20, ..., 40 м, включающий весь набор гранулометрических типов пород – от песчаников до углей, мы выделяем 1-2 коллектора песчаного состава толщиной 2, ..., 5 м. Разумеется, указанным дается лишь общее различие в методологии работ; на практике же каждый случай конкретен и индивидуален.

Коллекторы Ю₉, Ю₈ и Ю₇ на территории Шаимского НГР распространены только в его северо-восточной части, преимущественно на территории Ловинского месторождения. По сути, «внутри» вмещающего их литоцикла II порядка ЛЦ-4 они имеют спорадическое распространение, и их индексация большей частью имеет условный характер.

Коллектор Ю₆, занимая четкое стратиграфическое (s. l.) положение, фиксирует нижнюю границу ЛЩ-3, на контакте с достаточно выдержанной «углисто-глинистой» пачкой, синхронной (опять же s. l.) угольному пласту У₁₀ юго-восточной части Западной Сибири. Будучи асинхронен по своей миграционной природе (см. выше), тем не менее он прослеживается практически на всей территории Шаимского НГР, сильно меняясь по толщине. Последняя в ряде случаев составляет 5-8 м, а в сближенных аллювиальнорусловых этажах может достигать до 12-15-метрового интервала.

Коллектор Ю₅, в противовес предыдущему, интенсивнее других «плавает» по разрезу, характеризуясь наиболее неустойчивым стратиграфическим (вновь s.l.) положением. Последнее, если оценивать расположение в разрезе именно песчаных горизонтов, можно сравнить с косой чертой в букве Z. Верхней и нижней черточкам в этой букве будут соответствовать коллекторы Ю₄ и Ю₆. Опять же в полном соответствии с этой характеристикой меняется и толщина коллектора – от отсутствия (полной глинизации) до нескольких метров.

Коллектор Ю₄ наиболее «растянут» по разрезу. Иногда он почти нацело соответствует ЛЦ-2, что «вписывается» в нефтелитологический подход, который мы покритиковали выше. Выход из такого не вполне правильного положения обычно реализуется в попачечной индексации (Ю₄¹, Ю₄², ... Ю₄ⁿ), на что мы также указывали выше: особенно отчетливо это сделано для коллектора Ю₁ васюганского горизонта (см. рис. 5.2). Однако для исключительно сложнопостроенного разреза тюменской свиты такой подход для всего Шаимского НГР, видимо, не только труднореализуем, но попросту невозможен. Остается рекомендовать его применение на отдельных участках (месторождениях), что, кстати, и выполняется на практике.

Коллектор Ю₃ в основном приурочен к нижней части ЛЦ-1 и иногда «сливается» с коллектором Ю₄, образуя единую песчаную линзу повышенной (до 8-10 м) мощности. В целом же он занимает такое же «плавающее» по разрезу положение, что и коллектор Ю₅, ограничиваясь меньшим диапазоном глубин изменений своего положения. Его преобладающая толщина – первые метры.

Наконец, коллектор W_2 , венчающий разрез как ЛЦ-1, так и тюменской свиты в целом, описан во множестве публикаций, поскольку он является одним из главных объектов поисково-разведочных работ в Западно-Сибирской нефтегазоносной мегапровинции. Нам остается констатировать его широко известную глинизацию на большей территории распространения. Специфическим для Шаимского НГР является стремление «присоединить» данный коллектор к вогулкинской толще (пласт П или W_2^0), поскольку улучшенные добывные характеристики последнего стимулируют практический интерес к такой индексации).

5.4. Проверка построений (на примере Восточно-Каменной площади)

Изучением тюменской свиты как связующего звена для раннемезозойских угленосных толщ Северной Евразии мы во многом заверяем сложившиеся ранее представления об их составе, строении и условиях формирования, то есть s. lato [6, 7]. В последние же годы нам представилась возможность заверки уже и этих сведений, полученных для Шаимского НГР, s.stricto, на материале Каменной площади Красноленинского НГО.

Каменная площадь расположена почти в центре Красноленинского $H\Gamma P$, в 100 км восточнее Шаимского $H\Gamma P$ (см. рис. 1.1). Ее структура по основному горизонту эксплуатации (пласт BK_1) показана на рис. 5.16. В ходе исследований тюменской свиты нами изучен керн нескольких скважин, пробуренных в разные годы (201, 308, 316, 318), а также построены меридиональный и широтный геолого-геофизические разрезы, положение которых показано на рис. 5.16. К сожалению, фрагментарность изученного керна не позволяет установить закономерности в строении толщи посредством фациально-циклического анализа. В то же время оказалось возможным сформулировать некоторые выводы довольно общего характера. В частности, они следуют из фрагмента геолого-геофизического профиля, приведенного на рис. 5.17.

Приведенный фрагмент дает довольно полное представление о строении тюменской свиты на рассматриваемой площади. В общих чертах оно сводится к следующему.

1. В южной части участка на породах фундамента залегают достаточно выдержанные отложения шеркалинской свиты толщиной 15-25 м, венчаемые нехарактерно тонкой по толщине и нередко не вполне четко распознаваемой радомской пачкой (~ 5 м). Поскольку выделение шеркалинской свиты с пластом ЮК₁₀ (скв. 312) сомнений не вызывает (прежде всего по характерно высокой $\alpha_{\Pi C}$), то верификация наших представлений относится именно к малой толщине радомской пачки. Ранее мы отмечали это (в предположительном плане) для Ловинского месторождения, прежде всего скв. 10628 (см. рис. 5.7, лист 11).

2. Разрез тюменской свиты, в наиболее полнопостроенной части, имеющей толщину до 145-150 м, полностью соответствует типовому, хорошо изученному в Шаимском нефтегазоносном районе (НГР). Его трехчленное строение, обычно рассматриваемое с позиций выделения трех подсвит (нижней – средней – верхней), отчетливо верифицируется последовательной редукцией нижних частей свиты в направлении от центра участка на север. Это контролируется, как и для шеркалинской свиты, блоковым строением фундамента, при постепенном, «ступенчатом» вовлечении в процессы осадконакопления отдельных блоков.

3. Весьма важно, что нижнее положение основных «ступенек» в целом соответствует, как и в Шаимском НГР, нижним границам ЛЦ II порядка (или подсвит): ЛЦ-3 в скв. 112; ЛЦ-2 – в скв. 316 и 308 (с инициальной частью вблизи контакта); ЛЦ-1 – в скв. 21. Дополним, что на площади соотношение равномощностных (одинаковых по строению) блоков может иметь не только ступенчато-«клавишное», но и «шахматное» соотношение. Решение данного вопроса возможно уже при оценке развития того или иного типа разреза (по его полноте) на площади.



Рис. 5.16. Каменная площадь, залежь в пласте ВК₁ [18, с. 110] и положение построенных разрезов

В качестве проверки высказанных положений сошлемся на стороннее заключение известных специалистов, основанное на изучении данной толщи. Для этого приведем достаточно развернутую цитату из работы [62]:

«В пределах Шаимского вала, входящего в Приуральскую зону Западно-Сибирского бассейна, ранне-среднеюрская седиментация шла локально и прерывисто (мощность отложений не превышает 50 м). В системе неглубоких речных долин начальной стадии их развития образовались маломощные циклиты. Вследствие частых перерывов в седиментации они нередко **редуцированы**. Слагающий их обломочный материал неокатан, представлен кварцем и обломками выветрелых пород фундамента из ближних источников сноса.

На Восточно-Каменной площади Красноленинского свода речные долины вступили в стадию зрелости. Пласты группы Ю тюменской свиты налегают на базальный горизонт и перекрывают доюрский комплекс в неравномерной последовательности. Среди них распространены хорошо отсортированные олигомиктовые алевропесчаные отложения русел и прирусловых валов.

Вследствие меандрирования аккумулятивные русловые и прирусловые алевропесчаные тела чередуются **кулисообразно** в вертикальном и латеральном направлениях с углисто-глинистыми пойменными отложениями. Мощность сохранившегося аллювия превышает 200 м» (выделено полужирным нами. – *Авт.*).

Небольшой иллюстрацией к перечисленному могут служить интервалы керна по скв. 308, проиллюстрированные на образцах, «вмонтированных» в общую колонку (рис. 5.18).

Образец 1: в алевроаргиллитовой основе (абалакская свита) «плавающие» зерна и сингенетические перемывы. «Недоразвитая» вогулкинская пачка толщиной 0,3 м.

Образец 2: крупнозернистый алевролит с интенсивными перемывами при достаточно хорошей сортированности материала. Береговая часть приморского озера.

Образец 3: хорошо сортированный озерный крупнозернистый алевролит. Коса с интенсивной переработкой пескожилами.

Образцы 2 и 3, отобранные из коллекторов ЮК₂ и ЮК₃ соответственно, характеризуют общность обстановки их формирования.

Образцы 4, 5, 6 отобраны из средней части разреза тюменской свиты (интервал коллекторов ЮК₆ – ЮК₇). Ими характеризуются тонкие прослои грубого терригенного материала, преимущественно «не дотягивающие» до формирования устойчивого коллектора.

Образец 4: подошва такого не вполне четко выделяемого (см. субмеридиональный профиль) коллектора ЮК₆. Тонкий слоек среднезернистого песчаника с кварцевой галькой размером более 1 см в крупноалевритовой основе. Интересно облекание гальки в два этапа: конседиментационного захоронения и постседиментационного уплотнения. Равнинный аллювий.
СВИТА	подсвита, ПАЧКА	ПЛАСТ	2480-	312R DSPZ PS_500GK NKTB		92R DSGZ3 PS GKNGK_500)	112R DS GZ3 PS GK NKTB
Абалак- ская			2490-		_ 2450-		2460-	
		ЮК₂	2500-		2460-		2470-	
Ψ			2510-		2470-		2480-	
ø		ЮК₃	2520-		2480-		2490-	
×		ЮК₄	2530-		2490-		2500	
υ			2550-	A Company	2510-		2510-	
Т			2560-		2520-		2530-	
Ð		ЮК₅	2570-		2530		2540	
Σ		ЮК ₆	2580-		2540-		2550-	
		ЮК7	2590-		2550		2560-	
ହ 			2600-		- 2560-		2570	
⊢		K)K8	2610-	2	2500-		2580-	
		ЮК,	2620-		2590-			
- ая	Радомская		2000		7			
Шерк линск		ЮК₁₀	2640-					
Д	Лоюрские		2650-	833				
обр	азова	ания	2660- 2670-		-			



Рис. 5.17. Фрагмент корреляционного разреза (см. рис. 5.16)



Рис. 5.18. Строение тюменской свиты: скв. 308 Восточно-Каменной площади









Образец 5: разногравийный плохо окатанный кварц-полевошпатовый материал (до 10-15 % в верхних 2/3 образца), «плавающий» в достаточно хорошо сортированном тонко-мелкозернистом песчаном материале.

Образец 6: та же «модель» руслового гравитита, что и в образцах 4, 5. Контакт стрежневой части небольшого русла (верхняя часть образца): от гравелита внизу до разнозернистого песчаника вверху, с алевроаргиллитом пойменно-старичного облика. Близость фундамента выражена в наличии среди зерен гравелита плагиоклазов разной основности [47].

Образец 7: первично стратифицированные породы фундамента.

В скв. 318, расположенной к северу от собственно Восточно-Каменной площади, толщина тюменской свиты составляет всего 20 м (рис. 5.19). Ее разрез представляет интерес по двум позициям – контакту абалакской и тюменской свит, а также данным по изучению углей.

Предварим эти сведения информацией по **обр. 8** и **9** (предыдущие номера 1-7 относятся к викуловской свите). Они представлены битуминозными «баженитами», причем если 8-й отобран в центральной части тутлеймской свиты, то 9-й – в зоне перехода к абалакской. Это подчеркивает крупный ростр белемнита, которые в большом количестве находятся ниже глубины 2458 м, при резком «осветлении» разреза.

Образец 10 характеризует контакт абалакской и тюменской свит (показан стрелками). Полностью сравним по «модельной» сути с рядом образцов, подробно описанных нами в предыдущей книге, причем особенно детально для скв. 23 Западно-Тугровского месторождения [122]. Неровный по форме контакт соответствует некоторому перерыву в осадконакоплении (см. табл. 5.2), обычно рассматриваемому как перерыв типа *твердого дна* (ТД, англ. hardground) [22]. Привлекая рассмотрение процесса формирования текстур, обусловленного деятельностью биоорганизмов (рис. 5.20), можно предполагать достаточно высокую стадию развития ТД (4б-5б на рис. 5.20), что подчеркивает *стратиграфический* характер контакта.

Одновременно с этим контакт не лишен и признаков, присущих *мягкому дну* (МД, англ. softground), что иллюстрируется рис. 5.21. Такое сочетание в общем-то различных характеристик в наилучшей степени отвечает дуалистичности рассматриваемого контакта. С одной стороны, имел место перерыв в осадконакоплении, обеспечивший некоторую литификацию осадка (тюменской свиты), на стадии раннего диагенеза, с формированием твердого дна (ТД). С другой – начало нового этапа осадконакопления в режиме мягкой ингрессии (абалакская свита) обусловило взмучивание и взлом слабоконсолидированного ТД в режиме, свойственном уже мягкому дну (МД). Повторим, что этот процесс уже был описан нами в предыдущей книге [122].

Переходя ко второй позиции, укажем, что в скв. 318 изучены углепроявления. Пробы **11** – **14** отобраны из угольных прослоев – слоев сложного строения. В них взяты кусочки «чистого», малозольного угля, что подтвердили результаты анализов (табл. 5.4), выполненные в ФГУП «ВУХИН».

Таблица 5.4

Номер	Глубина	Технический		Петрографический анализ, %										
пробы	отбора,	анализ, %												
(см. рис.	М	W ^a	A ^d	V ^{daf}	L°	Vt°	Sv°	Ι°	Μ	∑OK	R _{o,n}	ΔR		
5.18)														
11	2484,2	0,5	6,0	30,9	2	96	1	1	6	2	1,07	0,181		
12	2488,0	0,5	7,0	28,4	-	82	4	14	4	17	1,10	0,159		
13	2490,7	0,7	3,9	27,0	1	57	14	28	2	37	1,07	0,259		
14	2493,0	0,5	3,7	22,9	-	35	18	47	3	59	1,16	0,269		

Результаты исследования углей



Рис. 5.20. Стадии развития «твердого дна» (Найдин, 1987, по [22, с. 20]):

I – поверхность ненакопления; 2 – начальная стадия развития ТД, незначительная литификация, часто с ожелезнением (на последующих рисунках не показано); 3 – появление нор талассиноидных раков (Т); 4a – дальнейшая литификация ТД и развитие нор Т; появление сверлений камнеточцев на поверхности ТД; в осадках над поверхностью ТД – фориты; 46 – частичный размыв ТД (показан слева); 5a – дальнейшая литификация ТД и развитие нор T; 56 – частичный размыв ТД (левая половина рисунка); норы неизвестных организмов; 6 – предполагаемый размыв ТД с образованием псевдобрекчии; 7 – развитие неровной поверхности ТД с ее частичной фосфатизацией; мелкие норы, либо Т, либо неизвестных организмов; в покрывающих осадках – фосфориты и слабоокатанные и иссверленные обломки нижележащих пород; 8 – кровля ТД на глубину 5-7 см пронизана ходами мелких организмов (червей?)

Рис. 5.21. Сочетание перерывов типа мягкого дна с фосфоритовыми гальками одной генерации (2) на границе глауконит-кварцевых песчаников и глин верхнего альба г. Ульяновск:

1 – лимонитизированные конкреции пирита;

3 – поперечный срез нор инфауны [18, с. 60]



Сложность строения угольных полислоев косвенно подтверждает большое участие инертинитовых компонентов в трех пробах, причем оно возрастает сверху вниз по разрезу. Не исключено, что это связано с редукционным характером тюменской свиты. Наиболее же значимы, конечно, показатели R_0 . Соответствуя марочному составу угля $\mathcal{K} - \mathcal{K}\mathcal{K}$, они фиксируют подстадию МК₃, наиболее благоприятную для нефтеобразования (зона жирных газов и нефти). Отметим существенное увеличение R_0 в пределах минимального диапазона толщин (правда, всего по четырем пробам) в направлении к фундаменту. Это явление нами установлено для Шаимского НГР и подробно описано в работе [128], так что полученные данные полностью укладываются в контекст высказанных ранее предположений.

Более того, конфигурация ломаной кривой изменений R_0 (см. рис. 5.22) удивительным образом соответствует модели зет-метаморфизма, предложенной нами в той же работе [128].



Рис 5.22. Принципиальная модель проявления зет-метаморфизма [128]:

1 – региональная составляющая, отражающая повышение значений R_0 с увеличением глубины H;

2 – разделяющие поверхности (неоднородности в строении толщи);

3 – аномальные проявления метаморфизма углей, инициированные наложенным фактором *F*

Конечно, абсолютизировать проявления последнего, тем более в очень узком диапазоне глубин и по единичным пробам, было бы слишком скоропалительным. Но все же факт остается фактом.

5.5. Циклостратификация разреза

В разделе 2.2 мы уже упомянули о том, что фациально-циклический анализ наилучшим образом отображает синтез принципов фациальной дифференциации одновозрастных отложений А. Грессли и возрастной миграции граничных поверхностей Н. А. Головкинского, проиллюстрировав это на примере рис. 2.7. В табл. 2.2 и 2.3 была показана и общая значимость представлений о цикличности для стратификации толщ, на что давно обращали внимание многие исследователи [48, 69, 94, 138 и особенно 103]. В целом преимущества именно *циклостратафии* (подчеркнем, особенно – для внутриконтинентальных, сложнопостроенных и в палеонтологическом отношении «немых» толщ) заключаются в следующем:

- выделение и прослеживание в разрезах четко структурированных многоранговых системных единиц надгорнопородного уровня (литоциклов), с их вложением друг в друга в определенной иерархической последовательности (см. рис. 2.6);

- установление стратиграфических эквивалентов выделенных литоциклов и их «привязка» к региональным шкалам (см. табл. 2.2, 2.3).

Соответствие выделяемых нами ЛЦ стратиграфической схеме уже показано в подразделе 4.5, в т. ч. на рис. 4.12. Теперь обратим внимание на следующее.

Выделяемые нами литоциклы II порядка, которые могут рассматриваться как стратоны, создают своего рода плоскопараллельную, устойчивую (по определению некоторых исследователей, «блинную») структуру, что следует из схемы, приведенной на рис. 5.21, опубликованной в предыдущей книге [122, с. 15]. Такая «блинность» обеспечивается широким проявлением *перерывов* (см. табл. 5.3).

В существенной степени данное положение верифицируется рассуждениями о местоположении горизонтов с повышенной угленасыщенностью, изложенными в работе [128, с. 126, 127]. С еще более общих позиций это показано на рис. 5.23. Не дополняя подробных подрисуночных пояснений, определим принцип, выражаемый следующей формулировкой. Геологические тела, занимающие одинаковое положение в разрезе, могут быть разновременными образованиями, равно как и одновременно сформировавшиеся тела могут занимать разное положение в разрезе [9].

Остается только суммировать «перерывность» разреза и *орогенический*, блоковый тектонический режим в раннесреднеюрскую эпоху, характеризовавший бо́льшую часть территории Северной Евразии в целом и всю Западно-Сибирскую плиту с ее обрамлением в частности. В этом отношении модель, изображенная на рис. 5.24, δ , соответствует *общему* положению Шаимского НГР в структуре Западно-Сибирского бассейна, а модель, приведенная на рис. 5.23, *а* – *частным* случаям скольжения (диахронности) конкретных геологических тел. В некотором роде это отражает мутационную и миграционную (соответственно) природу процессов (см. п. 5.3).

В качестве внешней проверки (очередной верификации) наших представлений о циклостратификации тюменской свиты Шаимского НГР приведем сравнение толщин литоциклов II порядка со сведениями, приведенными ранее в табл. 5.1, а также с общими данными по строению нижнесреднеюрских отложений Западной Сибири (рис. 5.25).

Начнем со *средней* подсвиты, которая в нашем представлении соответствует ЛЦ-3, а в стратиграфических схемах – леонтьевскому горизонту (свите, etc). В «циклитовой» методологии для северных районов ей соответствуют два зональных циклита ЗЦ tm-8 и tm-7 суммарной мощностью от 55 до 195 м [148, см. рис. 5.1]; в стратиграфическом плане ее толщины в широтном течении Оби составляют 60-95 м (см. рис. 5.25). Напомним, что для Шаимского НГР толщина ЛЦ-3 составляет 25-45 м.



Рис. 5.23. Модель, иллюстрирующая положение геологического объекта, залегающего в непрерывном разрезе (столбик слева, с точками), на шкале геологического времени (Т), в зависимости от траектории динамики тектонического режима (цифры в кружках):

1 - с замедлением; 2 - с ускорением:

a - при одном положении в разрезе (h_{cp}) объекта он будет формироваться в разное время (t_1 , t_2) в зависимости от ускорения или замедления режима во времени;

 δ - при одном времени (t_{cp}) формирования объект может занимать разное положение в разрезе ($h_{\rm H}$, $h_{\rm B}$), в зависимости от изменения режима



Рис. 5.24. Модель, иллюстрирующая различия в начале и продолжении процесса осадконакопления в геологическом времени (T), в зависимости от динамики тектонического режима (см. рис. 5.23):

a - вовлечение в процесс осадконакопления блока l_2 может начаться раньше (t_1) или позже (t_2) , в зависимости от режима (см. рис. 5.23);

 δ - одновременный импульс тектонической активности должен привести к одновременной активизации разноудаленных блоков территории (l_3 , l_4 , l_5)



Рис. 5.25. Принципиальная схема стратиграфии нижней – средней юры [42, с. 22]

Каталог стратиграфических разбивок

								ОГ «А»		
	Сква-	Альти- туда	Удлинение	Лит	оциклы II	порядка	Радом.	Шеркал.	(кровля	
Месторождение	жина		глубина/	1 (ОГ «Т»)	2	3	4	пачка	свита	доюрского
			значение		4	3		(Трад.)		основания)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Андреевское	10374	74,0	1820/0,8	1754	1778	1800				1804,8/1730,0
Восточно-Пугачевское	11119	65,7	1620/1,1	1610	1625					1629,8/1563,0
Даниловское (Умытьинский ЛУ)	10009	68,1	1740/0,3	1758	1781	1800				1808,6/1738,4
Даниловское	10553	90,8	1820/0,6	1813	1825					1827,1/1736,3
- -	10570	90,9	1830/0,6	1819						1830,4/1738,5
- -	10676	84,0	1800/0,3	1782	1795					1803,2/1718,9
Северо-Даниловское	10674	82,9	1780/0,2	1784						1785,6/1702,5
Западно-Тугровское	23	83,0	2380/1,0	2173	2198	2233	2270	2304	2327	2364,2/2280,2
- -	26	76,2	2340/1,7	2158	2171	2204	2239	2277	2303	2335,6/2257,7
Лазаревское	10398	81,2	2220,0/0,5	2101	2123	2150	2183			2215,0/2133,3
Восточно-Лазаревское	10663	83,9	2220,0/0,3	2123	2147	2172	2208			2216,8/2132,6
- -	10682	79,1	2200/1,0	2139	2162	2187				2191,2/2111,1
- -	10690	82,2	2160/1,9	2120	2142					2151,3/2067,2
Ловинское	10410	133,4	2420/0,4	2290	2320	2351	2377	2414?		2417,4/2283,6
- -	10628	82,8	2300/2,0	2140	2169	2202	2248	2282	2286	2289,0/2204,2
- -	10650	91,5	2320/0,3	2159	2182	2216	2261	2300	2318	2326,1/2234,3
- -	10688	90,8	2340/1,4	2172	2203	2242	2272	2319	2327	2329,6/2237,4
Мансингьянское	4425	83,4	2080/6,4	1946	1964	1995				2017,5/1927,5
- -	4445	81,1	2060/5,8	1954	1972	1997				2008,6/1921,7
- -	4480	73,4	2060/10,0	1943	1972					2002,2/1918,8
- -	10609	81,0	2000/0,1	1926	1946	1970	1990			2001,4/1920,3
Новомостовское	10700	123,3	2380/0,0	2269	2289	2324	2363			2371,4/2248,2
- -	10704	120,7	2280/0,2	2235	2261	2277?				2280,0/2157,3
- -	10705Б	114,3	2400/35,1	2271	2297	2332				2346,4/2197,0
Среднемулымьинское	10594	66,2	1840/0,6	1799						1810,0/1743,2
Сыморьяхское	7266	112,9	2120/10,1	2051	2067	2097				2113,4/1990,4
- -	7282	111,8	2140/13,7	2054	2069	2098	1			2126,0/2000,6
- -	7919	130,9	2120/81,1	2103	2121		1			2124,3/1912,3
- 11 -	7939	152,4	2120/21,7	2086	2108					2113,4/1939,3

Окончание табл. 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сыморьяхское	7987	118,5	2060/10,3	2008	2027	2050				2056,1/1927,3
- -	7999	148,4	2120/1,8	2054	2071	2100				2107,4/1957,2
- -	10211	109,7	2140/0,4	2070	2085	2114				2123,4/2013,3
- -	10548	110,2	2120/0,2	2113	2137	2166	2194			2207,2/2096,8
- -	10629	103,6	2160/0,1	2053	2080	2108	2138			2145,0/2041,3
- -	10636	142,8	2100/0,1	2040	2058					2085,8/1942,9
Тальниковое	6785	68,1	1760/1,4	1722	1733	1761				1763,7/1694,2
- -	6819	68,8	1840/20,3	1764	1784	1802	1828			1832,4/1743,3
- 11 -	6825	76,3	1780/10,8	1752	1763					1780,3/1693,2
- 11 -	6851	74,7	1780/21,4	1746	1761					1765,5/1669,4
- -	10320	69,9	1820/0,2	1730	1746	1773	1802			1816,7/1746,6
- -	10657	64,3	1820/0,0	1722	1740	1765	1790			1815,3/1751,0
- 11 -	10664	68,6	1820/0,7	1744	1758	1778				1800,0/1730,7
- -	10666	87,2	1780/0,0	1761	1773					1774,1/1686,9
Тангинское	11130	58,7	1500/0,1	1463	1489					1491,2/1432,4
Убинское	10068	74,5	1900/0,5	1872						1878,4/1803,4
- -	10069	75,6	1910/0,4	1890						1905,0/1829,0
Узбекское	10356	61,2	1720/0,6	1672	1694					1720,2/1658,4
Умытьинское	10535	74,9	1680/0,3	1654	1672					1679,4/1603,8
Урайское (Кетлохский ЛУ)	10903	78,4	2160,0/1,9	2081	2102	2124	2153			2163,2/2082,9
- -	10904	79,3	2220,0/46,1	2145	2164	2188				2205,0/2079,6
- -	10905	77,7	2160/0,0	2099	2118	2146				2155,6/2077,8
Шушминское	10186	114,1	1980/0,37	1952						1968,4/1853,9
- -	10438	97,8	2030/1,5	1954	1980					1989,4/1890,3
- -	10521	97,2	2160/118,2	2059	2075	2089				2093,6/1879,0
Мало-Шушминское	10525	95,5	2120/2,5	1989	2008	2034	2061			2073,0/1975,0
Шушминское	10625	101,5	2040/2,4	1951	1979	2012	2037			2040,0/1936,1
- -	10683	129,1	2070/0,2	2021	2037					2065,4/1936,1
Экутальское	11107	57,7	1640/0,4	1533	1554	1585	1617	?		Дюк не вскрыт
- -	11108	64,8	1512/0,6	1509						1513,8/1448,4
Новомостовское (Яхлинский ЛУ)	10670	112,9	2400/2,5	2271	2296	2328	2366			2395,6/2280,2
Яхлинское	10671	129,1	2420/1,0	2295	2327	2362	2395			2411,6/2281,5
Новомостовское (Яхлинский ЛУ)	10692	129.7	2380/1.0	2268	2292	2323	2362			2366.0/2235.8

Верхняя подсвита (малышевский горизонт) в составе ЛЦ-1 и ЛЦ-2 имеет в Шаимском НГР толщину 40-70 м (т. е. почти в два раза больше, чем ЛЦ-3). Это хорошо коррелируется с увеличением суммарной толщины ЗЦ tm-9 + tm-10 – tm-11 до 80-295 м (см. табл. 5.1; [148]) и соответствующими показателями стратиграфических подразделений Широтного Приобья в 300-315 м (см. рис. 5.25).

Наконец, нижняя подсвита (вымский горизонт) в Шаимском НГР преимущественно редуцирована, и соответствующий ей ЛЦ-4 в наиболее полном виде имеет толщину 35-38 м. ЗЦ tm-6 + tm-5 + tm-4 имеют суммарную толщину 70-150 м [148]; соответствующий стратиграфический горизонт – 120-130 м (см. рис. 5.25). Легко заметить, что эти значения занимают промежуточное положение между приведенными выше.

Перечисленное по сути является иллюстрацией к рис. 2.20, демонстрирующему расщепление литоциклов, с сохранением общей, инвариантной модели строения толщи. Суммируя все параметры и характеристики, приведенные выше, мы имеем полное основание предположить трансформацию ЛЦ второго порядка средней части тюменской свиты Шаимского НГР (ЛЦ-2) в литоцикл *третьего* порядка в центральной части Западной Сибири. Соответственно, могут транслироваться в литоциклы следующего порядка и ЛЦ-1, ЛЦ-2: параметры увеличения суммарных толщин вполне удовлетворяют этим условиям (см. выше). Наконец, для нижней подсвиты (ЛЦ-4) возможны два варианта – или переход в ЛЦ третьего порядка, или расщепление с формированием двух таких литоциклов. Более точный прогноз именно по Шаимскому НГР сделать трудно, в связи с редуцированностью нижней части тюменской свиты на основной территории ее развития.

Естественно, что приведенные рассуждения могут (и должны) быть проверены «латеральным» продвижением фациально-циклических исследований на другие территории, прежде всего – с большей толщиной отложений тюменской свиты. При этом сущностным критерием проверки, на наш взгляд, может служить следующее заключение, полученное в результате «фациально-циклической интерпретации по кривым каротажа и материалам сейсморазведки... для ритмитов юрских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты»: «...для каждого картируемого в разрезе юры горизонта при увеличении мощности толщи выявляются аналоги в подстилающих или перекрывающих комплексах...» [130].

Завершим раздел и главу в целом каталогом стратиграфических разбивок по основным изученным скважинам (табл. 5.5). Им, по сути, мы возвращаемся к морфо*метрическому* этапу исследований (см. рис. 4.1), тем самым «замыкая» морфоструктурную характеристику тюменской свиты (морфометрия + морфография ≈ морфоструктура).

6. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Следующим за рассмотрением морфоструктуры объекта этапом является оценка его морфогенезиса (см. рис. 4.1). При этом собственно генетическая составляющая не должна устанавливаться дедуктивным способом, исходя из некоего образа (в нашем случае – дословно, поскольку facies = лицо, облик). Последнее, к примеру, свойственно для интерпретации сейсморазведочных данных [149]; в значительной степени – электрометрическим фациальным моделям [87] и т. д. Это подробно описано в предыдущей книге [122, с. 17-22] и частично отмечено в гл. 2. В наших исследованиях генетические реконструкции в буквальном смысле индуктивно выводятся (лат. inductio – выведение) из предыдущих построений и заключений, с верификацией на всех этапах. Возможно, это уже звучит навязчивым рефреном, но только такой путь постоянной обратной проверки выполняемых реконструкций может дать объективный и непредвзятый результат (см. рис. 2.8).

Предварим изложение материалов, базирующихся почти исключительно на собственном фактическом материале, тремя позициями различного характера.

1. Ряд сведений, относящихся к данному вопросу, уже излагался в предыдущих изданиях, освещающих геологию (s. l.) тюменской свиты Шаимского НГР [122, 128]. Поскольку *дублировать* их не имеет смысла, они будут излагаться в сокращенном варианте, как бы «вмонтированном» в предлагаемое издание в соответствии с общим контекстом.

2. Сведения детального характера, изложенные в данной главе, относятся к небольшим площадям, занимающим небольшие участки на территории Шаимского НГР. Это вызвано, с одной стороны, стремлением к информативному показу всей глубины генетических представлений, которые в условиях сложнопостроенных внутриконтинентальных толщ существенно меняются даже на весьма небольших расстояниях. Такая позиция определяет и вторую сторону вопроса: подобная изменчивость, присущая сложнопостроенным внутриконтинентальным толщам, априорно не дает возможности хотя бы примерно равновесной характеристики всей исследуемой территории.

3. Как уже отмечалось в предыдущей главе, посвященной корреляции отложений, мы основываемся почти исключительно на своем фактическом материале, стараясь не привлекать иные сведения. Этим достигается первичная однородность базы данных, обеспечивающая *структуру* или *каркас* для любых последующих построений. Таковые (в виде любых дистанционных методов – сейсморазведки, ГИС) могут «нанизываться» на этот каркас в виде любых ансамблей с различными целевыми функциями.

6.1. Начальная стадия раннемезозойского осадконакопления

Характер нижней границы и начало формирования отложений тюменской свиты в Шаимском НГР подробно описаны нами в предыдущей работе [122, с. 164-176], включая модель контакта осадочной толщи с доюрским фундаментом. Определено, что в целом он имеет отчетливо *ингрессивную* природу, с предваряющей основное осадконакопление *инициальной*, обычно маломощной углисто-глинистой составляющей. В представляемой работе это проиллюстрировано как колонками скважин, так и корреляционными разрезами, включая их верификацию материалами по Восточно-Каменной площади (см. гл. 4, 5).

Не видя целесообразности в прямом повторении уже опубликованных сведений, подойдем к рассмотрению нижнего контакта тюменской свиты несколько с иной стороны, а именно оценки наличия и потенциального распространения *базальных горизонтов* (БГ), являющихся, в частности, объектом пристального внимания и изучения сейсморазведчиков.

Понятие базального (гр. basin – основание, основа чего-либо) горизонта для терригенных толщ в литологии соответствует какому-то существенно более грубозернистому (по отношению к последующим слоям) интервалу, налегающему на предыдущие чаще всего с перерывом и (или) несогласием. Наиболее ярко это проявляется в аллювиально-русловых планационных (лат. planus – плоский, ровный) интервалах, как правило, имеющих довольно небольшую мощность.

Однако в ряде случаев БГ могут слагать и весьма мощные интервалы разреза, вплоть до сотен метров. «Базальность» того или иного горизонта может устанавливаться по наличию переотложенных обломков, следам перерывов, а также ряду других признаков [22]. Для Западно-Сибирского осадочного мегабассейна понятие БГ прекрасно реализуется в грубозернистых породах шеркалинской свиты соседнего с Шаимским Красноленинского НГР.

Принципы формирования БГ иллюстрирует схема образования *мутационной* слоистости, предложенная А. А. Иностранцевым более 100 лет назад в «противовес» схеме Н. А. Головкинского, которая была рассмотрена выше, в подразд. 5.3. (см. рис. 5.11, 5.12). Эта схема приведена на рис. 6.1 и подробнейшим образом проанализирована в работе С. И. Романовского [109]. Не видя необходимости в её повторе, ограничимся выдержками из указанной монографии.

«А. А. Иностранцев (1872 г.) делает следующие допущения: 1) процесс слоеобразования протекает не непрерывно, а с паузами (или резкими уменьшениями скорости поступления в бассейн осадочного материала); 2) слои образуются и фиксируются в разрезе между этими паузами, а после окончания паузы дно вновь прогибается и весь шлейф осадков смещается вслед за наступающей на сушу береговой линией; за это время вновь наступивший в бассейн материал формирует новый слой и т. д.

Такие предпосылки приводят к тому, что слои формируются вкрест береговой линии, они как бы прислоняются к берегу, а потому, являясь одновременными образованиями, литологически оказываются неоднородными (см. рис. 6.1, а)» [109, с. 37].



Рис. 6.1. Схемы образования мутационной слоистости, по А. А. Иностранцеву [109]: *a* – рисовка 1872 г., *б* – 1885-1914 гг.:

a – изохроны; b – основание (фундамент); p-d – слои разного состава, mm' u nn' – вертикальное напластование осадков, показывающее, как они располагались по латерали (mn)

Таким образом, если закон Н. А. Головкинского приложим и работоспособен для *миграционного* типа слоенакопления, то схема А. А. Иностранцева определяет *мутационное* наслоение. Механизм латерального смещения (миграции) фаций здесь принципиально иной и не может объясняться плавными колебательными (осцилляционными) движениями. Кстати, именно это соображение идеально подчеркивается замечанием А. Ф. Глебова: «... большинство исследователей согласны в одном – в тюменской свите присутствуют устойчивые нарушения идеального фациального ряда Головинского – Вальтера» [45, с. 282]. Добавим к данному высказыванию два соображения. 1. Фациальный ряд *не* мог быть *не* нарушен уже только потому, что он *не*приложим к тем типам толщ, слоистость которых трактуется как мутационная [109]. 2. Наличие четких перерывов, присущих скачкообразным характерам циклических границ, определяет жизненность и правомочность «блиннослоистой» стратификации отложений тюменской свиты (см. п. 5.5).

Возвращаясь к характеристике начала юрского осадконакопления на основной территории Шаимского НГР, ещё раз подчеркнем указанную в преамбуле к главе (поз. 3) особенность. Она заключается в том, что конкретные сведения, изложенные как в предыдущих книгах [122, 128], так и в представленной работе, базируются почти исключительно на авторском материале. Тем более важной нам представляется их очередная *внешняя* верификация. В статье [2] приведены сведения по базальным горизонтам абалакской и тюменской свит соседнего с Шаимским, Красноленинского НГР. На рис. 6.2 показана достаточно подробная характеристика базального горизонта тюменской свиты, сводящаяся к его *прислонению* к выступам фундамента.

161



Рис. 6.2. Отображение образований базального горизонта тюменской свиты [2, с дополнениями]: вверху – фрагмент временных разрезов, внизу – схема корреляции:

1 – границы свит, пластов; 2 – глубины залегания, м; 3 – линия стратиграфического несогласия; отложения: 4 – тутлеймской, 5 – абалакской, 6 – тюменской свит; 7 – доюрские; 8 – инициальной части

Сравнение с нашими сведениями (см. разрезы на рис. 5.5-5.7 и 5.17) дополнительных комментариев не требует. А вот существенно важным в контексте выполненных выше рассуждений является наличие в обеих скважинах, колонки которых приведены на рис. 6.2, в основании базального горизонта (темно-желтый цвет) *маломощной инициальной* пачки, показанной нами особым знаком. Кстати, это существенно дезавуирует представление о «палеорусловых врезах» в прогибах [88, 89]: нижний контакт аллювиальнорусловых (даже стрежневых) пачек представляется скорее аккумулятивным, нежели эрозионным. Впрочем, об этом пойдет речь в следующем разделе.

Перечисленное дает нам основание вернуться к модели, предложенной ранее (рис. 6.3), считая её выдержавшей испытание прошедшим временем, а главное – проверкой корреляционными построениями.



Рис. 6.3. Модель, отражающая постоянство строения тюменской свиты [128, с. 131]:

Слева и справа - сводный (полный) разрез раннемезозойской угленосной формации: 1 – конгломераты и гравелиты; 2 – песчаники; 3 – алевролиты и аргиллиты; 4 – пестроокрашенные породы; 5 – внутриформационные перерывы и несогласия. Справа от колонок, помещенных в центре, – номера литоциклов II порядка. Буквы в кружках: В - направление, показывающее на принципиальное замещение морских отложений континентальной угленосной толщей васюганской свиты; КЛ – приращение нижней части отложений за счет шеркалинской свиты Красноленинского района

Основной вывод из предложенной модели заключается в наличии инициальной части толщи как своего рода *стабилизатора*, сохраняющегося при резком скачкообразном сокращении толщины тюменской свиты. Иначе, с позиций рассмотрения разрастания территории осадконакопления в ааленбайос-раннебатское время, «завоевывание» новых площадей происходило в *ингрессивном* режиме ([14, 122]; см. начало раздела). Такой алгоритм срабатывал вплоть до формирования углисто-глинистого горизонта, завершающего ЛЦ-3 (аналог известного на юго-востоке угольного пласта $У_{10}$: см выше). В последующие этапы он уже, образно говоря «не успевал» реализовываться из-за существенного сокращения площади потенциального разрастания. В этих условиях нижний контакт тюменской свиты приобретает более свойственный для осадочных толщ трансгрессивный характер (см. рис. 5.8).

6.2. Обстановки осадконакопления и их эволюция в разрезе тюменской свиты (на примере Ловинского месторождения)

Как указано в преамбуле к главе (см. поз. 2), «нельзя объять необъятное», и в равной степени осветить морфо*генезис* отложений тюменской свиты всего Шаимского НГР. Поэтому нами для этой цели выбрано Ловинское месторождение, где тюменская свита характеризуется *полным* строением (см. колонку скв. 10650, представленную на рис. 4.6, а также северовосточные части корреляционных разрезов: см. рис. 5.5, 5.7).

Не вдаваясь в отдельные рассуждения о правомерности выделения предельно сокращенных по толщине отложений шеркалинской свиты, а также радомской пачки, сразу перейдем к общей характеристике тюменской свиты, для которой присуща *двучленность* строения, выраженная в смене палеоландшафтов. Мы писали об этом многократно; в предлагаемой работе такая смена детально охарактеризована в гл. 4 и 5, в том числе с верификацией по комплексу параметров вещественного «наполнения» (см. п. 4.4). Добавим к этому и очередную проверку, имеющую опять же *внешний* по отношению к нашим исследованиям характер.

Так, рассматривая эволюцию обстановок осадконакопления в целом для разреза тюменской свиты как смену аллювиально-озерного палеоландшафта на прибрежно-бассейновый, укажем, что такое представление полностью укладывается в описание смены палеоландшафтов, выполненное для всех горизонтов нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции [42]. В этой работе указано, что во время, соответствующее вымскому горизонту (примерно наш ЛЦ-4) в Обь-Иртышской области «... в широко развитых речных долинах накапливался русловый и пойменный аллювий, на водораздельных пространствах формировались озерно-болотные угленосные отложения... Вероятно, в это время ... произошло воссоединение Приуральской части с ... основной площадью Западно-Сибирского осадочного бассейна» (с. 93). Для леонтьевского горизонта (ЛЦ-3), в условиях общей обширной трансгрессии, «на территории Ляпинского прогиба существовал крупный пресноводный ... бассейн, имеющий черты лагуны и постепенно развивающийся в южном направлении вдоль восточного склона Урала» (с. 95; курсив наш. – Авт.). Наконец, «несмотря на падение уровня в конце леонтьевского времени, малышевское море, начиная с конца байоса и в течение почти всего бата, хотя и обмелело, но не сократило своей площади» (с. 95).

Приведенное в этих обширных цитатах описание совершенно инвариантно соответствует нашим представлениям о составе отложений Шаимского НГР в целом и Ловинского месторождения в частности, о чем свидетельствует и смена обстановок, отраженная в колонках скв. 10650 (см. рис. 4.6) и 10628 (см. рис. 4.11). Что же касается более детальной характеристики генезиса отложений (фациального состава), то остается лишь сожалеть, что она, как правило, либо базируется на «электрометрических» моделях, что для внутриконтинентальных толщ выглядит в особенности малообоснованным, либо ограничивается лишь самой верхней частью тюменской свиты. Последнее объясняется вскрытием многими скважинами только горизонта с коллектором Ю₂, сопровождающимся отбором керна. Таким образом, по данному горизонту накоплен обширный материал, особенно детально охарактеризованный в ряде публикаций сотрудников ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск). Так, в статье, основанной на детальном литолого-фациальном анализе (включая изучение керна по 34 скважинам), авторы выделили для горизонта Ю₂ с толщиной 25-40 м в центральной части Обь-Иртышской фациальной зоны «... 6 генетических комплексов ископаемых осадков: аллювиальный и озерный (континентальная группа), дельтовый и прибрежно-континентальный (переходная группа), прибрежно-морской и мелководно-морской (морская группа)» [58]. Пояс меандрирования наиболее крупной из четырех откартированных рек составил около 20 км (sic! - сравни наши рассуждения о формировании руслового аллювия в начале данного подраздела). При завершении формирования тюменской свиты, «... к началу позднего бата ... начинают ощущаться первые признаки трансгрессии моря. Морской бассейн наступал с севера. Глубина моря, видимо, не превышала 10 м» (курсив наш. – Авт.) [58]. Правда, ниже авторы «понизили» возможную глубину моря до 20 м, что, на наш взгляд, является более привлекательным.

Завершив преамбулу, перейдем к достаточно обобщенной характеристике отложений тюменской свиты на Ловинском месторождении.

Нижний литоцикл II порядка (**ЛЦ-4**), а на отдельных участках и ЛЦ-3 (частично или полностью) сложены отложениями озерно-аллювиального генезиса. При этом частично (нижняя, инициальная, часть ЛЦ-4 в скв. 10650: см. рис. 4.6) здесь имеют место и пачки алевроаргиллитов заливового мелководья. В целом данный ландшафт подробно охарактеризован нами в предыдущей книге [122], в т. ч. аллювий – в известной трактовке Е. В. Шанцера [146], выделившего его перстративный (перестилающий) и констративный (согласно налегающий) типы, а также во многих зарубежных работах [154, 155, 156, 158]. Дополним эти представления схемой развития аллювиальной равнины, с многократно перемываемым русловым аллювием (рис. 6.4).

Схема наглядно иллюстрирует *разновременность* формирования терригенных аллювиальных коллекторов, которые для Ловинского месторождения соответствуют модели боковой миграции русел (рис. 6.5). Коллекторы горизонтального сочленения (см. рис. 6.5) будут характерны уже для основания ЛЩ-3 и в большой степени развиты на более западных территориях (Сыморьяхское, Тальниковое месторождения). Это хорошо видно на корреляционных разрезах: см. рис. 5.5 (листы 1, 2); рис. 5.7 (листы 1, 2).

Представления о преобладающем развитии перстративной фазы аллювия (по Е. В. Шанцеру) или боковой миграции русел (см. выше) дополним рассуждениями о скоростях осадконакопления и перерывах в осадочных толщах. Так, если ЛЦ-4 соответствует (очень примерно) вымскому горизонту, имеющему длительность 1.5-2 млн лет [107], то скорость закрепления осадков составляла, при его толщине около 40 м, 20-30 Б (м/млн лет или мм/тыс. лет). Однако современная скорость накопления аллювиальных



Рис. 6.4. Седиментационная модель меандрирующей речной системы ([160]; из работы [43])



Рис. 6.5. Типы коллекторов речных систем ([160]; из работы [43])

осадков на 2 порядка превышает эту цифру [73], и нет никаких оснований считать, что в юрскую эпоху она была меньше 1-2 тыс. Б [6]. Остается, вслед за большинством седиментологов, полагать кажущуюся «потерю» в незакрепившихся в разрезе осадках, «спрятанных» в данном случае не в размывах ранее накопившихся слоев, а именно в площадных многократных перемывах планационного характера. Принципиально это не противоречит схеме миграционного слоенакопления в интерпретации Н. А. Головкинского (см. п. 5.3), однако имеет иную природу и реализуется в ином, хотя и близком по форме механизме [164]. Именно с этим различием связана констатация «устойчивых нарушений идеального фациального ряда Головкинского – Вальтера» в тюменской свите [45, с. 283 и др.]. Повторим, что этот ряд не может не нарушаться в специфическом флювиальном (потоковом) и (или) лимническом режимах. преимущественно (озерном) являющихся миграционномутационными.

Второй снизу в тюменской свите литоцикл II порядка (ЛЦ-3) имеет различный состав и генезис. В своей нижней части он чаще представлен аллювиальными песчаниками (коллектор Ю₆), отчасти относящими данный коллектор к типу горизонтального сочленения (см. выше; рис. 6.5). В верхней же части он имеет уже преимущественно прибрежно-бассейновый генезис, иногда также будучи представлен песчаными линзами. Именно такой переход фиксируется в скв. 10650 (см. рис. 4.6), что может послужить полноценной верификацией многих рассуждений, «рассыпанных» по тексту предыдущих глав. Смена ландшафтов может иметь место и непосредственно на границе ЛЦ-3 и ЛЦ-2, особенно подчеркивая в этом случае прерывность на границах литоциклов (см. табл. 5.3). В любом случае остается напомнить, что последние выделяются *не по самим обстановкам* (фациям, наборам фаций), а *по их смене* (см. п. 3.3), т. е. исключительно *индуктивным* способом (см. начало главы).

В верхних литоциклах II порядка (ЛЦ-2 и ЛЦ-1) превалирует прибрежно-мелководная обстановка осадконакопления. Её характеристика нами также была подробно дана в предыдущей книге [122]. Так же, как для аллювиального ландшафта (см. выше), дополним её общей схемой из издания [43] (рис. 6.6). Непосредственно на Ловинском месторождении преимущественно реализовывался приливно-отливный режим осадконакопления (правая нижняя колонка на рис. 6.6). В более частных характеристиках, заимствованных из иных изданий, схема осадконакопления для побережий с терригенной седиментацией приведена на рис. 6.7, а характеристика слоистости в прибереговых обстановках – на рис. 6.8. Дополнены эти текстурные характеристики изображениями конкретных обстановок (образцов), приведенных на рис. 6.9. В целом их выбор достаточно случаен, но вполне пригоден для проверки (верификации), и не в последней мере – по причине доступности изданий, из которых заимствованы изображения. Эта информация по типичным текстурам для разных обстановок идентична содержащейся как в переведенных на русский язык источниках [136, 137, 151 и др.], так и в работах, недоступных широкому кругу литологов [159, 161, 163, 165, 166].



Рис. 6.6. Седиментационная модель приливно-отливного побережья и строение типичных разрезов ([160]; из работы [43])



Рис. 6.7. Основные механизмы прибрежно-бассейновой седиментации, реализованные в верхней части отложений тюменской свиты (ЛЦ-1, 2) на Ловинском месторождении:

А - барьерный остров в условиях смешанного волнового приливно-отливного режима с многочисленными приливными протоками и лагунными приливными отмелями, по М. Хэйсу (Hayes, 1979) из [96, т. 1 с. 216]. КСР – мелкие прибрежные водотоки, БПП и БПВ – малоподвижная заиливающаяся приливно-отливная полоса; БПК – косы и БПА – активное прибрежное мелководье;

Б – вверху: схематический разрез через идеализированную древнюю песчаную волну формации Poga: по Nio S. – O., 1976; Johnson H. D., 1978, из [75, с. 259];

внизу – барьерные и морские песчаные тела, образующие совместно сложный покров в результате миграции береговой линии: по Hollenshead C. T., Pritchard R. L., 1969, из [100, с. 445]



Рис. 6.8. Текстурные характеристики прибереговых отложений:

А – фации безбарьерного затопляемого пляжа с высокой энергией волн на побережье Орегона. Показано смешение фациальных поясов в связи со сдвигом зон трансформации волн в спокойных и штормовых условиях: по (Cifton H. E., Hunter R. E. and Phillips R. L., 1971), из [96, т. 1, с. 203]. На рисунке представлены зона асимметричных знаков ряби, знаки слоистости слабых волн и перекрывающиеся штормовыми отложениями с косой слоистостью зоны лунообразных крупных знаков ряби;

Б – связь седиментационных текстур с морфологией дна прибрежного мелководья и характером волнового процесса. По (Davidson-Arnott R. G. D., Greenwood B., 1974), [75, c. 224];

B – интенсивно биотурбированный разрез с укрупнением зернистости вверх, образованный наступающим пляжем с преобладанием штормовых отложений в верхнемеловых песчаниках Арен, Испанские Пиренеи. По (Ghibaudo G., Mutti E. and Rosell J., 1974), из [96, т. 1, с. 211]:

1 – эоловые дюнные фации, крупномасштабные участки косой слоистости; 2 – фации верхнего–нижнего пляжа. Песчаники с наклоненным в сторону моря параллельным напластованием; 3 – фация предфронтальной зоны пляжа, биотурбированные песчаники с остаточными участками песчаников с бугорчатой косой слоистостью; 4 – фации перехода и дальней зоны пляжа, биотурбированные мергели и алевролиты с тонкими штормовыми слоями



Рис. 6.9. Текстурные характеристики прибрежных отложений [106]: а - лагунные осадки с волновой рябью, отложения Алмере, Нидерланды (с. 341); б - приливно-отливная полоса Северного моря. Масштабная линейка: 1 см (с. 349); в - линзовидная слоистость (линзы уплощенные) с очень слабой биотурбацией в сублиторальной зоне залива Яде. Глубина воды 3,5 м. Масштабная линейка в сантиметрах (с. 349)







Главная цель помещения этих изображений – сравнение со сканированными отпечатками образцов керна скв. 10410 Ловинского месторождения (рис. 6.10). При этом мы исходили из того, что возвращаться к первому, основному этапу фациально-циклического анализа, а именно – установлению фаций, мы не имеем возможности, а соответствующих работ [7, 118] у читателя «под рукой», скорее всего, нет. В нашем случае достаточно просто сравнить (последовательно) текстуры, изображенные на рис. 6.8, А и в слоях 1, 2 на рис. 6.8, Б с образцами 3, 6, 8 на рис. 6.10, помещенными на колонке скв. 10410. Хорошо видно, что «лагунная» текстура верхнего изображения на рис. 6.9, а, а также слой 3 на рис. 6.8, В имеют много общих черт, с обр. 7 на рис. 6.10. Приливно-отливные осадки среднего изображения на рис. 6.9, б; слой 3 либо верхняя часть слоя 4 на рис. 6.8, В соответствует обр. 5 и 10 на рис. слабобиотурбационная слоистость отложений сублито-Наконец. 6.10. ральной полосы (нижний образец в на рис. 6.9 либо слой 4 на рис. 6.8, В) сходны с обр. 2 и 9 на рис. 6.10 (колонка скв. 10410).

Таким сравнением мы возвращаемся к подтверждению соответствия основного палеоландшафта при формировании отложений верхней части тюменской свиты (ЛЦ-1 и ЛЦ-2) тому, что изображен на рис. 6.7, А. Сверху вниз по разрезу, в средней части свиты (ЛЦ-3), он сменяется на озерноаллювиальный, с формированием русловых песчаников, как правило, не очень большой мощности (2-5 м) и весьма сложного строения. В отдельные промежутки времени (границы ЛЦ-2 и ЛЦ-3; верхи ЛЦ-1) формировались баровые прибереговые тела с весьма неустойчивой толщиной.

Переходя к оценке изменения обстановок осадконакопления по латерали, укажем, что уже при документации первых скважин посредством литолого-фациального анализа мы обратили внимание на смену палеоландшафтов, формирующих верхнюю часть тюменской свиты. Так, на западе Шаимского НГР (Тальниковое месторождение) они представлены почти исключительно озерно-аллювиальными комплексами, а на северо-востоке (Лазаревское, Ловинское, Кетлохское и др. месторождения) – прибрежно-бассейновыми. Соответственно, в противоположном направлении существенно усиливается «опесчанивание» разреза.

Эта закономерность хорошо видна из сравнения колонок скважин, приведенных в гл. 4; прослеживается на корреляционных разрезах, приведенных в гл. 5. В принципе её описание относится к следующему этапу работ – палеогеографическим реконструкциям. Поэтому здесь обратимся только к очередной проверке установленной закономерности, в данном случае – с позиций объемной геометризации сейсмогеологических комплексов. Приведем развернутую цитату, касающуюся «заводоуковской LST–формации» (имеется в виду тюменская свита, соотнесенная с трактом низкого стояния уровня моря – lowstand systems tract). Оставляя «за скобками» саму возможность применения сиквенс-стратиграфических построений к *внутриконтинентальным* отложениям тюменской свиты, с чем мы совершенно не согласны, перейдем к цитате: «... многочисленные миграции береговых линий приводили к существенному перераспределению, прежде всего, чистых песчаных фаций вследствие их высокой гидромеханической подвижности. В результате этого песчаный материал как бы выдавливался в более высокие гипсометрические и хроностратиграфические уровни. На низших хроностратиграфических уровнях регрессивные песчаники могли сохраниться только в склоноволожбинных частях и депрессионных межструктурных понижениях рельефа, образуя структурно-литологические резервуары шеркалинского типа. Песчаные резервуары вогулкинского типа, напротив, формировались не до, а во время морских трансгрессий в присводовых частях локальных поднятий юрского бассейна» [45, с. 287].

Налицо исходящая из сейсмогеологических реалий попытка охарактеризовать флюидоподобные субвертикальные «выдавливания» более грубозернистых отложений в верхние части разреза – своего рода песчаный диапиризм. Несомненно, это лишь образ, который трудно назвать моделью, но именно генетически он хорошо иллюстрирует опесчанивание более высоких (гипсометрически) горизонтов, которые отчетливо проявились при морфометрическом анализе отложений тюменской свиты (см. рис. 4.3, 4.4). Можно предположить, что наблюдаемые различия в гипсометрическом положении юрских отложений заложены уже конседиментационно, что и верифицируется латеральной сменой палеоландшафтов (см. выше). По данному поводу Г. А. Каледа указал на следующее: «В условиях унаследованной (курсив наш. – Авт.) тектоники отмечаются случаи весьма высокой степени корреляции между стратогипсометрическими отметками пластов и их песчанистостью. Подобный пример приводился при описании разрезов Калачамазарских складок. Выполненная автором обработка данных В. А. Даргевич по коньяккампанским отложениям Обь-Иртышского междуречья (рис. 6.11) дала уравнение регрессии $K_n = 0.24 \text{ H} - 1000 \text{ с коэффициентом корреляции } r = 0.86$ » [60, c. 90].

Рис. 6.11. Корреляция между коэффициентом песчанистости разрезов коньяк-кампанских отложений Обь-Иртышского междуречья и абсолютными отметками [60, по Даргевич В. А., 1972]



В статье [59] Г. А. Каледа отметил, что «осевая часть синклинали, развивающейся на континенте, является наиболее вероятным местом появления грубых русловых фаций консеквентных долин». Напротив, при направлении потоков *поперек* осей структур «опесчаниваются» крылья и своды сопряженных антиклинальных поднятий (рис. 6.12).



Рис. 6.12. Размещение грубых и мелкозернистых отложений при разных соотношениях ориентировок структур в направлении течения речных потоков: *a* – поперек осей; *б* – вдоль осей структур [59]:

1 – грубозернистые отложения; 2 – мелкозернистые отложения; 3 – стадии миграции русел; 4 – оси антиклиналей

Как следует из данной модельной схемы, в неё вполне укладывается смена субмеридиональных активных русловых потоков шеркалинской свиты Красноленинского НГР на субширотную миграцию слабофиксированных в разрезе аллювиальных потоков тюменской свиты Шаимского НГР.

6.3. Верхняя граница тюменской свиты

Подобно нижней, верхняя граница тюменской свиты подробно охарактеризована нами в предыдущей книге [122, с. 176-189], вплоть до детального описания непосредственного контакта нижнеплитного и собственно плитного комплексов в конкретных образцах. Дополнена эта характеристика, и вновь с иллюстрацией на образцах, в специальной статье [13]. Не видя необходимости в прямом повторении этих сведений, обратимся к изложению новых материалов и представлений, полученных и сформированных за небольшой период, прошедший после предыдущего анализа информации. Они последовательно изложены в трех позициях: собственно новые данные, их верификация и общие представления о морфогенезисе границы.

Первым дополнением к изложенным ранее сведениям о верхней границе тюменской свиты служит ее оценка с позиций, относящихся к проблематике *базальных горизонтов* (БГ). Продолжая рассуждения, начатые в п. 6.1, укажем, что механизм формирования вогулкинского (пахомовского для основной территории ЗСП) БГ принципиально иной, нежели у шеркалинского. Это четко сформулировано А. Ф. Глебовым, в целом определившим следующее: «...в отличие от традиционного вычленения вогулкинских песчаников как верхнеюрской прибрежно-морской толщи ПЮ₁, а шеркалинских резервуаров - как субконтинентальных песчаников нижней юры Ю₁₀₋₁₂, *под ре*- зервуарами вогулкинского ПЮ- и шеркалинского Ю-типов следует понимать две различные обстановки осадконакопления, регионально распространенные в юрский период по всей территории Западной Сибири, когда породыколлекторы формировались либо в присводовых, либо в межструктурных, депрессионных, ложбинных частях локальных поднятий юрского бассейна» [45, c. 286].

Что касается основания тюменской свиты (при различно реализованном редукционном по своей природе строении разреза), то здесь наличие БГ в *прямом* понимании этого термина можно ожидать только при сокращенных толщинах свиты, т. е. когда «не успевал» срабатывать механизм заполнения инициальных седиментационных ванн (см. рис. 6.3). В некоторой, весьма условной степени к понятию БГ близок коллектор Ю₆, однако только с самых общих позиций рассуждений. По-настоящему же базальной, но уже иного характера (см. выше) является именно начальная стадия накопления отложений васюганского горизонта, относимая к середине позднебатского подъяруса [107].

Общеизвестно, что при завершении осадконакопления, фиксирующего нижнеплитный этап формирования мезокайнозойского чехла Западно-Сибирской плиты, перестройка коснулась уже всей ее обширной территории. При этом именно Шаимский НГР представил уникальное явление в виде формирования вогулкинской толщи, генезис которой еще до конца не расшифрован.

Поскольку данный объект выходит за «стратиграфические» рамки представленной работы, коснемся лишь одного примера, дающего информацию к пониманию процесса, как синхронного, так и непосредственно последующего завершению формирования тюменской свиты. На рис. 6.13 приведена колонка скв. 10664 (Тальниковое месторождение). Данные по ней для всей тюменской свиты, к сожалению, не вполне информативны по причине малого охвата керном и частично – его неполного выноса, но сведения по переходу в вышележащие отложения весьма интересны.

Рядом с колонкой скважины приведены сканированные изображения шести образцов, охватывающих верхний и нижний контакты вогулкинской толщи, залегающей в интервале 1733,0 – 1743,6 м. Последовательно (а именно сверху вниз, для большей достоверности, а не надуманности заранее «ангажированных» генетических реконструкций) проведем их описание.

Образец 1 фиксирует неровный даже в плоскости изображения контакт верхнего алевролита собственно абалакской свиты и нефтенасыщенного плохо сортированного вогулкинского песчаника. На контакте наблюдается интенсивная послойно-петельчатая пиритизация, в целом характерная для данной смены обстановок (см. выше).

Образец 2 иллюстрирует достаточно типичный для вогулкинской толщи высокопористый разнозернистый песчаник с неотчетливо намечающейся косой слоистостью (слоеватостью). Фиксирует локальный снос с близлежащего размываемого поднятия, имеющий шлейфовый (?) характер.





Рис. 6.13. Фрагмент колонки скважины 10664 (Тальниковое месторождение)
В *образце 3* этот песчаник с «просыпкой» залегает на относительно хорошо сортированном мелкозернистом песчанике подвижно-мелководного (барового) генезиса. Размыв залегавших в непосредственной близости субконтинентальных отложений, являвшихся полным или частичным поставщиком материала (тюменской свиты), фиксируется переотложенным растительным детритом, дающим косо-волнистую слоистость мелкой ряби.

Указанное выше «просыпание» материала в верхней части образца нами было впервые описано для контакта отложений вогулкинской толщи с песчаниками тюменской свиты в скв. 11126 Усть-Ахской площади [122, фототабл. XIX, с. 180-181]. При этом мы констатировали, что такой контакт «... фиксирует отсутствие глубокого размыва».

Такие же инъекции более грубого песчаного материала в нижележащие, контрастирующие по составу и сортировке слои хорошо видны в *образцах 4 и 5*. Для обр. 4 они имеют вид взмучивания сингенетического характера, а для обр. 5 – планационного взламывания консолидированных на раннедиагенетической стадии полого-линзовидно-волнисто-слоистых алевропесчаников.

Наконец, *образец 6* фиксирует непосредственный контакт «классического» серого алевроаргиллита абалакской свиты с породами тюменской свиты, представленной здесь зольным углем. Наличие именно угольного прослоя, пусть небольшой мощности, вблизи верхнего контакта тюменской свиты, или, как в данном случае, непосредственно венчающего последнюю, является весьма важным фактом, верифицирующим *законченность* (эквифинальность) процесса осадко- и торфонакопления [122]. Одновременно этот угольный прослой является идеальной «смазкой» для возможных послойных разгрузок сублатерального давления. В частности, это хорошо объясняет фрикционные явления, обусловившие Z-метаморфизм углей [128].

Теперь, после фактурного описания образцов, можно перейти к реконструкции условий осадконакопления в последовательном процессе седиментации, то есть снизу вверх по разрезу. Итак, на отложениях тюменской свиты, венчаемых 5-сантиметровым угольным прослоем, трансгрессивно залегают алевритовые хорошо отмученные заливовые осадки толщиной 1,2 м (см. колонку на рис. 6.13). Выше, в растянутом контакте с толщиной до 1 м (обр. 5), контактируют алевритовый «абалакский» и песчаный «вогулкинский» материал, формируя «просыпку № 1», если считать таковые снизу вверх. Далее осадконакопление переходит в локализацию собственно вогулкинской толщи, на уровне «просыпки № 2» в обр. 4. Постепенность, общая аккумулятивность контакта следуют из относительно тонкозернистого основания грубого в целом горизонта (см. слой 1740,0-1741,4 м на колонке скважины). Наконец, «просыпкой № 3» знаменует приближающееся завершение формирования пачки вогулкинских песчаников в целом (обр. 3), что и фиксирует смена генезиса таковых с активно-потокового на прибрежно-волновой. Последняя спазматическая подача материала (обр. 2) фиксирует окончание процесса формирования обрамления «лысых гор».

Несомненную «переходность», хотя часто и скрытую, латентную (лат. latens, latentis), контакта между тюменской и абалакской (включая сюда и вогулкинскую толщу) свитами можно проиллюстрировать сравнением приведенных сведений с результатами, показанными в предыдущей книге для скв. 10650 Ловинского месторождения [122, фототабл. XXII: с. 186-187]. Интервал 2157,7-2159,4 м, проиллюстрированный в упомянутой работе образцами керна, а положение которого хорошо видно на колонке скважины (см. рис. 4.6), вполне можно сопоставить с интервалом, описанным выше для скв. 10664, в виде фациального замещения (!). В таком случае фиксируемая во многих скважинах Ловинского и близлежащих месторождений «переходность» интервала, венчающего осадки тюменской свиты, легко находит свой возрастной аналог в виде описанных выше «просыпок». Укажем, что именно такая генетическая интерпретация данного интервала была бы затруднительна для «классического» разреза вогулкинской толщи, когда она залегает непосредственно на породах фундамента, в связи с отсутствием подстилающего репера в виде тюменской свиты. В принципе затруднительность генетической интерпретации «вогулкинских» разрезов и объясняется их «плавающим» по разрезу положением, что полностью согласуется со схемой А. А. Иностранцева, описанной выше (см. рис. 6.1).

Как некоторое резюме по изложенному выскажем обобщенное представление по первой позиции в новых материалах. Если в основной части тюменской свиты «условно базальные горизонты» (Ю₆ и др.) «плавают» по латерали, но достаточно хорошо фиксируются в разрезе (особенно с учетом цикличности и размещения повышенной угленасыщенности), то «классический» БГ вогулкинской толщи, напротив, хорошо фиксируется по латерали, но его положение «плавает» в разрезе (опять-таки s. l.). Именно с этим фактом и следует связывать затруднения в интерпретации генезиса данных отложений, асинхронных по своей природе (см. вышеописанные «просыпки»).

Предварим изложение второй позиции общим заключением о характере непосредственной границы тюменской свиты с перекрывающими осадками. В предыдущей книге оно было сформулировано следующим образом: «1. Непосредственный контакт обычно имеет свой третий линейный параметр толщину, но она часто измеряется лишь сантиметрами, реже переходя в первые метры («пограничный» интервал условной «келловейской трансгрессии»). Будучи транслируемым в вогулкинскую толщу, он становится весьма распознаваемым, однако является предметом особого рассмотрения. 2. Длительность перерывов на границе тюменской свиты и вышележащих отложений, судя по ряду многих признаков, очень невелика и не выходит за рамки первых сотен лет. Это принципиально соответствует длительности межслоевых диастем [6, 41]. 3. На описываемой границе происходит резкое углубление дна приемного водоема – от $0 \div 5$ м и даже десятков метров (верхняя литораль с сероводородным заражением)» [122, с. 188]. Так вот все эти позиции отчетливо проявлены в образцах, сканированные изображения которых приведены на рис. 6.14 и 6.15. Основная суть излагаемого заключается в том, что первый образец взят из скв. 341, пробуренной на весьма удаленном Каменном месторождении (см. п. 5.4), а второй – вообще из скв. 160 Кечимовского месторождения (Широтное Приобье). Тем самым изложенные для Шаимского НГР представления *верифицируются* в полном объеме. В рамках представляемых материалов достаточно сравнить оба образца с образцом 5 из скв. 10664 (см. рис. 6.13), чтобы оценить почти полную идентичность описываемых контактов с позиций механизма их формирования. Одновременно сравнением описываемых образцов хоть и опосредованно, но верифицируются представления о «переходном» интервале, изложенные выше. Само же положение точек опробования на площади свидетельствует о том, что, при одинаковом механизме формирования и совершенно идентичном облике контактов, они принадлежат (s. str.) *разным* стратиграфическим уровням (см. 1-е примечание в начале рассмотрения данной позиции).

Приведенные на рис. 6.14 и 6.15 изображения контактов верифицируют и соображения, изложенные для обр. 10 в скв. 318 той же Каменной площади (см. рис. 5.19; в принципе они относятся и ко всему Шаимскому НГР). Исходя из общего вида всех образцов, они больше тяготеют к типу «твердого дна» (hardground: см. рис. 5.20), о чем свидетельствует, в частности, остроугольность литифицированных до размыва обломков. Не противоречит такому определению и нехарактерное сочетание мгновенного по сути «запечатывания» контакта с «вогулкинскими» или «пахомовскими» песчаниками, с наличием достаточно глубоких ходов пескожилов, причем для обр. 6.14 двух типов: одного в интервале c'-c, и существенно иного – в интервале d (см. рис. 6.14), а также инъективных внедрений в обоих случаях. Небезынтересно также, что описываемый тип контакта принципиально не зависит от толщин тюменской свиты. Несомненный интерес может представить анализ смены типов контактов (hardground \leftrightarrow softground) на площади, но это уже представляется предметом специального рассмотрения.

Завершим изложение новых материалов **третьей** позицией, которая замыкает цепочку наших рассуждений, во многом относящихся к самой идее *базальности* горизонтов $\Pi HO_{10-12} \rightarrow \Pi HO_{(6)} \rightarrow \Pi HO_1 (HO_2^0)$ (см. также начало раздела). Укажем, что вопросам состава, распространения и механизма формирования БГ в позднем бате – келловее (пахомовская пачка, HO_2^0); а также позднем оксфорде (барабинская пачка, HO_1^0) посвящена серия публикаций новосибирских литологов ИГНГ СО РАН [24, 134, 153]. Они основываются почти исключительно на материале по юго-восточным, в меньшей степени – центральным районам ЗСП, тем самым не затрагивая условия формирования весьма специфической вогулкинской толщи. В то же время ряд положений, высказанных в указанных выше работах, по нашему мнению, применим и для позднебатско-келловейского комплекса Шаимского НГР.

Одно из них мы очень кратко зафиксировали в предыдущей книге [122, с. 194], соотнося скачкообразное изменение состояние системы осадконакопления с исчезающее малым промежутком геологического времени (~166 млн лет). Для верхней границы тюменской свиты это было выражено в резком опускании дна приемного водоема, что, в частности, привело к супербыстрому погружению господствовавших в предшествовавшее данному событию

время «сверхмелководных» обстановок (Ю₂) в довольно глубоководную ситуацию. Такое толкование механизма осадконакопления в начальную, не столько трансгрессивную, сколько инициальную стадию верхнеюрской (s. lato) эпохи, хорошо сочетается с явлением пикноклина, в целом весьма характерного для замкнутых озерных водоемов с резким перепадом глубин [75]. В статье [134] для пластов Ho_2^0 и Ho_1^0 (соответственно пахомовской и барабинской пачек) указано следующее: «... формируется полный комплекс свойств осадков и биоценозов, характерный для ультрамелководных фаций, но на существенных глубинах». Этот процесс, с нашей точки зрения, хорошо отражен на описанных выше образцах. Действительно, сущностная смена глубин при сохранении механизма формирования отложений, что особенно ярко видно на образцах из скв. 10664 (см. рис. 6.13), весьма плодотворно укладывается в изложенную выше концепцию. В дополнение к перечисленному отметим, что подобный механизм находит свое актуалистическое выражение и в концепции природных фильтров «живого океана» [76 и др.]. Маргиналь*ным*, или краевым (лат. margo – край, граница) фильтрам, на границе «река – море» вполне могут соответствовать механизмы формирования дистальных выносов, которые привели к широкому появлению ооидных частиц в отдельных горизонтах вогулкинской толщи [111], в т. ч. и непосредственно перекрывающих тюменскую свиту. Это сопровождалось новообразованием взвеси из растворенных в воде биогенных элементов. Несомненное наличие перерыва между отложениями абалакской и тюменской свит способствовало «фиксации» во времени исходной растительной органики, которой изобиловала последняя, а выступы фундамента – локализации биоса на площади [128].

Перечисленное сходство в литологических истолкованиях «базальных» границ крупных комплексов может служить сущностной проверкой правильности изложенного вектора суждений, нуждаясь одновременно в более детальном обосновании, прежде всего, с позиции изучения вещественных параметров.

Для окончательного завершения главы в целом приведем еще одну цитату из работы [45], касающуюся непосредственно рассматриваемых отложений. Ссылаясь на ранние издания ([44] и др.) и обширные исследования последнего периода, А. Ф. Глебов прямо указывает на то, что «...юрские отложения следует диагностировать как полиформационный комплекс осадков трансгрессирующего терригенного побережья, периодически наступающего с моря на сушу из-за стадийно-постепенного прогибания Западно-Сибирского бассейна ... В связи с широким развитием внешних и внутренних (островных) источников сноса темп поступления осадочного материала иногда становился столь большим, что на фоне общего углубления уровня Западно-Сибирского моря интенсивно развивались локальные и зональные береговых линий c обширным развитием регрессии денудационноаккумулятивной суши и опресненных межостровных водоемов, имеющих затрудненную связь с открытыми морями». При этом «... На целом ряде

183



Рис. 6.14. Контакт абалакской и тюменской свит в скв. 341 Каменного месторождения (Красноленинский НГР); глубина по контакту 2505,4 м Нижняя часть образца *abc* (*c*') – тюменская свита (малышевский горизонт, коллектор Ю₂):

а – тонкозернистый среднесортированный песчаник с прерывистой косо-волнистой слоистостью, подчеркнутой крупным растительным детритом;

C b – крупнозернистый алевролит с хорошей сортировкой материала.
 Слоистость линзовидно-волнистая, с тонкими слойками мелкозернистого алевролита, в нижней части интервала нарушена взмучивания ми;

с – переслаивание мелко- и крупнозернистого алевролитов в соотно-

b шении ~2 : 1, определяющее бимодальность размерности.

Тонкая полого-волнистая, участками до линзовидно-волнистой, слоистость. Есть корневые остатки.

а Ходы пескожилов, в том числе крупных, гипихниальных по отно-

шению к тюменской свите (заполнены песчаником из верхнего горизонта). Верхний толстый слоек интервала *c*₁ залегает на нижележащих (более грубого состава!) с локальным mini-несогласием – левый обрез образца.

Верхняя часть образца (*d*)– тонкомелкозернистый песчаник абалакской свиты (аналог вогулкинской толщи; пласт HO_2^{0} : см. рис. 6.13), с массивной текстурой, белемнитами и вертикальным ходом пескожила (вверху).

Непосредственный контакт с толщиной в образце до 4 см (соответствует различию в толщине *c* - *c*'; что фиксируется углублениями в левой и центральной частях), представляет собой взламывание слабоконсолидированных осадков тюменской свиты, при сохранении их первоначальной текстуры в остроугольных обломках. Пиритизирован. Дополнительные пояснения в тексте

Рис. 6.15. Контакт васюганской и тюменской свит в скв. 160 Кечимовского месторождения (Широтное Приобье); глубина по контакту 2896,4 м *а* – тюменская свита

и – поменская свита
(малышевский горизонт).
Мелко-крупнозернистый
алевролит средней
стабильности, с разной
по толщине слойков
полого-волнистой
слоистостью, с
микронарушениями.
Есть ходы пескожилов; *b* – переходный интервал
в виде интенсивного



взмучивания и перераспределения алевритовых осадков, первоначально накопившихся в тех же условиях, что и интервал «*a*». Небольшой перенос материала слева направо (в плоскости образца), с формированием сложной «пузырьковой» текстуры раннедиагенетической подстадии. Смещение подчеркнуто «выдавливанием» материала в направлении от нижнего левого угла образца к его центру по контакту *b/c*;

c – васюганский горизонт (пахомовская пачка, ${\rm HO_2}^0$). Тонкозернистый, достаточно хорошо сортированный песчаник. Первичная тонкая слабосрезанная косо-волнистая слоистость, сохранившаяся в отдельных фрагментах (вблизи нижнего контакта), нарушена интенсивными взмучиваниями сингенетического характера. В результате сформированы взламывания в нижней части слоя; активная волновая рябь – в верхней, с индексом RI 3÷5. Перемещение материала разнонаправленное, в разрезе интервала сингенетически менялось несколько раз (подынтервалы c_1-c_4). Небольшая активность присуща интервалу c_3 , с остроугольными обломками алевролитов по правому срезу и активной переработкой материала типа «облака» (аналогичного наблюдаемому в зоне контакта интервалов c и b)

Западно-Сибирских месторождений нефтегазоносность песчаных пластов тюменской свиты Ю₇₋₉, Ю₄₋₆, Ю₂₋₃ уже давно установлена. Однако их вовлечение в промышленную разработку до сих пор сдерживается низкими добывными возможностями и сложным геологическим строением, не поддающимся изучению и достоверной оценке запасов традиционными методами» [45, с. 286]. Остается только добавить, что именно традиционным, но до сих пор недостаточно применявшимся в нефтегазовой геологии методам наша работа и посвящена.

7. МОРФОЛОГИЯ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ

Переходя, в соответствии с представлениями, показанными на рис. 4.1, к характеристике морфологии тюменской свиты как конечному, синтетическому знанию об объекте исследований, предварим изложение полученных результатов соображениями общего характера. В табл. 7.1 в очень сжатой форме приведены представления о закономерной смене парадигм в изучении объектов, что, на наш взгляд, имеет непосредственное отношение к рассматриваемой теме.

Таблица 7.1

Парадигма	Модель (схема), суть	Общий пример	Литологический пример
Классическая	Субъект ↔	Ньютоновская	Гранулометрический
	Средства ↔	механика	анализ; «прямая»
	(Объект)		интерпретация
	Человек задает вопрос		кривых ГИС
	природе (объекту), при-		
	рода отвечает		
Неклассическая	Субъект ↔	Теория	Фациальный анализ
	(Средства ↔ Объект)	относительности;	(s. l.)
	Ответ природы зависит	изучение живых	
	не только от свойств объ-	систем	
	екта, но и от способа во-		
	прошания, контекста во-		
	проса		
Постнеклас-	(Субъект ↔	Синергетическая	Эквифинальность
сическая	Средства ↔	методология	в строении раннемезо-
	Объект)		зойских осадочных
	Диалог с природой, про-		толщ (раздел 7.2 на-
	никновение в		стоящей книги)
	процессы самоорганиза-		
	ции		

Эволюция представлений в научных исследованиях, по В. Г. Буданову [32, с. 45-47], с дополнениями

Сопоставляя эти представления со структурой нашей работы, легко заметить, что морфометрия и морфография объекта исследований – тюменской свиты – полностью соответствуют классической парадигме. Изучение морфогенезиса уже укладывается в неклассический подход, что и определяет базовые понятия фациально-циклического анализа. С этих позиций морфологическое изучение объекта, предложенное в двух первых разделах данной главы, можно определить как синтез классического и неклассического подходов. В первом представлены модели литоциклов, построенные посредством анализа процессов осадконакопления. Во втором приведены и охарактеризованы типы или модели разрезов тюменской свиты, полученные в результате синтеза всего комплекса полученных данных. Что же касается третьего раздела, то в нем делается попытка нетрадиционного для литологии постнеклассическо*го* подхода, раскрывающего природу самоорганизации процессов осадконакопления и выводящего на эквифинальность в их реализации.

7.1. Вероятностное слоенакопление (модели литоциклов)

В своих исследованиях мы нередко обращались к характеристике слоеобразования с позиций, описываемых цепями Маркова, то есть рассматриваемых как *марковские процессы*. Будучи названы по фамилии известного русского математика А. А. Маркова (1856-1922), в геологии эти процессы впервые использованы А. Б. Вистелиусом в 1949 г. и наиболее детально раскрыты в работе [37], а в переводной литературе большое внимание им уделено в известной сводке [135].

Главным для марковской цепи является оценка зависимости вероятности перехода в последующее состояние от предшествующего (как видно, это полностью соответствует закону Головкинского: см. п. 5.3).

Нормальные цепи Маркова характеризуются конечным числом расстояний, а вероятность перехода является постоянной величиной для всей цепи. Если «память» в цепях Маркова распространяется только на один шаг (от предшествующего состояния к последующему), такую цепь называют простой, или цепью I порядка. Существуют соответственно более сложные цепи - II, III, ... N порядка, в которых при вычислении условной вероятности перехода учитывают не два, а сразу три и более состояний (т. е. вероятность появления состояния «а» при условии, что для этого было состояние «б», появившееся после состояния «в», и т. д.).

В принципе, всякая взятая из реальной обстановки последовательность геологических тел – тем более слои в осадочной геологии – должна быть марковской цепью (обладать марковским свойством), так как практически любой природный процесс является в значительной степени детерминированным. Поэтому сам факт наличия марковости, особенно эффекта первого порядка, еще мало о чем говорит. Значительно больше информации можно извлечь из матрицы эмпирических частостей перехода (ЭЧП), процедуру получения которых иллюстрирует рис. 7.1. На нем приведено два варианта: А – определение частот и вероятностей переходов без учета переходов состояний «самих в себя»; Б – по предварительно проранжированной некоторым шагом колонке, т. е. с учетом таких переходов. Вначале строятся матрицы количеств переходов между различными состояниями. Затем они трансформируются путем деления количества переходов на их сумму – таким образом, сумма вероятностей переходов по строке всегда составит 1. Тем самым мы и определяем вероятность появления некоторого состояния і при условии, что до этого было состояние і.

Естественно, что, используя матрицу ЭЧП, можно построить *модель* процесса слоенакопления, что выполнено автором раздела для многих объектов [141], в том числе и для тюменской свиты Шаимского НГР [6]. По сути данный метод является лишь одним из способов проверки выполняемых построений на их непротиворечивость исходным посылкам [72]. Однако имен-

но это и является одним из важных элементов используемой методики фациально-циклических исследований.



Рис. 7.1. Анализ марковских свойств для разрезов из трех состояний (1 – гравелит, 2 – песчаник, 3 – алевролит):

А – вне зависимости от толщины (размера) слоя, то есть слой «сам в себя» не переходит;

Б – та же колонка проранжирована равномерным шагом (слои меньшей толщины условно увеличены до минимального размера, а большей – разделены на соответствующее количество единиц)

В табл. 7.2 приведена матрица вероятностей переходов, выведенная из эмпирических частостей переходов между 337 слоями (за исходные данные взяты колонки скважин, приведенные в гл. 4: 23, 10650, 10320, 10374, 6785, а также 10628). Отчетливо выделяются две крупные группы обстановок, соответствующие основным типам палеоландшафтов – аллювиально-озерному и прибрежно-бассейновому. Соединяют их «космополитные» застойно-озерные и болотные отложения (O3 + T), что в целом характерно для рассматриваемых раннемезозойских толщ [128].

В работе [6] на основании подобной, сводной матрицы мы выполнили последовательное моделирование цикличности (закономерностей в чередовании фаций) – от простейших повторов в виде литоритмов до построения сложных цепочек переходов. Сводные модели приведены в табл. 7.3.

Таблица 7.2

Матрица вероятностей переходов для отложений тюменской свиты

(полную расшифровку буквенных обозначений макрофаций см. в табл. 3.2)

Макрофаци	ия	Колич.	н. Макрофация (индекс)								
краткая	ИН-	пере-	AP	АΠ	OB	53	КС	03	Т	БП	БМ
характеристика	декс	ходов	111	7 11 1	OD	50	RC.	05	1	DII	DIVI
Русел	AP	34		0,53	0,12		0,06	0,17		0,09	0,03
Поймы	АΠ	36	0,45		0,11			0,33	0,11		
Открытых	OP	22	0.12	0.12				0.52	0.22		
озер	UВ	25	0,15	0,15				0,52	0,22		
Заливов	БЗ	19					0,11	0,26	0,21	0,42	
Мелких водо-	VC	15		0.07		0.07		0.20	0.12	0.52	
токов	ĸĊ	15		0,07		0,07		0,20	0,15	0,55	
Застойных	02	02	0.10	0.07	0.16	0.06	0.01		0.27	0.19	0.05
озер	05	65	0,10	0,07	0,10	0,00	0,01		0,57	0,18	0,05
Болот	Т	54	0,13	0,09	0,02	0,09	0,04	0,40		0,19	0,04
Полуизолиро-											
ванного мел-	БП	55	0,02	0,02		0,11	0,16	0,38	0,11		0,20
ководья								-			
Подвижного	ГМ	10	0.06				0.06			0.00	
мелковолья	DIVI	18	0,06				0,06			0,88	

Примечание. Выделены значения более 0,3 (нижний предел определен эмпирическим путем).

Таблица 7.3

Ландшафт	Модель	Формула [78]		
Озерно-аллювиальный	$AP \rightarrow A\Pi \rightarrow O3, T \rightarrow OB$	abcd		
Прибрежно-бассейновый	$53 \rightarrow O3, T \rightarrow KC \rightarrow O3, T \rightarrow B\Pi$	a b c b' d		
Мелководно-бассейновый	БД \rightarrow БП \rightarrow ОЗ, Т \rightarrow БП \rightarrow БМ	a b c b' d		

Модели литоциклов тюменской свиты [6]

Примечание. Обозначение b' показывает, что данный элемент литоцикла сходен с элементом b, но не тождественен ему [78].

В представляемой работе ту же процедуру мы выполнили по раздельности для рядов фаций, использованных при построении колонок (см. рис. 3.5, 3.6). В табл. 7.4 и 7.5 приведены матрицы переходов для двух крупных палеоландшафтов, установлению и верификации которых выше был посвящен обширный материал. В качестве исходных взяты те же колонки скважин, что и при построении общей матрицы (см. выше).

На базе этих матриц построены цепочки переходов, отражающие закономерности в строении соответствующих частей разреза тюменской свиты, то есть литоциклы (ЛЦ). На рис. 7.2 показана сводная модель ЛЦ для нижнего озерно-аллювиального комплекса. По сути она *верифицирует* представления, заложенные в фациальной палетке (см. рис. 3.5), а также в определении последовательности ряда фаций для построения фациальной кривой по комплексу «Фации-II». В то же время, представляя информацию, базирующуюся уже на *количественной* основе, представленная модель дает и новую информацию.

Таблица 7.4

Индексы	Кол-во		Индексы макрофаций и фаций							
макрофаций и фаций	пере- ходов	APC	APP	АРП, АПП	АПС, АПВ, АПО	ОЗП, ОЗО	О33, О3У, Т	ОВП, ОВН	ОВМ, ОВД	ОВГ, Б
APC	8		0,37	0,25	0,13					0,25
APP	25	0,08		0,32	0,24	0,12	0,08	0,12	0,04	
АРП, АПП	18	0,10	0,28		0,44		0,06	0,06	0,06	
АПС, АПВ, АПО	27	0,04	0,15	0,19		0,26	0,29	0,07		
03П, 03О	40		0,08		0,08		0,61	0,15	0,03	0,05
О33, ОЗУ, Т	53	0,04	0,15	0,06	0,11	0,31		0,08	0,08	0,17
ОВП, ОВН	22	0,05			0,14	0,36	0,31		0,14	
ОВМ, ОВД	11		0,18			0,18	0,09	0,55		
ОВГ, Б	13		0,08			0,23	0,61		0,08	

Матрица вероятностей переходов для озерно-аллювиального палеоландшафта (Фации-II: см. рис. 3.6, в)

Таблица 7.5

Матрица вероятностей переходов для прибрежно-бассейнового палеоландшафта (Фации-I: см. рис. 3.6, б)

Индексы	Кол-во		Индексы макрофаций и фаций								
макро- фаций и фаций	пере- ходов	AP	АП	БПО, БЗП	БЗА, БЗГ, КС	03, T	БПВ	БПП, БПК	БПА, БМД	БМБ	БМП, БМУ
AP	5		0,60				0,20		0,20		
АП	6	0,50				0,50					
БПО, БЗП	26				0,17	0,40	0,12	0,31			
БЗА, БЗГ, КС	12			0,25		0,58	0,17				
O3, T	27		0,05	0,12	0,12		0,24	0,37	0,05	0,05	
БПВ	46		0,02	0,07	0,07	0,19		0,51	0,07	0,07	
БПП, БПК	62	0,02		0,08	0,11	0,18	0,43		0,13	0,03	0,02
БПА, БМД	17				0,12	0,06		0,40		0,36	0,06
БМБ	18	0,06				0,06	0,28	0,28	0,22		0,10
БМП, БУ	4								0,25	0,75	

Опишем это подробнее. Начав построения с наиболее «регрессивной» фации стрежневого аллювия (АРС), в большинстве случаев (5 из 8, или 62 %: см. табл. 7.4) мы наблюдаем переход в другой русловый аллювий (АРР или АРП), причем в 3 из 8 – именно в аллювий равнинных рек (АРР). Далее, в полном соответствии с «этажностью» аллювиального комплекса, детально описанной в многочисленных работах, в том числе предыдущей книге [122],

а также приведенной на рис. 6.4, мы наблюдаем цепочку переходов, отображенную на рис. 7.2, «замыкаемую» застойно-озерными и болотными отложениями. На этом пути возможны как «прямые» переходы, скажем, из равнинного русла в застойные озера и т. п., так и «обратный» возврат – из проточной поймы в то же равнинное русло: вариантов здесь много. Однако главная, *магистральная*, цепочка переходов, показанная на рис. 7.2 в виде линии 1 и соответствующая полному аллювиально-болотному литоциклу, отрисовывается абсолютно четко.

На фоне такого завершенного ЛЦ довольно-таки «затушеван или вторичен» переход в собственно озерную фазу аллювиально-лимнического ландшафта (ОВП, ОВН). Он присущ выходу из застойно-озерных обстановок (ОЗО, ОЗП) и фиксируется в 6 случаях из 40 наблюдений (вероятность 0,15: см. табл. 7.4). Поскольку такая обстановка (озерного ватта) чаще всего «возвращается» в застойно-озерную (ОЗ, Т: см. табл. 7.4), то тем самым фиксируется второй тип ЛЦ (линия 2 на рис. 7.2). Как вариант возможно и начало нового ЛЦ, с возвратом в пойменную обстановку (3 случая из 22 или вероятность 0,14).



Рис. 7.2. Цепочки переходов и модели литоциклов для озерноаллювиального палеоландшафта (см. табл. 7.4):

1 – основные переходы (жирный шрифт в табл. 7.4); 2 – дополнительные переходы (курсив в табл. 7.4); 3 – «скачки» переходов, фиксирующие типы литоциклов 1, 2, 3 (описание в тексте)

Наконец, с той же вероятностью 0,14 тиховодно-озерное мелководье может перейти и в активное (OBM, OBД), чем фиксируется третий тип ЛЦ (линия 3 на рис. 7.2). Тем самым формируется полный аллювиально-озерный литоцикл, который уже был смоделирован нами ранее (см. табл. 7.3). Несколько другой путь смены фаций показан линией 4 на рис. 7.2: когда непосредственно из застойно-заболоченных обстановок происходит переход в глубокие части озера (OBГ) или (чаще) непосредственно в прибрежно-бассейновые (в т. ч. заливовые) условия.

Существенно по-иному выполним моделирование последовательностей переходов для прибрежно-бассейнового палеоландшафта. Здесь в качестве отправной точки возьмем тот ландшафт, *в который* чаще всего переходят другие (O3, T). Соответственно будем и восстанавливать цепочки перехода (рис. 7.3). Обстановка (O3, T) чаще всего переходит в прибереговое мелководье (БПП, БПК). Последнее теснейшим образом связано с приливноотливными отложениями или ваттами (БПВ). Тем самым формируется своеобразная «триада» обстановок прибереговой полосы, формирующая устойчивые литоциклы, показанные линией 1 на рис. 7.3. Из этой триады есть два четких выхода: 1) из чего она начинается: это в основном заливовые (БЗА, БЗГ, КС), озерно-прибереговые (БПО и БЗП) либо аллювиальные (АР, АП) обстановки; 2) во что она переходит: это активное подвижное мелководье, с формированием «своей» цикличности. Эти «наращивания» показаны линиями 2 и 3.



Рис. 7.3. Цепочки переходов и модели литоциклов для прибрежнобассейнового палеоландшафта (см. табл. 7.5): обозначения см. на рис. 7.2

В дальнейшем описании построенных моделей мы не видим особого смысла: они свидетельствуют сами за себя. Остается отметить «причленение» открытых обстановок именно к баровой области, а также не показанную на рис. 7.3, но часто реализуемую в иных комплексах связь руслового аллювия (АР) с дельтовыми конусами выноса (БМД). У нас она зафиксирована только одним переходом, что связано с малым развитием как дельты в целом, так и русловых обстановок в комплексе «Фации-I» в частности.

Сравнение полученной модели с данными, показанными в табл. 7.3, фиксирует как их сходство, так и различие. Не останавливаясь на схожести (ибо иначе и не могло быть: мы не устанавливаем этими построениями новых фактов, а лишь иллюстрируем и верифицируем известные), отметим различия. Взяв за исходную позицию *срединную* (нейтральную) часть ЛЦ, мы в большей степени показали общую *направленность* в смене фаций, что в принципе и больше значимо для установления цикличности (см. гл. 2). Иначе, от «формулы» вида abcb'd (см. табл. 7.3) мы перешли к «формуле» abcdef, если под последними индексами понимать смену обстановок, приведенную на рис. 7.3 (фигурными скобками выделены обстановки или группы обстановок, равнозначные по положению в литоцикле: см. рис. 7.3):

 $(AP) \rightarrow \{(A\Pi) + (B\PiO, B3\Pi) + (B3A, B3\Gamma, KC)\} \rightarrow (O3, T) \rightarrow$

 $\{(Б\Pi\Pi, Б\PiK) + (Б\PiB)\} \rightarrow (Б\PiA, БMД) \rightarrow \{(БMБ) + (БM\Pi, БY)\}.$

Составив при помощи аппарата марковских процессов модели литоциклов, приведем их изображения «в образцах». Ранее это было сделано нами с использованием керна по скв.23 Западно-Тугровского месторождения для трех типов ЛЦ I порядка [6, с. 66-68: см. табл. 7.3]. Теперь дадим более обобщенные модели, соответствующие в значительной степени уже литоциклам II порядка, причем с использованием образцов в какой-то степени обобщающего или «синтезирующего» характера. Представлены такие иллюстрационные модели на рис. 7.4 и 7.5. На них «цепочки», соответствующие последовательностям, изображенным на рис. 7.2 и 7.3, показаны в тех образцах, которые были приведены в предыдущей книге [122]. Тем самым мы очередной раз постарались как свести к минимуму субъективный фактор (в данном случае – выбор образцов), так и дополнительно увязать в единую последовательность изложение материала в раздельных книгах. Для озерноаллювиального ландшафта построенная из образцов модель охватывает 7 итераций, как это и получено в результате обработки данных (см. рис. 7.2). Для прибрежно-бассейнового ландшафта изначально более сложная модель (см. рис. 7.3) также показана в 7 итерациях. При этом существенно сокращена внутриконтинентальная ступень 2, показанная только одним образцом, но для ступеней 1 и 3 отображены обе «боковые» ветви.

7.2. Типизация фациально-циклических разрезов тюменской свиты

Добротный исходный материал, часто в виде 100 %-го охвата керном с его 100 %-ным выносом позволил уже в первые годы работы, по результатам изучения 18 скважин, достаточно равномерно расположенным на территории Шаимского НГР, составить *генерализованную модель* ее строения. В последующем данная модель нами неоднократно помещалась в разных публикациях, в том числе и в предыдущих книгах [128, с. 15; 122, с. 15, 166-167]. На рис. 5.8 и 5.9 оба этих варианта и приведены. Главное, что из них следует, – это полноценная верификация приведенным в настоящей работе материалом тех представлений, что были сформированы уже на ранних стадиях работ.

С учетом накопленного нового материала, приведем несколько модернизированную генерализованную модель строения тюменской свиты Шаимского НГР, показанную на рис. 7.6. При ее составлении сделано принципиальное совмещение двух ранее использованных схем (см. рис. 5.8, 5.9), то есть на первоначальную упрощенно-однонаправленную модель «наложена»

	*	
Мелко- крупнозернистый алевролит подвижного бассейнового мелководья (БМП) [122, с.136]	Тонкозернистый песчаник с косо- волнистой (флазерной) слоистостью сильноподвижного мелководья (БМБ) Тонко- мелкозернистый песчаник с косой слабосрезанной слоистостью конусов выноса рек (подводной части дельты - (БМД) [122, с.136]	Крупнозернистый алевролит - тонкозернистый песчаник активных участков малоподвижного мелководья (БПА) [122, с.132] Переслаивание мелко- и крупно- зернистого алевролитов приливно-отливной полосы ватты - (БПВ) Контакт мелко (внизу)- и крупно (вверху) зернистого алевролитов подчеркнутый промоиной, заполненной песком, приливно- отливной полосы (ватты - БПВ) [122, с.128]
Тонко- мелкозернистый песчаник открытого подвижного мелководья (OBM) [122, с.118]	Тонкозернистый песчаник (вверху - до крупнозернистого алевролита) полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер (ОВП) [122, с.118]	Углистый алевролит заболачиваю- щихся озер и заиливающихся <u>участков</u> торфяных болот (ОЗУ) [122, с.108] Мелкозернистый алевролит застойных и слабопроточных участков зарастающих озер (ОЗО) Переслаивание мелко- и крупно- зарнистых алевролитов с тонкозернистым песчаником (ритмит) с мощной корневой системой - слабопроточная часть поймы (АПС) [122, с.104]

				5режно-бассейнового азцов выполнено в занных страницах
Мелкозернистый алевролит стабильных зон малоподвижного мелководья (БПП) [122, с.128]	Вверху - мелкозернистый алевролит, в основном - тонкое переслаивание мелко- и крупнозернистого алевролитов застойных и слабопроточных участков зарастающих озер (ОЗО) [122, с. 108]	Алевроаргиллит Мелкозернистый алевролит с интенсивными взмучиваниями полуизолированных частей побережья заливов и лагун (БЗП) [122, с.124]	Тонкое переслаивание мелко- зернистого алевролита и тонко- зернистого песчаника (1 : 3 ритмит)	Рис. 7.5. Модель литоцикла для приб палеоландшафта (см. рис. 7.2); детальное описание показанных обр работе [122], где оно сделано на ука:
Мелкозернистый песчаник русел малых рек и проток крупных равнинных рек (АРП) [122, с.102]	Мелко- среднезернистый песчаник русел крупных равнинных рек (АРР) [122, с.102]	Мелко- среднезернистый песчаник русел крупных равнинных рек (АРР) [122, с.102]	Разнозернистый песчаник стрежневой части русел крупных равнинных рек (APC)	ицикла для озерно-аллювиального . рис. 7.2); токазанных образцов выполнено в сделано на указанных страницах
				Рис. 7.4. Модель лито палеоландшафта (см. детальное описание п работе [122], где оно с

I – доюрский фундамент, расчлененный на отдельные блоки; 2 – перекрывающие нижнеплитный этаж морские, келловей-верхнеюрские выносы («желтяки»); 5-7 – отложения тюменской свиты: 5 – прибрежно (мелководно)-бассейновые, 6 – озерно-аллювиальные, 7 – озер-Рис. 7.6. Генерализованная модель истории геологического развития Шаимского НГР в раннемезозойскую эпоху: но шеркалинской свиты.

но-болотные (угли); 8 – инициальная часть разреза; 9 – внутриформационные перерывы; 10 – радомская пачка; 11 – отложения собственотложения; 3 – плохо сортированные известково-терригенные отложения вогулкинской толщи; 4 – дистальные, хемогенно-карбонатные

Вверху (в кружках) обозначения фациально-циклических типов (ФЦТ) разрезов: ЛГ – «лысых гор», В – вогулкинский, Т – тальниковый,



латеральная изменчивость, соответствующая юго-восточному и северозападному типам разрезов. Согласно такой модернизации схемы, увеличилось и количество выделяемых типов разрезов, которые теперь стали соответствовать и количеству литоциклов.

В качестве отступления отметим две существенные и взаимосвязанные позиции.

1. Названия выделенных типов не следует «напрямую» соотносить с названиями месторождений: последние использованы более для образности и легкой запоминаемости.

2. Даже для каждого из использованных в названиях типов месторождений присуща значительная дифференцированность строения толщи. В связи с интенсивной редукцией нижней части тюменской свиты на коротких расстояниях в пределах даже небольших участков могут соседствовать достаточно «контрастные» типы, например «Д» с «Т»; «С» с «Л» и т. д. Это усугубляется и специфической «нарезкой» границ месторождений, а тем более лицензионных участков: последняя чаще производится не столько и не только по геологическим условиям, а по нефтегазовому потенциалу, а то и административно-волевым порядком.

С учетом этих замечаний «предостерегающего» характера, мы сочли возможным представить выделенные типы строения тюменской свиты с фациально-циклических позиций, в сводном, модельном виде. Этим они отличаются от известных стратотипов, поскольку под последним понимается «... *конкретный* (курсив наш. – *Авт.*) геологический разрез, указанный и описанный в качестве эталонного» [124, с. 67]. Впрочем, данное различие легко снять, взяв за эталонный фациально-циклический тип (ФЦТ) колонку конкретной скважины. Кстати, наши описания нижней и верхней границ тюменской свиты в *конкретных* образцах, выполненные в предыдущей работе [122, с. 168-173; 180-191] и дополненные в настоящей работе (см. гл. 6), в каждом из этих случаев вполне соответствуют категории литотипа или стратотипа стратиграфической границы, представляющего собой «... выбранный в качестве эталонного разрез, в котором фиксируется положение нижней границы стратона» [124, с. 67].

Тип Л (ловинский) соответствует полному разрезу тюменской свиты, при толщине разреза более 110 м, четко выделяющейся на графиках (см. рис. 4.2 и особенно 4.3). Его описание дано на примере скв. 23 Западно-Тугровского (см. рис. 4.5) и скв. 10650 Ловинского (см. рис. 4.6) месторождений; смена палеоландшафтов по показателям анализов приведена на рис. 4.11 для скв. 10628, а в морфогенетическом плане описана для скв. 10410 Ловинского месторождения (см. п. 6.2). По-видимому, дополнять эти материалы излишне. Отметим лишь, что сомнения в правомерности выделения очень маломощной радомской пачки в основании скв. 10628 и 10650 остаются, но верификация выполненными построениями на Каменной площади Красноленинского НГР (см. п. 5.4) убеждает нас в их принципиальной правильности. Хоть косвенным, но подтверждением этому служит высказанное в «Особых мнениях» к Решениям 6-го МСК в г. Новосибирске (2004 г.) замечание Л. В. Ровниной: «Показанное в Шаимском районе отсутствие нижнеюрских отложений противоречит стратиграфическому материалу. В этом районе установлены палинокомплексы верхнего плинсбаха, тоарские палинокомплексы, найдены слои с тоарскими фораминиферами. ...Мощность нижнеюрских отложений невелика, но ... они должны быть показаны в стратиграфической схеме» [107, с. 69].

Распространение данного ФЦТ ограничивается северо-восточной частью Шаимского НГР; здесь он плавно переходит в Красноленинский НГР, что было показано уже в 1-й главе, на примере колонки Яхлинской скв. 8 (см. рис. 1.3).

Тип С (сыморьяхский) впервые описан нами на примере скв. 10548 Сыморьяхского месторождения [4]. В представленной работе его характеризует колонка скв. 10320 Тальникового месторождения (см. рис. 4.7). Кстати, последним следует подчеркнуть *условность* применяемых названий, на что мы обратили внимание выше. Так, из 10 скважин, которые описаны нами на Сыморьяхском месторождении (см. рис. 3.9), к собственно сыморьяхскому ФЦТ относят только две (10548, 10629); к тальниковому – шесть (7266, 7282, 7987, 7999, 10211 и 10636) и даниловскому – две (7919 и 7939). Для Тальникового месторождения это соотношение выглядит следующим образом. Из 8 описанных скважин две относят к сыморьяхскому ФЦТ (10320, 10657), три – к тальниковому (6785, 6819 и 10664) и три – к даниловскому (6285, 6851 и 10666).

Главной отличительной чертой сыморьяхского ФЦТ является повсеместное наличие так или иначе выраженной *инициальной*, в основном озерноболотной тонкозернистой пачки пород. Она является стратиграфическим (s. 1.) аналогом горизонта с угольным пластом У₁₀, выделяемым на юго-востоке ЗСП (см. п. 5.5).

Смена палеоландшафтов, обычно происходящая в сыморьяхском ФЦТ вблизи границы литоциклов II порядка ЛЦ-2 и ЛЦ-3 (см. рис. 7.6), была описана для скв. 10320 в п. 4.3 (см. рис. 4.10).

Тип С имеет широкое распространение во всей северной части Шаимского НГР, преимущественно тяготея к северо-востоку (Сыморьяхское, Лазаревское, Кетлохское месторождения). Для восточной и южной частей он достаточно характерен на Тальниковом месторождении; на остальных территориях встречается редко.

Тип Т (тальниковый) представляется нами впервые. Ранее он рассматривался совместно с сыморьяхским, в рамках единой генерализованной модели (см. рис. 5.8). В то же время выделение *двух* различных типов разрезов (см. рис. 5.9), сопровождающееся их *разным гипсометрическим положением* (см. рис. 4.3, 4.4), побудило нас к такому расчленению. Как следует из предлагаемого названия, этот тип более свойствен восточной и юговосточной частям Шаимского НГР. Тальниковый ФЦТ в данной работе представляет колонка скв. 10374 Андреевского месторождения (см. рис. 4.8) и скв. 6785 Тальникового месторождения (см. рис. 4.9). Хорошо видно, что состав отложений почти исключительно континентальный, лишь в самых верхах разреза сменяющийся прибрежно-бассейновым. Инициальная часть может как иметь место, так и отсутствовать. Именно для данного типа нами зафиксированы внутриформационные несогласия внутри ЛЩ-2. Они показаны в предыдущей работе для Мансингьянского месторождения [122, с. 171-173] и наблюдались на Потанай-Картопьинском участке (скв. 226, глубина 2193 м и ниже).

Распространен тальниковый ФЦТ весьма широко. Именно во время начала его формирования осадконакопление охватило бо́льшую часть территории Шаимского НГР (основание малышевского горизонта: поздний байос).

Тип Д (даниловский) охватывает самую верхнюю часть разреза тюменской свиты. Нередко имея толщину лишь в первые метры, ее отложения весьма трудно распознаются только по диаграммам ГИС. Достаточно характерной чертой данного типа является наличие в кровле нижнеплитного этажа своего рода «демпферной смазки» в виде тонких угольных прослоев. В силу той же пониженной толщины стратиграфическое положение данного типа нередко является проблематичным. Часто литологических данных недостаточно, чтобы судить о сокращенной толщине тюменской свиты вследствие ее частичного размыва. В то же время ряд косвенных признаков убеждает нас в том, что такие размывы имели место, причем на достаточно заметную «глубину» (имеются в виду не эрозионные врезы, а срезания абразионного характера). Однако пока мы оставим рассмотрение данного вопроса для дополнительного изучения, с использованием более детальных данных.

Накоплением даниловского ФЦТ завершается формирование тюменской свиты, почти полностью «запечатывающей» доюрский фундамент. На территории Шаимского НГР остаются лишь локальные выступы – «останцы», весьма удачно названные тюменскими геологами «лысыми горами» (см. гл. 1). На них, с резким стратиграфическим несогласием (перерыв может достигать 1-2 ярусов), но без следов «базальных горизонтов» залегают тонкозернистые алевроаргиллиты абалакской свиты. Именно название ФЦТ «лысых гор» мы считаем наиболее отвечающим четкому характеру ингрессивного *резкого* контакта (см. рис. 7.6).

Несомненно, особого внимания заслуживает **вогулкинский** (**B**) тип разреза. Рассмотрение собственно вогулкинской толщи выходит за рамки предлагаемой работы и предусматривается в последующих книгах. Большое количество информации о верхней границе тюменской свиты и – опосредованно – о перекрывающих ее отложениях мы привели в п. 6.3. Остается, чтобы полностью завершить информацию о выделенных ФЦТ (см. рис. 7.6), сделать попытку соотнесения вероятности локализации вогулкинской толщи в зависимости от наблюдаемого ФЦТ тюменской свиты, как это сделано в модельном виде на рис. 7.7. На нем в «строчном» виде представлены все 6 выделенных ФЦТ именно в том порядке, в каком они показаны на рис. 7.6, а в столбцах даны очень усредненные параметры вогулкинской толщи в своего рода «режиме»: maxi – midi – mini. Теперь охарактеризуем 18 возможных вариантов соотношений, пронумерованных в соответствующих прямоугольниках на рис. 7.7.

Фациально- циклические типы (см. рис. 7.6)		Вогулкинская толща (примерная характеристика)						
название	ин- декс	maxi	midi	mini - отсутствие				
"Лысых гор"	ЛГ	1	2	3 				
Вогулкинский	В		5	6				
Тальниковый	Т		8	(9) (1)				
Даниловский	Д			(12)				
Сыморьяхский	С	⁽¹³⁾ ?		(15)				
Ловинский	Л	(16)	17 ?					



Рис. 7.7. Соотношение вогулкинской толщи с подстилающими комплексами (в кружках – номера вариантов, пояснения к которым даны в тексте): *1* – доюрский фундамент; *2* – тюменская свита; *3* – абалакская свита; *4*-6 – отложения вогулкинской толщи: *4* – наиболее контрастные (гравелиты, грубозернистые песчаники и т. д.); *5* – «средние», наиболее распространенные, *6* – «переходные», тонкозернистые слои В вариантах «просвечивающих» лысых гор накопления вогулкинской толщи, соответственно, нет (1, 2), и абалакская свита перекрывает породы фундамента (3). Напротив, вогулкинский ФЦТ реализуется в виде вариантов 4, 5 и отсутствует для варианта 6. Именно такое налегание вогулкинской толщи непосредственно на породы фундамента является «классическим» для Шаимского НГР и описано в многочисленных работах.

Менее характерно сочетание вогулкинской толщи с отложениями тюменской свиты. Как следует из рис. 7.6, показано на рис. 7.7 и соответствует нашим представлениям, наиболее значимы здесь сочетания в вариантах 7, 8, 10 и 11. Иными словами, меньшая мощность отложений тюменской свиты как бы «провоцирует» формирование вогулкинской толщи. Напротив, при увеличении толщины нижнеплитных отложений (в опущенных блоках фундамента) накопление последней проблематично (варианты 13, 14) или транслируется в «переходные» слои (вариант 18), описанные в разделе 6.3.

На этом завершим рассмотрение типов разреза тюменской свиты в общем морфологическом плане. Дальнейшее развитие представлений о намеченных закономерностях возможно на базе более обширных данных, что в принципе является уже задачей детальных нефтегазоразведочных работ (см. поз. 3 в преамбуле к гл. 5).

7.3. Нелинейность и самоорганизация в процессах седиментогенеза как основа закономерностей в строении осадочных толщ

В своих работах как по Шаимскому НГР, так и по другим объектам, содержащим горючие ископаемые всего спектра (нефть, газ, уголь), мы нередко обращались к проблемам, за которыми с относительно недавних пор прочно закрепилось понятие *синергетика* (от гр. synergetics – совместное действие) [15 и др.]. Г. Хакен, внесший в научный оборот это понятие, так определил в данном им интервью *ключевые слова*, раскрывающие сущность синергетики [67, с. 182].

1. Исследуемые системы состоят из нескольких или многих одинаковых или разнородных частей, которые находятся во *взаимодействии* друг с другом.

2. Эти системы являются нелинейными.

3. При рассмотрении физических, химических и биологических систем речь идет об *открытых системах*, далеких от теплового равновесия.

4. Эти системы подвержены внутренним и внешним колебаниям.

5. Системы могут стать нестабильными.

6. Происходят качественные изменения.

7. В этих системах обнаруживаются эмерджентные новые качества.

8. Возникают пространственные, временные, пространственновременные или функциональные структуры.

9. Структуры могут быть упорядоченными или хаотическими.

10. Во многих случаях возможна математизация.

В монографии, посвященной угленосности тюменской свиты, мы лишь вскользь коснулись перечисленных выше проблем [128, с. 130-131]. В предыдущей же работе, посвященной не только рассмотрению состава и генезиса отложений тюменской свиты, но и содержащей общую картину ее валидности, данной проблематике посвящен целый раздел 7.3 «Формирование отложений: эквифинальная самоорганизация» [122, с. 189-195]. Тем самым в представляемом разделе, символично имеющем ту же нумерацию, мы развиваем уже частично изложенные представления.

Начиная общее рассмотрение цикличности осадочных толщ вообще, а тюменской свиты в частности, в рамках синергетического мировидения, укажем, что среди механизмов, обусловливающих формирование упорядоченных закономерностей, большая роль принадлежит «внезапным» скачкам, описываемым в теории катастроф [17]. Они представляют резкий ответ систем на плавное изменение внешних условий и выражаются в бифуркации. Такой процесс для формирования верхней границы тюменской свиты мы описали в статье [13]. Здесь было констатировано, что формирование осадочных (в т. ч. и прежде всего угленосных, в силу косности биоты) толщ сопровождается явлением затягивания потери устойчивости при бифуркации динамических систем. Оно заключается в том, что, после того как некий «...параметр прошел через бифуркационное значение, соответствующее рождению цикла, т. е. мягкому возникновению автоколебаний, система остается в окрестности потерявшего устойчивость состояния равновесия еще некоторое время, за которое параметр успевает измениться на конечную величину. И лишь затем система скачком переходит на родившийся в момент бифуркации автоколебательный режим, так что потеря устойчивости кажется жесткой» [17, с. 27]. Такое затягивание показано на рис. 7.8, а. Вышеупомянутое характерное для даниловского ФЦТ завершение разреза тюменской свиты угольными прослоями сущностно верифицирует данное положение. В свою очередь, оно является подтверждением правомерности высказанных выше рассуждений о механизме формирования верхней границы тюменской свиты в Шаимском НГР. Напомним, что она зафиксирована резким опусканием дна приемного водоема, в частности, приведшего к супербыстрому (в геологическом, естественно, плане) погружению «сверхмелководных» обстановок в довольно глубоководную ситуацию. Тем самым сработал, и весьма своеобычно, «эффект памяти»: механизм осадконакопления (генетический тип) остался тем же, а обстановка (фация) кардинально изменилась (см. п. 6.3).

Динамика процесса, приводящего к бифуркации, показана на рис. 7.8, б. На нем в поле, ограниченном пунктирными линиями, у желоба имеются две ямки. При перемещении положения желоба из точки 1 в точку 7, несмотря даже на равновесность ситуации в крайней нижней точке 4, шарик переместится из левой ямки в правую только в точке 6, то есть сектор между точками 4 и 6 соответствует интервалу затягивания (см. рис. 7.8, а). При этом само перемещение произойдет при исчезающе малом изменении управляющих параметров.





Рис. 7.8. Бифуркации (вилообразное разделение):

а – общая схема бифуркации (вверху) и затягивание процесса устойчивости при динамической бифуркации (внизу) [А];

б

б – изменение состояния рассматриваемой системы при движении по плоскости под влиянием управляющих параметров а, b в направлении, показанном стрелкой [104]

Переход системы на иной режим движения (существования) в некоторой точке бифуркации, на наш взгляд, как нельзя лучше соответствует пониманию *диастем* (или скрытых перерывов), предопределяя их положение в разрезе. Сам же новый установившийся режим получил в теории катастроф название *атрактора* (лат. attrahere - привлекать, притягивать). Будучи притягивающим множеством в фазовом пространстве, аттракторы как привлекают соседние режимы, тем более - находящиеся в переходном процессе, так и способны к самоорганизации. При этом аттракторы, отличные от состояний строго периодических колебаний, наилучшим образом отвечают *странным атракторам*, связываемым с проблемой турбулентности [17]. Не переходя на изложение понятий, связанных с возникновением или исчезновением собственно аттракторов, проиллюстрируем известный сценарий хаотизации (рис. 7.9, вверху) с геологических позиций, показанных внизу, на линейке.

Приведенная информация об упорядоченности в строении отложений со всей очевидностью подтверждает те сведения, что были изложены во второй главе (см. рис. 2.1). Ритмиты как текстурные типы пород представлены бимодальными сочетаниями темно- и светлоокрашенных слойков и их сериями, то есть ваттами (как озерными, так и прибрежно-бассейновыми). Литоритмы отражают устойчивое сочетание двух-трех фаций. «Простые» литоциклы (гемициклы) или циклиты детально описаны Ю. Н. Карогодиным. В более «геологической» интерпретации его проциклиты соответствуют гранулометрическим ритмам Г. А. Иванова, а рециклиты – дельтовым пачкам с восходящим увеличением размерности частиц, детально описанным во многих источниках [27, 96, 118, 121]. Наконец, именно странным аттракторам

соответствует представление о полнопостроенных литоциклах в нашем понимании (см. п. 2.4).



Рис. 7.9. Сценарий хаотизации (вверху), по В. И. Арнольду [17], и «привязка» к нему режимов осадконакопления (внизу), заключающаяся в отложении монотонных толщ (a), ритмитов (b), литоритмов (c) и литоциклов I (d_1) и II (d_2) порядков

В отложениях тюменской свиты ритмиты наиболее характерны для фаций приберегового мелководья приемных водоемов (ОВП и БПВ), где их наличие является уже не индикативным, а конститутивным признаком [122]. Наиболее представительные модели литоритмов получены посредством привлечения аппарата марковских процессов (см. п. 7.1) и показаны на рис. 7.2 (ОВП \leftrightarrow ОВМ) и 7.3 (БПП, БПК \leftrightarrow БПВ). Здесь же приведены и модели литоциклов I порядка (1 на рис. 7.2; 1 и 2+1 – на рис. 7.3). В целом же построенные модели (см. рис. 7.2, 7.3), как уже отмечено, в своем полном виде наиболее отвечают литоциклам II порядка, выделенным в тюменской свите (с учетом усложнений, в основном имеющих локальный характер).

Для рассмотрения механизма формирования цикличности важно понятие *гистерезиса*, уже затронутое в предыдущей книге [122, с. 194]. На рис. 7.10 оно приведено в продолжение, развитие представлений, проиллюстрированных выше на рис. 7.8, б. Здесь вверху цифрами от 1 до 5 показана яма, в которой находится шарик с большим коэффициентом трения. При последовательном изменении конфигурации дна ямы от положения, обозначенного цифрой 1 до прямо противоположного (5), в некоторый момент (4) шарик вкатывается в противоположный максимум, а система делает катастрофический скачок с величиной Δt_1 . Справа от рисунка показана модель строения разреза для положений шарика 1-5: условно его нахождение в правом углублении соответствует песчанику, а в левом - алевролиту, аргиллиту. Внизу то же отражено в виде циклитов Ю. Н. Карогодина: наблюдается *инверсия* их

строения, описанная в работах А. А. Нежданова и А. Л. Бейзеля, что подробно рассмотрено в разделе 2.1 (см. рис. 2.4).

Для тюменской свиты такая инверсия в строении литоциклов особенно важна с позиций изменения положения коллекторов в разрезе толщи. Будучи приурочены к основанию литоциклов аллювиального состава, в прибрежнобассейновых они перемещаются в верхнее положение. Тем самым модель, изображенная на рис. 7.10, находит полное подтверждение в практических наблюдениях, что показано в гл. 4 и 5.



Рис. 7.10. Динамика состояния системы (a, t) при изменении состояния a [80]:

внизу – инверсия строения циклита по латерали, в направлении *L*; справа – перемещение песчаной части цикла (коллектора) из нижнего положения в верхнее во времени *t*; *l* – песчаники, *2* – алевролиты, аргиллиты

Переходя к оценке латерального смещения седиментационных единиц (слойков, слоев, комплексов слоев или литоциклов разных порядков), отметим, что оно многократно описывалось в литературе. Одно из наиболее ранних изображений такого механизма предложено Т. Чемберленом (Т. С. Chamberlin, 1914), показавшим соотношение между истинной седиментологической мощностью ($\kappa + \kappa_1 + \kappa_2$) и наблюдаемой или «видимой» мощностью осадков *s* (рис. 7.11). На рис. 7.11, *б* сделана временная развертка данной схемы в стиле, заимствованном из известной работы под ред. Ч. Пейтона [119] и использованном, в частности, в отечественной сводке [97].

Особых пояснений данная развертка не требует, поскольку по сути она адекватна знаменитой схеме Н. А. Головкинского, насчитывающей 140летнюю историю и описанной нами в главе 5 (см. рис. 5.11, 5.12).

Подчеркнем только зубчатость диахронных слоевых границ, что детально проанализировано в работах [40, 109] и отчасти показано нами [6]. В результате перемещения зоны с осадконакоплением формируется угол взбегания α , который в седиментологии характеризует «восходящую рябь» [106, 118]. Налегание отдельных слоевых единиц на предыдущие соответствует углу ($\beta + \gamma$), при очень быстрой регрессии по сути равному β , поскольку $\gamma \rightarrow$ 0. Чаще всего этот угол составляет первые градусы, что характерно, к примеру, для подводно-дельтовых песчаников. Наконец, укажем, что временные промежутки $t_2 - t_3$, $t_4 - t_5$, ... сводятся к минимуму не только быстрым возвратом к начальному состоянию системы слоенакопления, но и поступательноналегающим формированием последующих слоев, что обеспечивает диастемальный характер данных частей разреза (см. рис. 7.10). Для тюменской свиты такой характер отложений лишь намечается в ее верхней части для северо-восточной части Шаимского НГР. В остальном резкие границы в виде перерывов (см. табл. 5.2) «нарушают» закон Головкинского, что и было нами отмечено в гл. 5.





а - схема соотношения между «геологической» или седиментологической ($\kappa + \kappa_1 + \kappa_2$) и наблюдаемой или «видимой» мощностью (*s*) осадков: по Т. Чемберлену (Т. С. Chamberlin, 1914); а-с - латеральное и временное смещение слоев;

 δ - временна́я развертка верхней части рисунка (а) по последовательным отсчетам времени t_1 - t_{14} :

1 - трансгрессивное налегание слоев; 2 - регрессивный возврат в исходную (на чертеже) точку; 3 - общее трансгрессивное (либо ингрессивное) налегание комплекса, с перерывом или размывом ранее сформированных отложений (4); 5 - завершение накопления комплекса, с последующим перерывом или новым этапом осадконакопления (6).

Пояснения к показанным углам (а, β, γ) см. в тексте

В дополнение к перечисленному отметим, что формирование приведенной на рис. 7.11 модели контролируется *самоорганизованной критичностью* (англ. - self-organized criticality), обычно описываемой как раз на примере кучи песка (!) – рис. 7.12.



Рис. 7.12. Уголок с песком [20]. Состояние песка определяется углом наклона поверхности *z*. При его изменении происходит непрерывный фазовый переход (зависимость параметра порядка от управляющего параметра приведена на врезке) от неподвижного состояния (J = 0) к состоянию непрерывного тока песка (J > 0). При токе J =+ 0 система самоорганизуется в состояние с критическим наклоном $z = z_c$

При непрерывном токе поступающего песка (c) и соблюдении условия J=+0 будет осуществляться непрерывное продвижение кучи по латерали (вектор a). Однако при достижении некоторого критического латерального положения система вернется в исходное состояние. К примеру, это и характеризуют схемы формирования последовательных слойков (слоев) на рис. 7.11. Таким образом, мы «замкнули» наши рассуждения о природе формирования цикличности, вернувшись к аттракторам (точнее – странным аттракторам) как притягивающим множествам в пространстве.

Во второй главе мы дважды обращались к оценке порядковости, как одной из главных характеристик цикличности (см. рис. 2.6 и 2.15). Дополним, что такая иерархичность совершенно точно укладывается в понятие автомодельности, наиболее детально проанализированное М. А. Садовским [112 и др.] – кстати, именно шкала цикличности С. Л. Афанасьева [19] взята за один из примеров при разработке этого понятия. М. А. Садовским определена иерархическая последовательность для отдельностей разного масштаба (включая циклы) в виде геометрической прогрессии с показателем $K = 3.5 \pm$ 0,9. Статистическое постоянство К свидетельствует о широком проявлении процессов самоорганизации в формировании цикличности. Устанавливая цикличность, мы выделяем «порядок из хаоса», отмечая организованность ансамблей слоев в представляемом до того их беспорядочном чередовании. При этом вполне можно различать «внутреннюю» природу цикличности или автоцикличность (по Дж. Бирбауэру [156]) и «внешнюю», наложенную, или аллоцикличность (см. табл. 2.1). Для тюменской свиты, как следует из материалов, приведенных в гл. 4 и 5, аллоциклическими будут все ЛЦ II порядка.

В соответствии с известной сентенцией об отражении Океана в капле воды, многие объекты самого разного уровня обладают некоторыми едиными чертами, что стало принятым представлять как их инвариантность (фр. invariant - букв. неизменяющийся). В рамки нелинейной литологии удачно вписывается понятие фрактал, с которым связано понятие фрактальной *размерности*. По Б. Мандельброту, фракталы – это геометрические объекты, состоящие из частей, которые подобны целому, причем это подобие может быть как геометрическим, так и статистическим. Как видно из последнего, понятия о фрактальности применимы практически к любым объектам, включая и геологические.

Достаточно очевидно, что сущностные свойства эмерджентности (характеризующие системы на разных уровнях) и инвариантности («сквозная» фрактальность объектов) вступают в недвусмысленное противоречие. Оно в значительной мере снимается при рассмотрении процессов самоорганизации в различных системах, причем центральным здесь является понятие ÷ термин паттерн или структура [104]. При различных толкованиях самого этого слова (образец, модель, рисунок, система, структура), «понятие паттерн подразумевает любую последовательность явлений во времени или любое расположение предметов в пространстве, которое можно отличать от другой последовательности или другого расположения или сравнить с ними...» (Г. Уолтер, 1966: из [104, с. 176]). Разделяя паттерны на свободные, вынужденавтопаттерны, последними следует ные И под понимать «...локализованные пространственные образования, устойчиво существующие в диссипативных неравновесных средах и не зависящие (в конечных пределах) от граничных и начальных условий» [104, с. 177]. Тем самым «хаос может быть организован в красивую фрактальную структуру, обладающую масштабной инвариантностью» [68, с. 152].

В рассмотренных выше моделях литоритмов и литоциклов I порядка (см. рис. 7.2, 7.3) легко распознать именно автопаттерны. Паттернами 1-го уровня являются литоциклы II порядка, хорошо отличаемые друг от друга, и описанные в гл. 4. Паттернами же 2-го уровня (для тюменской свиты) являются фациально-циклические типы (ФЦТ) ее строения, охарактеризованные в п. 7.2.

Возвратимся к механизму формирования осадочных последовательностей, показанному в модельном виде на рис. 7.8-7.11. Диапазон изменений его размерности, в рамках рассматриваемых объектов (блоков, месторождений), составляет примерно 10^3 раз (от первых сантиметров до первых десятков метров по толщине, и от десятков сантиметров-первых метров до сотен метров-первых километров по латерали). Совершенно естественно, что с повышением уровня организации слоевых единиц существенно уменьшается угол α (см. рис. 7.11). В целом соотношение стратиграфической и латеральной *коэволюции* в формировании отложений тюменской свиты показано на рис. 7.13.



Рис. 7.13. Коэволюция в процессе текто- и седиментогенеза нижнеплитного подкомплекса ЗСП:

a – последовательное вовлечение блоков в процесс осадконакопления, с шагом L_n ;

 δ – последовательное наращивание разреза с формированием комплексов отложений (литоциклов) $S_{\rm m}$. В колонке зачернены отрезки с *закрепленными* в разрезе отложениями (в соответствии со схемой Дж. Баррелла [5]).

1 – переход на более высокий иерархический уровень, 2 – точки бифуркации

Размерность блоков (L₁, ..., L_n) здесь примерно соответствует площади месторождений или их участков (4, ... 15 км), а комплексы отложений (S₁, ... S_m) представлены четырьмя литоциклами II порядка (25-40 м). Все перечисленное хорошо укладывается в специфику именно геологических тел, с их параметром геологического времени T, которое для высоких порядков $\rightarrow \infty$. «Геологические тела могут рассматриваться как с точки зрения представлений об их линейной протяженности (в нашем контексте: уровней организации. - Авт.), так и фрактальности - эти подходы не противоречивы, а взаимодополнительны» [51, с. 145]. Более того, рассматривая эти процессы в исторической перспективе, мы приходим к довольно неочевидному представлению о том, что настоящее системы определяется не только прошлым, но и «притягивается» из будущего (!). Для верификации собственных идей и результатов приведем развернутую цитату из новейшей работы: «Важнейшим в синергетике является представление о структурах-аттракторах эволюции как реальных формах организации среды, на которые выходят процессы эволюции в ней. Если система (среда) попадает в поле притяжения определенного аттрактора, то она неизбежно эволюционирует к этому относительно устойчивому состоянию (этой структуре). С определенного класса начальных возмущений системы (среды) имеет место выход на эту структуру. Это представление фактически было предугадано Людвигом фон Берталанфи, который выдвинул идею о том, что открытые биологические системы обладают свойством эквифинальности (лат. aequus - равный), т. е. они способны достигать определенного конечного состояния независимо от вариаций в некоторых пределах начальных условий... Парадоксально, что это метастабильно

устойчивое будущее состояние системы как бы притягивает, организует, формирует, изменяет наличное ее состояние» [68, с. 130].

Независимой, «внешней» проверкой перечисленных представлений является модель, заимствованная из работы, относящейся к совершенно иной области знания [144]. Во второй главе мы уже приводили некоторые взятые из нее понятия для характеристики процессов, формирующих цикличность (см. рис. 2.13). На рис. 7.14 приведена общая модель самоорганизации для общественной (!) системы. Ее сравнение с нашей моделью формирования отложений тюменской свиты (см. рис. 7.13) прежде всего дает верификацию общеизвестной «всюдности» синергетических представлений, что само по себе является аксиоматичным. Что же касается самой модели, изображенной на рис. 7.14, можно отметить, что она полностью приложима к механизму формирования отложений тюменской свиты, описанному выше. Так, принимая временну́ю развертку процесса по линии t, мы вправе оценивать динамику развития параметра J как показателя стабилизации тектонических процессов в рамках снижения энтропии (Н) системы. В целом общая эволюция осадконакопления происходит при их упорядочении, что отмечено во всех работах, касающихся нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна (см. гл. 1). Конечно, абсолютное соответствие стохастическим геологическим процессам в предложенной, сугубо детерминированной модели искать не стоит, но общая верификация наших представлений, в соответствии с изложенными выше принципами (см. п. 2.1), налицо.

Нам остается лишь привести развернутую цитату из использованной работы, которая как пояснит приведенную модель (см. рис. 7.14), так и не только верифицирует выполненные выше рассуждения, но и отточит их модельную сущность.

«Развитие состоит из макроциклов. Каждому макроциклу соответствует динамически равновесное состояние. В данном случае это равновесное состояние первого макроцикла развития (A_0 - A_1 - A_2), которое переходит во второй макроцикл развития и второе равновесное состояние (A_0 '- A_1 '- A_2 ') соответственно.

Микродинамика – это краткосрочные колебания, флуктуации вокруг устойчивой траектории развития, обусловленные различными сочетаниями противоположных трендов ... Траектория развития связывает текущие состояния динамического равновесия, вокруг которых происходят флуктуации.

Динамика – это траектория развития ... системы, связывающая состояния системы в точках A_0 , A_1 , B_1 , A_2 , показывающая изменение количества ее организации в процессе эволюционного развития (P_0 , P_1 , P_2), отраженная во времени (t_1 , t_2 , t_3).

Макродинамика – это траектория одного макроцикла эволюционного развития ... системы, выражающая суть длинных волн. Волна отрезка A_1B_1 переходит в волну отрезка B_1A_2 . В последовательности две волны составляют один макроцикл. Переход одной сходящейся спирали в другую показывает преемственность макроциклов развития на основании закона сохранения накопленной эффективности. В период времени t_4 , соответствующий отрезку



 $J_0 - J_1 -$ динамика увеличения и перераспределения накопленного количества эффективности (количества организации – информации); H_0-H_1- динамика уменьшения и перераспределения количества дезорганизации системы (энтропии) *А*₂*А*₀, происходит активный процесс трансформации – перехода накопленного количества организации в предыдущем цикле в количество дезорганизации последующего» [144, с. 96-98].

Обе приведенные модели (см. рис. 7.13 и 7.14) теснейшим образом смыкаются с представлениями, относящимися к анализу *темпомиров*. На рис. 7.15 приведены основные характеристики развертывающихся быстрых процессов в открытой нелинейной среде. Под режимом с обострением понимается динамический закон, при котором одна или несколько моделируемых величин обращается в бесконечность за *конечный* промежуток времени. Но наше время – геологическое (!), и, принимая его за конечное, мы получаем достаточно интересные результаты именно модельного (к сожалению, эмпирически не проверяемого) характера.



Рис. 7.15. Развертывание процессов в открытой нелинейной среде (темпомиры) [68, с. 240-241]:

a – *HS*-режим (разбегающейся от центра волны); *б* – *S*-режим «горения», развития с обострением; *в* – *LS*-режим «сходящихся волн горения»

Достаточно очевидно, что *HS*-режим соответствует разрастанию площади, охватываемой осадконакоплением, в начальную стадию формирования тюменской свиты (см. рис. 7.6). *S*-режим «развития с обострением» присущ процессам усиления тектонической активности (от позднебатского до неогенового). Наконец, *LS*-режим «сходящихся волн горения» более всего соответствует процессу *коэволюции* – «... подгонки частей друг к другу при образовании сложного целого, их резонансного взаимного расположения и синхронизации их темпов развития...» [68, с. 193]. Именно этому режиму более всего соответствуют и обе сводные модели, приведенные выше, – наша (см. рис. 7.8) и «абстрактно-общественная» (см. рис. 7.14).

Продолжая наши рассуждения о *верификации* многих представлений, разработанных для терригенных толщ, в концептуальном «синергетическом мировидении», приведем сопоставление некоторых положений из работы [67] с полученными результатами.

Синергетическое мировидение [67] (некоторые положения)

«Первый и наиболее парадоксальный результат решения модельных задач на обострение - то, что режимы с обострением могут приводить (при оп-

Реализация представлений для рассмотренных аспектов

(на примере тюменской свиты) Формирование самой тюменской свиты как валидного геологического тела коэволюции тектонических и ределенных условиях) к локализации, к образованию нестационарных диссипативных структур. Структура, локализующаяся на быстрых процессах, - это, действительно, удивительно. Локализация оказывается возможна на нелинейных источниках, без стоков, тогда как основное внимание было направлено до сих пор на образование стационарных структур на стоках. Рассматривая нелинейную положительную обратную связь, видим, что она уже содержит в себе внутренние механизмы переключения режимов - механизмы самоорганизации, образования структур» (с. 48).

«Определенные фрагменты (пространственные области) синхронического среза структуры показывают характер прошлого развития структуры в целом, а другие фрагменты - характер ее будущего развития. Иначе говоря, сложную структуру можно представить как пространственную развертку различных дискретных, выделенных эволюционных стадий развития структуры.

Если структура развивается с обострением в сбегающемся к центру режиме (*LS*-режиме), то наличный ход процессов в центре является индикатором прошлого развития всей структуры, а ход процессов на периферии сейчас - индикатором ее будущего развития. Если же структура развивается в режиме неограниченно разбегающейся волны (*HS*-режиме), то, наоборот, информация о будущей картине развития структуры в целом содержится сейчас в ее центре, а о прошлой картине - на ее периферии.

Эта интересная закономерность пространственной организации сложных эволюционных структур вытекает из того факта, что структурыаттракторы описываются инвариантногрупповыми решениями...

...В инвариантах, как известно, пространство и время не свободны, а определенным образом связаны друг с другом. Отсюда и возникает возможность извлекать информацию о прошлом и будущем развивающейся структуры из синхронического среза структуры-аттрактора, из наличного хода процессов в разных пространственных участках этой структуры» (с. 150).

«Настоящее не только определяется прошлым, но и строится, формируется из будущего... Новое появляется в результате бифуркаций как эмерджентное и непредсказуемое, и в то же время новое «запрограммировано» в виде спектра возможных путей развития, дискретного спектра относительно устойчивых структур-аттракторов эволюции» (с. 185).

циклостратиграфических процессов.

Это полностью соответствует многопорядковой цикличности – закономерностям в строении терригенных толщ как их неотъемлемой субстанции.

Сочетанием LS режима с HS режимом (переходом второго в первый), скорее всего, объясняется механизм миграционного осадконакопления. Он реализуется в закреплении (в разрезе) слоев, разделяемых перерывами (диастемами) преобладающей длительности.

Инварианты режимов седиментогенеза разного уровня реализуются в режиме аттрактора, причем цикличность - в режиме странного аттрактора. Возможно, что на более высоких уровнях организации и с накопленным эффектом памяти они обладают свойством «притягиваться из будущего».

Это положение хорошо объясняет конвергентность и особенно - эквифинальность в строении раннемезозойских формаций Северной Евразии, что имеет несомненное прогнозное значение при изучении глубокозалегающих терригенных толщ, включающих горючие полезные ископаемые.

Наконец, в заключение раздела бегло просмотрим те ключевые позиции, которые приведены в его начале, на предмет их реализации при формировании отложений тюменской свиты. Взаимодействие тектонических блоков, последовательно вовлекаемых в процесс осадконакопления, является для ЗСП в целом и Шаимского НГР в частности уже аксиоматичным. Нелинейность процессов внутриконтинентального седиментогенеза, после изложенных материалов, нет нужды доказывать. Открытость систем для геолога, связанного с изучением флюидов, априорна и является главным объектом изучения. Колебания систем в виде автомодельных процессов в главе рассмотрены, так же как их не стабильные состояния, в точках бифуркаций. Качественные изменения проиллюстрированы сменой палеоландшафтов во время формирования тюменской свиты. Эмерджентность прослежена для разных уровней организации геологических тел, включая циклический (надгорнопородный). Примером возникновения пространственно-временной структуры и является тюменская свита как связующее звено в раннемезозойских терригенных толщах Северной Евразии. Упорядоченность или хаотичность структур показана при рассмотрении сценария хаотизации. Наконец, хотя в представленной работе практически отсутствует математизация, это с лихвой окупается широким применением моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленными материалами, по сути, решались две задачи, каждая из которых важна по отдельности. Первая из них, обозначенная во введении, заключалась в представлении полноценных материалов по строению и корреляции сложнопостроенных внутриконтинентальных отложений тюменской свиты, являющейся объектом изучения и добычи нефтегазовых ресурсов Шаимского района. Она реализована путем использования фациальноциклического анализа, методика которого разработана более полувека назад группой литологов под руководством Ю. А. Жемчужникова. Будучи использованной при изучении многих угленосных толщ позднего палеозоя и мезокайнозоя, для глубокозалегающих объектов, содержащих полный комплекс горючих ископаемых и перекрытых мощным осадочным чехлом, данная методика в своем «классическом» виде применяется впервые. Этим обусловлена вторая задача книги – показ методологии исследований в ракурсе современных литологических представлений, особенно – превалирования дистанционных геофизических методов изучения осадочных толщ. По сути это соответствует методологии зарубежных работ, где исследования, адекватные выполненным в представленной работе, соответствуют фациальным моделям, на базе которых реализуется бассейновый анализ [160, 162, 168].

Базируясь на изучении керна и выделенных фаций, проблема установления закономерностей в строении толщи (цикличности) решена посредством анализа направленности чередования фаций. Выделенные литоциклы разных порядков принимаются за основу корреляционных построений. Важнейшим звеном каждого этапа исследований является проверка построений путем возврата к исходному, то есть их верификация в широком понимании данной процедуры. Это полностью отвечает принципам модельных построений и дополняет широко известную Z-систему Ю. А. Косыгина.

В результате изучения более чем 50 скважин, вскрывших полный разрез тюменской свиты и большей частью охарактеризованных полным отбором керна, получены следующие результаты.

• Установлены закономерности в строении отложений, выраженные в смене направленности чередования фаций. Во всех скважинах уверенно выделяются литоциклы II порядка со средней толщиной 25-40 м, что соответствует подобным параметрам, полученным для многих раннемезозойских терригенных угленосных формаций Северной Евразии (Алексеев, 1990). В наиболее полном разрезе тюменской свиты установлены четыре литоцикла II порядка, индексированные сверху вниз от ЛЦ-1 до ЛЦ–4. Их выделение верифицировано при помощи литохимических исследований.

• Проведена корреляция отложений тюменской свиты, показанная на трех профилях, охватывающих всю территорию Шаимского НГР. Показано, как выделенные коллекторы, занимающие определенное место в литоциклах II порядка (Ю₂ и Ю₃ в ЛЦ-1, Ю₄ в ЛЦ-2, Ю₅ и Ю₆ в ЛЦ-3 и Ю₇ в ЛЦ-4), *скользят* по разрезу в соответствии с непреложным законом Н. А. Головкин-ского. Верификация корреляционных построений выполнена на примере од-
новозрастных отложений Восточно-Каменного месторождения Красноленинского НГР.

• Выполнены генетические реконструкции, позволившие оценить историю формирования тюменской свиты как валидной стратиграфической единицы для Шаимского НГР. Непротиворечие полученных результатов общепринятым представлениям о составе и строении отложений нижнеплитного этажа Западно-Сибирского осадочного мегабассейна представило их общую положительную проверку. Значительная же детальность сведений, обеспеченная высококачественным исходным материалом, дает основание судить о высокой значимости и разрешающей способности фациальноциклического анализа.

• Для полноценного представления обобщающих материалов выполнено моделирование процессов седиментогенеза с помощью аппарата марковских процессов. Модернизирована генерализованная модель строения тюменской свиты Шаимского НГР. Выделено четыре фациальноциклических типа (даниловский, тальниковый, сыморьяхский и ловинский), с показом их соотношений с перекрывающими морскими отложениями абалакской свиты и высокопродуктивной вогулкинской толщей.

Комплексное решение обеих задач, охарактеризованных в начале заключения, как нам представляется, дало новое эмерджентное знание о механизме формирования отложений тюменской свиты. Оно полностью укладывается в синергетическое мировидение, вопросам использования которого в литологии посвящен специальный заключительный раздел. Попытавшись спроецировать знаменитое яркое высказывание Ю. А. Жемчужникова: «Геологу надо мыслить циклами» (1944) – на сегодняшний день следовало бы говорить о том, что геологу, а тем более «осадочнику», нужно непременно мыслить синергетически.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдеев Р. Ф. Философия информационной цивилизации. М.: ВЛАДОС, 1994. 336 с.

2. Абросимова О. О., Кулагин С. И. Применение сейсмической инверсии при изучении отложений юрского возраста в пределах восточного склона Красноленинского свода // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. № 10. С. 16-22.

3. Алексеев В. П. Литолого-фациальный анализ. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 147 с.

4. Алексеев В. П. Классический литолого-фациальный анализ как базовый метод при изучении состава и условий формирования раннемезозойских отложений Западно-Сибирской плиты // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Шестая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2003. Т.1. С. 145-150.

5. Алексеев В. П. О начале циклов осадконакопления в терригенных внутриконтинентальных толщах // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. Вып. 15. С. 50-60.

6. Алексеев В. П. Литологические этюды. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 149 с.

7. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.

8. Алексеев В. П. О проявлении нелинейности в геологии горючих ископаемых угольного и нефтяного рядов // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. Вып. II (18). С. 288-302.

9. Алексеев В. П., Амон Э. О. Фациально-циклический анализ терригенных внутриконтинентальных толщ – пример синтеза принципов Н. А. Головкинского и А. Грессли в «бассейновой» стратиграфии // Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли. Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. С. 55-62.

10. Алексеев В. П., Газалеев С. С., Свечников Л. И. Геохимические показатели отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района: верификация литолого-фациальных исследований // Изв. УГГУ. Вып. 19. Сер.: Геол. и геоф., 2004. С. 94-103.

11. Алексеев В. П., Дубяго И. Д., Рефат С. М. Морфометрия как ключ к морфогенезису // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. Вып. 13. С. 146-157.

12. Алексеев В. П., Печеркин М. Ф., Савенко В. А. Циклостратиграфия отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири: материалы Международной акад. конференции. Тюмень, 2006. С. 63-68.

13. Алексеев В. П., Печеркин М. Ф., Савенко В. А. Верхняя граница тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района: «келловейская» трансгрессия // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Одиннадцатая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2008. Т. 1. С. 171-181. 14. Алексеев В. П., Печеркин М. Ф., Савенко В. А. Характер редукции нижней части тюменской свиты в Шаимском нефтегазоносном районе // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Десятая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2007. Т. 1. С. 237-245.

15. Алексеев В. П., Рыльков С. А., Ворожев Е. С., Медведева Т. Ю. Диверсификация традиционных представлений нефтегазовой литологии в ракурсе синергетического мировидения // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Одиннадцатая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2008. Т. 1. С. 304-315.

16. Алексеев В. П., Федоров Ю. Н., Газалеев С. С., Русский В. И. Литология и условия формирования нижне-среднеюрских отложений на Западно-Тугровском месторождении (Шаимский нефтегазоносный район) // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО (Седьмая науч.практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2004. Т. 1. С. 196-203.

17. Арнольд В. И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. 128 с.

18. Атлас Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа. Ханты-Мансийск, 2004. 148 с.

19. Афанасьев С. Л. Суперкомплекс, 3 мегакомплекса, 9 макрокомплексов и 33 комплекса природных циклов и ритмов // Циклы: материалы Четвертой Междунар. конф. Ч. 3. Ставрополь, 2002. С. 128-155.

20. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Структуры и хаос в нелинейных средах. М.: Научный мир, 2006. 344 с.

21. Балуховский Н. Ф. Геологические циклы. Киев: Наук. думка, 1966. 168 с. 22. Барабошкин Е. Ю., Веймарн А. Б., Копаевич Л. Ф., Найдин Д. П. Изучение стратиграфических перерывов при производстве геологической съемки: методические рекомендации. М.: Изд-во МГУ, 2002. 169 с.

23. Бейзель А. Л. Значение и методы выделения аналогов континентальных поверхностей выравнивания в морских разрезах // Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли. Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. С. 62-69.

24. Бейзель А. Л., Ян П. А., Вакуленко Л. Г., Бурлева О. В. Основные черты импульсной модели формирования васюганского горизонта Западной Сибири // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. Вып. I (17). С. 93-104.

25. Белозеров В. Б., Иванов И. А. Кинематическая модель осадконакопления отложений платформенного чехла Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. 2003. Т. 44, № 8. С. 781-795.

26. Белослудцев П. Ю., Карогодин Ю. Н., Лац С. А. Системная модель келловей-верхнеюрских отложений платформенного чехла Западно-Сибирской плиты // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Девятая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2006. Т. 1. С. 204-208.

27. Белт Э. С. Характер циклотем каменноугольного возраста Шотландии и их палеофациальное значение // Дельты – модели для изучения. М., 1979. С. 237-268.

28. Ботвинкина Л. Н. О начале циклов осадконакопления в угленосных толщах // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1954. № 13. С. 120-131.

29. Ботвинкина Л. Н. Слоистость осадочных пород. М.: Изд-во АН СССР. 1962. 542 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 59).

30. Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Наука, 1965. 260 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 119).

31. Ботвинкина Л. Н., Алексеев В. П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 336 с.

32. Буданов В. Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 232 с.

33. Буш Д. А. Стратиграфические ловушки в песчаниках – методика исследований: пер. с англ. М.: Мир, 1977. 215 с.

34. Вассоевич Н. Б. К изучению слоистости осадочных горных пород // Ли-тологический сборник. М.-Л.: Гостоптехиздат, 1948. С. 24-34.

35. Вассоевич Н. Б. Слоистость в свете учения об осадочной дифференциации // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1950. № 5. С. 96-115.

36. Вассоевич Н. Б. Спутник полевого геолога-нефтяника. Л.: Гостоптехиздат, 1954. Т. 1, 544 с.

37. Вистелиус А. Б. Красноцветные отложения полуострова Челекен. М.-Л.: Наука, 1966. 304 с.

38. Волков В. Н. Генетические основы морфологии угольных пластов. М.: Недра, 1973. 136 с.

Вотах О. А. Структура вещества Земли. Новосибирск: Наука, 1991. 224 с.
Вылцан И. А. Осадочные формации Горного Алтая. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1974. 189 с.

41. Вылцан И. А. Фации и формации осадочных пород. Томск: Изд-во ТГУ, 2002. 484 с.

42. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции / Ф. Г. Гурари, В. П. Девятов, В. И. Демин и др. Новосибирск: Наука, 2005. 156 с.

43. Геология для нефтяников / под ред. Н. А. Малышева и А. М. Никишина. М.-Ижевск: ИКИ, 2008. 360 с.

44. Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности – новой нефтяной базы СССР / Н. Н. Ростовцев, И. И. Нестеров, Ф. Г. Гурари и др. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. 193 с.

45. Глебов А. Ф. Геолого-математическое моделирование нефтяного резервуара: от сейсмики до геофлюидодинамики. М.: Научный мир, 2006. 344 с.

46. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб., 1868. 143 с.

47. Граувакки / ред. В. Д. Шутов. М.: Наука, 1972. 345 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 238).

48. Данбар К., Роджерс Дж. Основы стратиграфии: пер. с англ. М.: Изд-во ИЛ, 1962. 363 с.

49. Дафф П., Халлам А., Уолтон Э. Цикличность осадконакопления: пер. с англ. М.: Мир, 1971. 284 с.

50. Дмитриевский А. Н. Избранные труды. Т. 1. Системный подход в геологии: теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2008. 434 с.

51. Егоров Д. Г. Изменение парадигм в современных науках о Земле. М.: Academia, 2004. 184 с.

52. Жемчужников Ю. А. Цикличность строения угленосных толщ, периодичность осадконакопления и методы их изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 7-18.

53. Жемчужников Ю. А. Слой и пласт // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1950. № 5. С. 116-125.

54. Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. Т. 2. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 477 с.

55. Зенков Д. А. Морфологический анализ оруденения с точки зрении разведки // Мат-лы по методике разведки полезных ископаемых. М.: Госгеолтехиздат, 1962. С. 97-104.

56. Зорина С. О. Об относительной скорости геологических событий и диахронности лито- и биостратиграфических границ в готерив-аптских отложениях востока Русской плиты // Меловая система России и ближнего зарубежья. Саратов: Изд-во СГУ, 2007. С. 87-98.

57. Иванов Г. А. Угленосные формации. Л.: Наука, 1967. 407 с.

58. Казаненков В. А., Попов А. Ю., Вакуленко Л. Г., Саенко Л. С., Ян П. А. Обстановки формирования коллекторов горизонта Ю₂ в северо-восточной части Хантейской гемиантеклизы (Западная Сибирь) // Геология нефти и газа. 2009. № 1. С. 46-53.

59. Каледа Г. А. К изучению закономерностей изменчивости состава пород на тектонических структурах платформенных областей // Литология и стратиграфия палеозойских и мезозойских отложений Русской и Скифской платформ. М.: Наука, 1972. С. 158-172.

60. Каледа Г. А. Изменчивость отложений на тектонических структурах (ее значение для поисков полезных ископаемых). М.: Наука, 1985. 192 с.

61. Каналин В. Г., Вагин С. Б., Токарев М. А., Ланчаков Г. А., Пономарев А. И. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология. М.: ООО «Недра– Бизнесцентр», 2006. 372 с.

62. Карнюшина Е. Е., Коробова Н. И., Корзун А. Л., Серпикова В. М. Литологические исследования для локального прогноза нефтеносности (на примере Шаимского вала и Красноленинского свода Западной Сибири) // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. М.: ГЕОС, 2004. С. 235-238.

63. Карогодин Ю. Н. Седиментационная цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.

64. Карогодин Ю. Н. Введение в нефтяную литмологию. Новосибирск: Наука, 1990. 240 с.

65. Карогодин Ю. Н. Кризис бассейновой стратиграфии и пути выхода из него (Западная Сибирь. Системно-литмологический подход) // Актуальные

проблемы нефтегазоносных бассейнов. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2003. С. 8-42.

66. Карогодин Ю. Н., Гайдебурова Е. А. Системные исследования слоевых ассоциаций нефтегазоносных бассейнов. Новосибирск: Наука, 1985. 112 с.

67. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Основания синергетики. Синергетическое мировидение. М.: КомКнига, 2005. 240 с.

68. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. М.: КомКнига. 2007. 272 с.

69. Количественная стратиграфическая корреляция: пер. с англ. М.: Мир, 1985. 376 с.

70. Коллекторы и экраны залежей нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1976. 199 с. (Труды СибНИИГГиМС. Вып. 208).

71. Косыгин Ю. А. Тектоника. М.: Недра, 1983. 536 с.

72. Крамбейн У., Кауфмен М., Мак-Кеммон Р. Модели геологических процессов: пер. с англ. М.: Мир, 1973. 150 с.

73. Кукал Зд. Скорость геологических процессов: пер. с чешск. М.: Мир, 1987. 246 с.

74. Лебедев М. В. Фациальные несогласия в осадочных бассейнах // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. № 10. С. 62-68.

75. Лидер М. Р. Седиментология. Процессы и продукты: пер. с англ. М.: Мир, 1986. 439 с.

76. Лисицын А. П. Потоки осадочного вещества, природные фильтры и осадочные системы «живого океана» // Геология и геофизика. 2004. Т. 45, № 1. С. 15-48.

77. Лихт Ф. Р. Фациальный анализ и ошибочная интерпретация седиментационных циклов // Проблемы литологии, геохимии и рудогенеза осадочного процесса: мат-лы к 1-му Всерос. литол. сов. М.: ГЕОС, 2000. Т. 1. С. 422-426.

78. Македонов А. В. Методы литофациального анализа и типизация осадков гумидных зон. Л.: Недра, 1984. 243 с.

79. Максимов С. П., Кунин Н. Я., Сардонников Н. М. Цикличность геологических процессов и проблема нефтегазоносности. М.: Недра, 1977. 280 с.

80. Малинецкий Г. Г. Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: КомКнига, 2005. 312 с.

81. Методика корреляции разрезов континентальных угленосных толщ. Л.: Наука, 1970. 184 с.

82. Методика корреляции угленосных отложений (на примере триас-юрских формаций азиатской части СССР). Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 59 с.

83. Методика литолого-фациальных исследований угленосных отложений. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. 64 с.

84. Методы корреляции угленосных толщ и синонимики угольных пластов. Л.: Наука, 1968. 381 с.

85. Миткарев В. А., Левчук М. А., Сазоненко Д. Ф., Топешко В. А. Геологическое строение среднеюрского продуктивного комплекса Шаимского НГР //

Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Урай – Тюмень, 2002. С. 75-83.

86. Могилев А. Е. О принципах выделения и унификации фациальных типов пород угленосных формаций на начальном этапе описания разрезов // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1997. Вып. 7. С. 130-142.

87. Муромцев В. С. Электрометрическая геология песчаных тел - литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.

88. Мухер А. Г., Мясникова Г. П., Тугарева А. В., Шпильман А. В., Гончарова В. Н., Солопахина Л. А. Строение и перспективы нефтегазоносности нижне-среднеюрских отложений в связи с переоценкой потенциальных ресурсов на территории ХМАО // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Восьмая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2005. Т.1. С. 164-176.

89. Мухер А. Г., Тугарева А. В. Палеогеографические особенности строения и перспективы нефтегазоносности нижне- и среднеюрских отложений Западной Сибири // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Вторая науч.-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 1999. С. 123-133.

90. Мухер А. Г., Ясович Г. С. Условия формирования и нефтеносность байос-батских отложений Красноленинского района // Тр. ЗапСибНИГНИ. Тюмень, 1979. Вып. 145. С. 83-90.

91. Нежданов А. А. Некоторые теоретические вопросы циклической седиментации // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1990. С. 60-79.

92. Нежданов А. А. Сейсмогеологический анализ нефтегазоносности отложений Западной Сибири для целей прогноза и картирования неантиклинальных ловушек и залежей УВ: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Тюмень, 2004. 44 с.

93. Некрасов В. И., Садыков М. Р., Пустовалов М. Ф., Печеркин М. Ф. История открытия, перспективы поисков и разведки месторождений нефти и газа Шаимского района // Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Урай-Тюмень, 2002. С. 14-18.

94. Несмеянов С. А. Корреляция континентальных толщ. М.: Недра, 1977. 198 с.

95. Нефть и газ Тюмени в документах (1901-1965). Свердловск, 1971. 479 с.

96. Обстановки осадконакопления и фации / под ред. Х. Г. Рединга: пер. с англ. М.: Мир, 1990. Т. 1. 352 с; Т. 2. 384 с.

97. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. М.: Научный мир, 2004. 526 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 543).

98. Основные теоретические вопросы цикличности седиментогенеза. М.: Наука, 1977. 264 с.

99. Периодические процессы в геологии. Л.: Недра, 1976. 264 с.

100.Петтиджон Ф. Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники: пер. с. англ. М.: Мир, 1976. 534 с.

101. Печеркин М. Ф., Зубков М. Ю. Критерии оценки региональных перспектив нефтегазоносности юрских отложений Шаимского района и рекомендации по основным направлениям геологоразведочных работ // Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Урай – Тюмень, 2002. С. 169-182.

102. Попов В. И., Макарова С. Д., Филиппов А. А. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациального палеогеографического картирования. Л.: Гостоптехиздат, 1963. 714 с.

103. Попов В. И., Тихомиров С. В., Макарова С. Д., Филиппов А. А. Ритмостратиграфические, циклостратиграфические и литостратиграфические подразделения. Ташкент: Фан, 1979. 112 с.

104. Путь в синергетику. Экскурс в десяти лекциях. М.: КомКнига, 2005. 304 с.

105. Расчленение и корреляция осадочных толщ. М.: Недра, 1983. 208 с.

106. Рейнек Г. Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления: пер. с англ. М.: Недра, 1981. 439 с.

107. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. (Новосибирск, 2003 г.) Новосибирск: СНИИГГ иМС, 2004. 114 с., прил. 3. на 31 листе.

108. Романовский С. И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.

109. Романовский С. И. Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез. Л.: Недра, 1985. 263 с.

110. Романовский С. И. Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988. 240 с. 111. Русский В. И., Коротков С. А., Алабушев Е. А., Кузнецов М. А. К вопросу о генезисе ооидных известковистых алевроаргиллитов вогулкинской толщи Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) // Новые идеи в науках о Земле. М.: РГГРУ, 2009. Т. 1. С. 142.

112. Садовский М. А. Автомодельность геологических процессов // Вестник АН СССР. 1986. № 8. С. 3-11.

113. Садыков М. Ю., Печеркин М. Ф., Кузьмин Ю. А. Особенности геологического строения месторождений нефти и газа Шаимского района // Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Урай–Тюмень, 2002. С. 19-25.

114. Садыков М. Ю., Пустовалов М. Ф., Печеркин М. Ф., Гузеев В. В. Реализация проектных решений разрабатываемых месторождений ТПП «Урайнефтегаз» в связи с особенностями геологического строения // Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Урай–Тюмень, 2002. С. 35-53.

115.Салин Ю. С. Стратиграфическая корреляция. М.: Недра, 1983. 157 с.

116. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокома (системно-литмологический подход) / Ю. Н. Карогодин, В. А. Казаненков, С. А. Рыльков, С. В. Ершов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. 200 с.

117. Седиментогенез и геохимия нижне-среднеюрских отложений юговостока Западной Сибири / В. С. Сурков, О. В. Серебренникова, А. М. Казаков и др. Новосибирск: Наука, 1999. 213 с.

118. Седиментология: пер. с польск. М.: Недра, 1976. 646 с.

119. Сейсмическая стратиграфия – использование при поисках и разведке нефти и газа: пер. с англ. / под ред. Ч. Пейтона. М.: Мир, 1982. 846 с.

120. Селли Р. Введение в седиментологию: пер. с англ. М.: Недра, 1981. 370 с.

121. Селли Р. Ч. Древние обстановки осадконакопления: пер. с англ. М.: Недра, 1989. 294 с.

122. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / В. П. Алексеев, Ю. Н. Федоров, А. В. Маслов, В. И. Русский, М. Ф. Печеркин, М. А. Пудовкина. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.

123. Справочник по литологии. М.: Недра, 1983. 509 с.

124. Стратиграфический кодекс России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.

125. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна / Ю. А. Жемчужников, В. С. Яблоков, Л. И. Боголюбова, Л. Н. Ботвинкина, А. П. Феофилова, М. И. Ритенберг, П. П. Тимофеев, З. В. Тимофеева. М.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 1959. 331 с. Ч. 2. 1960. 346 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 15).

126. Тимофеев П. П. Юрская угленосная формация Южной Сибири и условия ее образования. М.: Наука, 1970. 204 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 198).

127. Тимофеев П. П. Эволюция угленосных формаций в истории Земли. М.: Наука, 2006. 204 с. (Труды ГИН РАН. Вып. 557).

128. Угленасыщенность, петрографический состав и метаморфизм углей тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 158 с.

129. Условия формирования ловушек нефти и газа неантиклинального типа в мезозойских отложениях Западной Сибири. Тюмень, 1978. 128 с. (Тр. ЗапСибНИГНИ. Вып. 132).

130. Устинова В. Н., Вылцан И. А., Устинов В. Г. О пространственном и временном развитии циклически протекающих событий на Земле по геофизическим данным // Геофизика. 2005. № 3. С. 65-71.

131. Фролов В. Т. О происхождении ритмичности дельтовых угленосных толщ // Бюл. МОИП, отд. геол. 1972. Т. 47, № 4. С. 111-124.

132. Фролов В. Т. Циклы и циклиты – атрибуты геологических процессов и формаций // Вестник Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1998. № 2. С. 3-11.

133. Фролов В. Т. Наука геология: философский анализ. М.: Изд-во МГУ, 2004. 128 с.

134. Хабаров Е. М., Ян П. А., Вакуленко Л. Г., Попов А. Ю., Плисов С. Ф. Палеогеографические критерии распределения коллекторов в средневерхнеюрских отложениях юга Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Геология нефти и газа. 2009. № 1. С. 26-33.

135. Харбух Дж., Бонэм-Картер Г. Моделирование на ЭВМ в геологии: пер. с англ. М.: Мир, 1974. 246 с.

136. Хэллем А. Юрский период: пер. с англ. Л.: Недра, 1978. 272 с.

137. Хэллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность: пер. с англ. М.: Мир, 1983. 328 с.

138. Циклическая и событийная седиментация: пер. с англ. М.: Мир, 1985. 502 с.

139. Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Новосибирск, 1975. 255 с.

140. Цикличность отложений нефтегазоносных и угленосных бассейнов. М.: Наука, 1977. 244 с.

141. Цикличность угленосных отложений – методы изучения и результаты. Свердловск: УрО АН СССР, 1987. 56 с.

142. Цимбалюк Ю. А., Шпуров И. В. Перспективы нефтегазоносности южных районов Западной Сибири // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень, 2008. С. 35-41.

143. Черновьянц М. Г. Тонштейны и их использование при изучении угленосных формаций. М.: Недра, 1992. 144 с.

144. Чистилин Д. К. Самоорганизация мировой экономики: Евразийский аспект. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2006. 237 с.

145. Шаимский нефтеносный район / под ред. И. И. Нестерова. Тюмень, 1971. 496 с. (Тр. ЗапСибНИГНИ. Вып. 43).

146. Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966. 239 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 161).

147. Шванов В. Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). СПб.: Недра, 1992. 230 с.

148. Шемин Г. Г., Нехаев А. Ю., Рябкова Л. В., Шурыгин Б. Н., Бейзель А. Л., Левчук М. А., Брехунцов А. М., Бочкарев В. С., Дещеня Н. П. Высокоразрешающая стратиграфия нефтегазоносных отложений нижней и средней юры северных районов Западной Сибири // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 5. С. 749-765.

149. Шлезингер А. Е. Региональная сейсмостратиграфия. М.: Научный мир, 1998. 144 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 512).

150. Шпуров И. В., Рыльков С. А., Прозоров С. В., Роженас Я. В. Перспективы развития сырьевой базы и основные резервы увеличения добычи нефти в Западной Сибири на период до 2020 года // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень, 2008. С. 14-35.

151. Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород: пер. с англ. М.: Изд-во ин. лит., 1950. 564 с.

152. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

153. Ян П. А., Вакуленко Л. Г., Бурлева О. В., Аксенова Т. П., Микуленко И. К. Литология келловей-оксфордских отложений в различных фациальных зонах Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 11-12. С. 1897-1907.

154. Allen J. R. L. Studies in fluviative sedimentation: Six cyclothems from the lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh Basin // Sedimentology. 1964. № 3. P. 163-198.

155. Allen J. R. L. Studies in fluviative sedimentation: bars, bar complexes and sandstone seets in the Brownstons, Wetsh Borders // Sediment. Geol. 1983. P. 237-293.

156. Beerbower J. R. Cyclothems and cyclic depositional mechanisms in alluvial plain sedimentation // Kansas, Geol. Surv., Bull., 1964. V. 169(1). P. 31-42.

157. Bouma A. H. Sedimentology of some flysh deposits. Amsterdam: Elsevier, 1962. 168 p.

158. Bridge J. S. Paleochannel patterns inferred from alluvial deposits: a critical evolutions // J. Sed. Petrology, 1985. V. 55. P. 579-589.

159. Busch D. A. Genetic units in delta prospecting // Am. Assoc. Petroleum Bull. 1971. V. 55. № 8. P. 1137-1154.

160. Einsele G. Sedimentary basins. Evolution, facies and sediment budget. Second edition. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, 2000. 792 p.

161. Elliott T. Upper Carboniferous sedimentary cycles produced by river dominated, elongate deltas // J. Geol. Soc. Lond. 1976. V. 32. № 2. P. 199-208.

162. Miall A. D. Geology of fluvial deposits. Sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1996. 582 p.

163. Mutti E., Tinterri R., Benevelli G. e.a. Deltaic, mixed and turbidite sedimentation of ancient foreland basins // Marine and Petroleum Geology, 2003. V. 20. P. 733-755.

164. Paul C. R. C., Lamolda M. A. Testing the precision of bioevents // Geol. Mag. Cambridge Univ. press, 2009. P. 1-13.

165. Reading H. G., Levell B. K., Collinson J. D., e.a. Sedimentary Environment: Processes, Facies and Stratigraphy. Third Edition. Oxford, Blackwell Science Ltd., 1996. 688 p.

166. Walker R. G., Noel P. J. Facies models response to Sea level change. Geotext 1, 1992. 454 p.

167. Weller J. M. Cyclical sedimentation in the Pennsylvanian period and its significance // J. Geol. 1930. V. 38. № 2. P. 97-135.

168. Zeigler P. A., Cloetingh S. Dynamic processes controlling evolution of rifted basins // Earth-Science Reviews, 2004. V. 64. P. 1-50.

Заявки на книгу направлять по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский государственный горный университет Кафедра литологии и геологии горючих ископаемых e-mail: igg.lggi@ursmu.ru кафедра_lggi@mail.ru

Научное издание

Валерий Порфирьевич Алексеев, Юрий Николаевич Федоров, Валентина Андреевна Савенко

СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА (Западная Сибирь)

Под редакцией В. П. Алексеева

Редактор Л. В. Устьянцева Компьютерная верстка и макетирование Т. С. Мызниковой

Подписано в печать 15.12.2009 г. Бумага писчая Формат 60х84 ¹/₁₆ Гарнитура Times New Roman Печать на ризографе. Печ. л. 14,125 Уч.-изд. л. 17,0 Тираж 200 экз. Заказ № Издательство УГГУ. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Размножено с оригинал-макета в ООО "ИРА УТК"

620219, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42



Алексеев Валерий Порфирьевич _ доктор геологоминералогических наук, профессор, заведующий кафедрой литологии и геологии горючих ископаемых Уральского гос. горного университета; профессор (по совместительству) кафедры геологии и петрографии Тюменского гос. нефтегазового университета. Основные научные интересы: общие вопросы литологии, включая процессы самоорганизации в осадочных толщах (нелинейная седиментология); фациально-циклический анализ юрских терригенных толщ Северной Евразии. Автор 300 научных и учебно-методических работ, из которых предлагаемая является 20-й, выходящей отдельным изданием.



Федоров Юрий Николаевич – кандидат геологоминералогических наук, первый заместитель генерального директора ООО «КогалымНИПИнефть» по научной работе в области геологии. Основные научные интересы: геодинамика, стратиграфия и нефтегазоносность Западно-Сибирской провинции, геохимия редких и рассеянных элементов нефтегазосодержащих толщ и пластовых флюидов. Автор более 200 научных работ, включая 3 монографии.



Савенко Валентина Андреевна – начальник отдела планирования и мониторинга ГРР по объектам Шаимско-Красноленинского региона ООО «КогалымНИПИнефть». Научные интересы сосредоточены в области регионального и локального прогноза нефтегазоносности, литологии терригенных отложений, палеогеоморфологии и палеогеографии продуктивных интервалов Шаимского НГР Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Автор и соавтор более 15 публикаций, многочисленных научно-исследовательских и производственных отчетов.