

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ



NOVOSIBIRSK STATE UNIVERSITY
INTERNATIONAL CHAIR UNESCO
THE RUSSIAN ACADEMY OF NATURAL SCIENCES
RUSSIAN FOUNDATION FOR BASIC RESEARCH

TOPICAL PROBLEMS OF PETROLEUM BASINS

Scientific editor: Yu. N. Karogodin



Novosibirsk 2003

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КАФЕДРА ЮНЕСКО
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Научный редактор
Профессор Ю.Н. Карогодин



Новосибирск 2003

Актуальные проблемы нефтегазоносных бассейнов / Научный редактор Ю.Н. Карогодин. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2003. 158 с.

ISBN 5-94356-145-5

Статьи сборника посвящены двум актуальным на сегодня проблемам нефтегазоносных бассейнов: бассейновой стратиграфии, находящейся в кризисной ситуации и постседиментационным коллекторам. Их научно-обоснованный прогноз и поиск является определяющим условием дальнейшего наращивания запасов и добычи нефти и газа (и не только в Западной Сибири).

Сборник представляет интерес для широкого круга геологов, занимающихся изучением седиментационных бассейнов. Развиваемые в статьях идеи будут интересны геологам-нефтяникам, научным сотрудникам, аспирантам и студентам геологических вузов.

Издание осуществлено при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований.

Topical problems of petroleum basins / Scientific editor: Yu. N. Karogodin. Novosibirsk: Publishing House of Novosibirsk State University.

The collected papers deal with two vexing problems of petroleum basins: basin stratigraphy, now in a crisis, and postsedimentary reservoirs. The scientifically grounded prediction and search for the reservoirs is a crucial prerequisite for a further increase in reserves and yield of oil and gas, not only in West Siberia.

This book is interesting for a wide circle of geologists specialized in studying sedimentary basins. The expounded ideas may be interesting for oil geologists, research workers, students and postgraduates of geological departments of universities.

Reviewers: ScD N. V. Melnikov

ScD G.G. Shemin

Novosibirsk State University

Рецензенты:

д-р геол.-мин. наук Н.В. Мельников,

д-р геол.-мин. наук Г.Г. Шемин

© Коллектив авторов, 2003

© Новосибирский государственный
университет, 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

Западная Сибирь – основная нефтегазоносная провинция России и главный экспортер углеводородного (УВ) сырья. В ее пределах интенсивно ведутся поисково-разведочные и особенно эксплуатационные работы на нефть и газ. Поэтому более зримо и осязаемо чем в других провинциях возникают острые актуальные вопросы, связанные как с геологическим строением, так и наращиванием запасов, увеличением добычи УВ.

Проблемы бассейновой (региональной, местной) стратиграфии – актуальнейшие, первостепенной важности проблемы, требующие активного и неотлагательного решения. Поскольку геология любого региона базируется на стратиграфии, то именно в ней наиболее остро высвечиваются актуальные, проблемные вопросы. По нашему мнению ситуация в бассейновой стратиграфии кризисная. Составляющие кризиса и пути выхода из него изложены в статьях автора, А.А. Нежданова и других настоящего сборника.

Кризис очевиден, но далеко не всеми осознается и признается, а следовательно, и большинством геологов отрицается важность и необходимость по существу смены стратиграфической парадигмы. Однако из истории человечества, техники, науки общеизвестна истина – большинство не всегда право, новое (особенно отрицающее старое) вначале в меньшинстве и борьба с ним бывает жестокой (сжигание на кострах, уничтожение в тюрьмах и т. д. и т. п.).

Безусловно, не всякое новое истинно, прогрессивно, но как вырожденная система не имеет развития и продолжения, погибая само собой. Естественно, “большинству” не всегда просто отличить истинное и ложное (пример с избранием в академики и коллективной поддержкой учеными, не без влияния И.В. Сталина,

Лысенко). Только время решает, что истинно, а что ложно, как это было с генетикой, кибернетикой и др. Однако длительное непризнание истинного “большинством” может отбросить науку той или иной страны так далеко, что потребуются огромные усилия, средства и время, чтобы наверстать упущенное. И это не всегда возможно.

Статьи первой части сборника посвящены именно вопросам бассейновой стратиграфии Западной Сибири и обоснованию смены ее парадигмы. Во второй части приводятся конкретные примеры того, как можно улучшить и изменить стратиграфическую схему, используя новые теоретико-методологические разработки.

В этой же части ряд статей посвящен еще одной актуальной (и не только для Западной Сибири) проблеме вторичных, постседиментационных коллекторов. По мере того, как резервуары и залежи УВ, связанные с седиментационными (первичными) коллекторами выявлены и в значительной мере выработаны, неизбежно встает вопрос прогноза и поиска постседиментационных коллекторов как в хорошо изученных, так и малоизученных районах. Как известно, этого типа коллектора могут обладать весьма высокими фильтрационно-емкостными свойствами.

В статьях обозначены стратиграфические уровни и территории явного и предполагаемого развития постседиментационных коллекторов в пределах Западной и Восточной Сибири. Прогнозируется возможность открытия не только отдельных залежей в их пределах, но и крупных зон нефтегазоносности, как в Западной, так и Восточной Сибири. И это не может не заинтересовать Министерство Природных ресурсов и нефтяные компании.

Ю. Н. Карогодин



Часть I

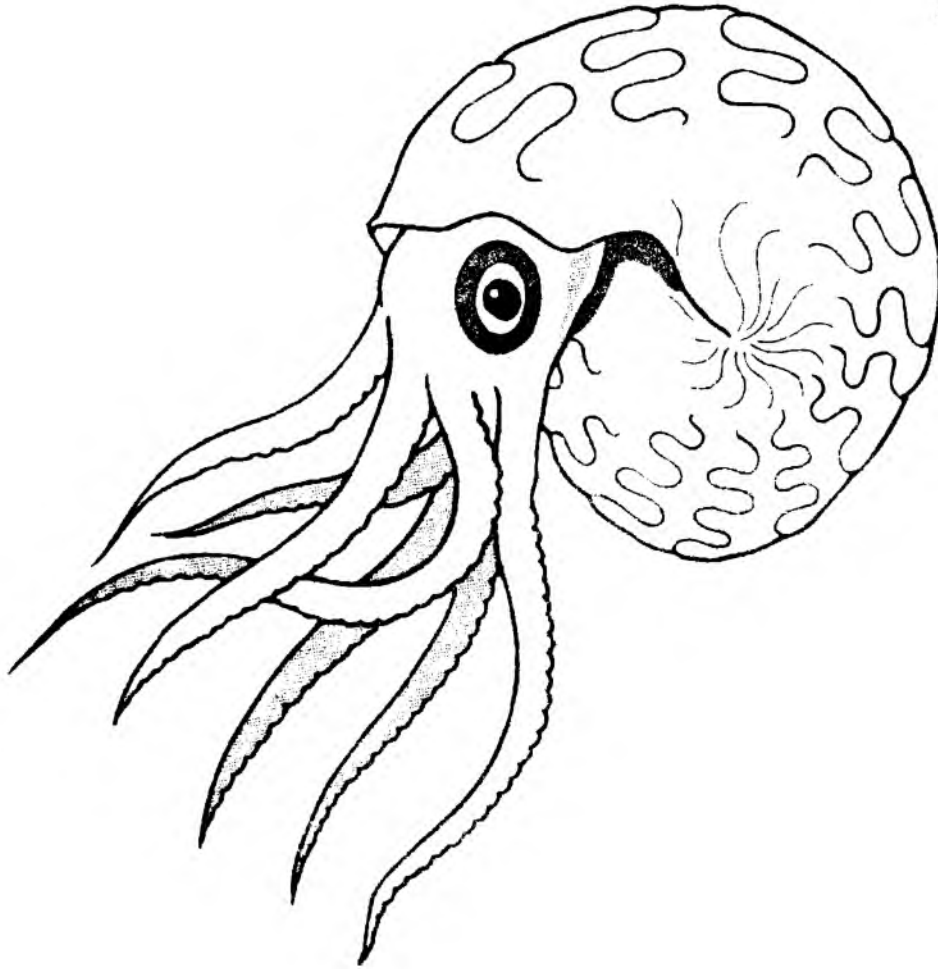
ПРОБЛЕМЫ БАССЕЙНОВОЙ
СТРАТИГРАФИИ

“Литостратиграфии нет места в Стратиграфическом кодексе”

О. Шиндевольф

**“Увидеть проблему там, где другим все ясно, труднее, чем решить ее”.
“Найти и сформулировать проблему – тоже проблема”.**

И.П. Шарапов



КРИЗИС БАССЕЙНОВОЙ СТРАТИГРАФИИ И ПУТИ ВЫХОДА ИЗ НЕГО

Западная Сибирь (системно – литмологический подход)

Ю.Н. КАРОГОДИН

Новосибирский Государственный университет, г. Новосибирск

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 01-05-65180, 02-06-80517.

*“Всякое новое большое дело имеет
минимум сторонников и максимум
противников, недругов, тормозящих его”.*
А.А. Трофимук

*“В толпе ученых истина не может пройти,
не отдавив кому-нибудь ноги”.*
И.П. Шарпов



Бассейновая (региональная, местная) стратиграфия переживает кризис. И это напрямую отражается в низкой эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ в Западной Сибири. В публикации вскрыты составляющие кризиса и основные его причины. Выход из него видится в усилении теоретической базы на основе широкого использования сформулированных принципов системно-литмологической методологии.

Ключевые слова: кризис стратиграфии, литмостратиграфические принципы, стратон-система, свита-стратон, горизонт-стратон, классификация, антикризисные предложения.

В настоящей публикации предпочтение отдано термину “бассейновая стратиграфия” (БС) по следующим соображениям. Наиболее часто используемый термин “региональная стратиграфия” (близкий к предлагаемому) вначале использовался как синоним “местной стратиграфии” и “литостратиграфии”. Соответственно термин “региональные стратоны” употреблялся как синоним местных и литостратонов. Позже, в Стратиграфическом кодексе (СК) СССР [СК, 1977] термины: “региональные”, “местные” и “литостратиграфические подразделения” разнесены по трём различным категориям. В последнем СК-1992 литостратоны отнесены к вновь выделенной группе “специальных” стратонов. В результате все эти термины, обозначающие “региональные стратоны” и “региональная стратиграфия” стали пониматься неоднозначно. Поэтому термин “бассейновая стратиграфия” представляется более ориентирующим на содержание и в то же время интегрирующим. Термины: седиментационный, нефтегазоносный, угленосный бассейны и другие практически всеми геологами понимаются более или менее однозначно. Бассейновая (региональная) стратиграфия это стратиграфия

седиментационного бассейна и (или) палеобассейна, его части, региона, местности (местная). Она включает все виды стратиграфических исследований, выполняемых существующими методами и подходами (био-, лито-, литмо-, сейсмо- и др.). Такой взгляд на стратиграфию предопределяет необходимость разработки соответствующей теоретической базы.

Бассейновая стратиграфия Западной Сибири находится в кризисе, который напрямую отражается в низкой эффективности поисково-разведочных работ. Вероятно, это одна из немаловажных причин резкого сворачивания нефтяными компаниями поисково-разведочного бурения.

В восьмидесятые годы острые споры геологов по комплексу таких важных теоретических вопросов стратиграфии, как признание или непризнание свит в качестве основных стратонов, “скольжение” или “нескольжение” их границ и соответствие или несоответствие зарубежному понятию “формация”, значимости введения для стратиграфии понятия “горизонт” (регорус), признание или непризнание в качестве стратонов породных тел седиментационных циклов,

содержание и структура стратиграфической классификации и ряд других [Стратиграфическая классификация, 1980; и др.] можно считать предвестником назревавшего кризиса. Одни геологи считали это нормальным явлением в процессе развития, становления стратиграфии как науки, другие – предвестником назревающего кризиса.

Сейчас кризис бассейновой стратиграфии стал очевиден многим геологам, и говорить о нем и путях выхода из него следует откровенно и прямо, называя вещи своими именами и не боясь ярлыков “ненормальных”, “философствующих”, “не знающих геологии” (выражения из отзывов на статьи автора) и т. д. И это необходимо делать сейчас, в преддверии обсуждения и “уточнения” стратиграфической схемы Западной Сибири. Схема нуждается не в уточнении, а в принципиальном изменении. В то же время у определенной группы геологов, в основном авторов предыдущей схемы, желание во что бы то ни стало все сохранить в прежнем виде. Они считают, что “...схемы стратиграфии, разработанные в 1990 г. и утвержденные Межведомственной стратиграфической комиссией в 1991 г., оказались хорошо обоснованными, действуют в настоящее время без особых затруднений и используются многими производственными и научными организациями. Это объясняется тем, что многие стратиграфические единицы (надгоризонты, горизонты, свиты, продуктивные песчаные пласты и др.) имеют устойчивые наименования, одинаковые с нефтегазоносными горизонтами. Речь идет о таких подразделениях, как шеркалинский, малышевский, васюганский, ачимовский и другие стратона. Стратиграфические традиции, намеченные еще в 1956 г., сохраняются и развиваются, что отображается в появлении малого числа новых стратонов и новых терминов” [Бочкарев и др., 2000, с. 2]. Поэтому ниже целесообразно обозначить основные факторы кризиса и попытаться наметить пути выхода из него.

Основные факторы кризиса

Кризис бассейновой стратиграфии не может не отражаться на геологии в целом, так как она является её основой, фундаментом, “краеугольным камнем”. Если модель бассейновой стратиграфии ошибочна, то все основанные на ней геологические построения и реконструкции ложны. Следовательно, прогноз, поиск, кратко- и долгосрочные варианты концепций развития той или иной отрасли полезных ископаемых (в нашем случае нефти и газа) далеки от оптимальных (если не ошибочны). Именно такая ситуация и наблюдается в ЗС, когда десятки дорогостоящих скважин ежегодно бурятся впустую, не выполняя поставленную перед ними задачу. В результате нефтяные компании сворачивают (если не прекращают) поисково-разведочное бурение. Для того чтобы найти выход из кризиса, необходимо выявить, установить основные факторы и причины, вызвавшие и обострившие его в настоящее время. Это позволит наметить и обсудить пути выхода из него.

Речь идет о той стратиграфии, которая базируется на “региональных”, “местных”, “литостратиграфических” и “специальных” стратиграфических подразделениях [СК, 1992], именуемых нами **бассейновыми стратонами бассейновой стратиграфии**. Не будучи специалистом в вопросах биостратиграфии (общей, планетарной, глобальной), основными стратиграфическими подразделениями которой являются система, отдел, ярус и другие стратона, автор не касается её проблем.

У большинства геологов (если не у всех) дискомфорт вызывает обилие свит (их названий), все возрастающее как снежный ком. Очевидные причины данного явления рассмотрим ниже, в специальном обзоре и анализе термина и понятия “свита”. Отметим лишь, что основные предпосылки выделения и тиражирования свит были связаны с невозможностью расчленения и корреляции многих разрезов по фауне из-за ее отсутствия (древние, континентальные, “немые” толщи и т. д.). В то же время великолепная идея геологического картирования масштаба 1: 1 000 000, а в перспективе 1: 500 000 и 1: 200 000 огромной территории бывшего СССР требовали простого, однозначного метода картирования. Тогда (и сейчас) стоял вопрос, что картировать? Ответ был простой и, казалось бы, вполне логичный – **породные тела** с определением и указанием их возраста, легко выделяемые в обнажениях и скважинах. Их-то и называли свитами. Свита – основная стратиграфическая картировочная единица. Огромный маховик Всесоюзного картирования был запущен: ограниченные по времени выполнения планы отчетов по планшетам требовали не столько качества, сколько количества квадратных километров, покрытых съемкой, многочисленными (нередко фиктивными) “точками” наблюдений и бурения. До недавнего времени подобная ситуация складывалась и в нефтяной геологии. Платили за метры бурения, а не за результаты. Процветали приписки пробуренного метража.

Ненаучный принцип “удобства” и простоты выделения свит заставил признать их **основными стратонами** местных стратиграфических подразделений [СК, 1977].

Картировочная функция свиты-стратона важная, но не основная. Главная функция стратона – корреляционная. Но ее-то подавляющее большинство свит и не в состоянии выполнять из-за существенного “скольжения” границ и стратиграфического объема, официально признанных большинством геологов [СК, 1992].

Невольно возникает ряд вопросов.

- Зачем нужен такой стратон (да еще категории основных), который не способен выполнять свою основную функцию?

- Почему бы подобные геологические тела не называть формациями, как это делают геологи во всем мире?

- Если не свита, то какой же стратон может выполнять корреляционную функцию при сопоставлении геологических разрезов?

- Что делать с гигантским количеством свит, нашедших отражение на геологических картах, стратиграфических схемах, в справочниках, многочисленных официальных документах и т. д.?

К термину свита привыкли, и маловероятно, что многие геологи способны отказаться от него в обозримом будущем. Интуитивно или осознанно, спасая свиту, геологи придумали новый стратон – горизонт. Он-то и должен по замыслу его создателей выполнять корреляционную функцию региональных стратиграфических подразделений. Ниже специально будет рассмотрен вопрос, касающийся реального и мнимого значения горизонта как стратона, регояруса. Здесь лишь отметим, что он также как и свита не в состоянии выполнять корреляционную функцию, так как выделяется либо в объеме и границах свиты и с ее же названием, либо представляет комбинацию свит или их частей. Кризисная ситуация не устраняется, а усугубляется.

Обострение кризиса и необходимость выхода из него особенно ярко проявились с признанием клиноформ (клиноциклитов) стратонами [Гурари, 1994; Дополнения..., 2000], с которыми связаны основные запасы нефти ЗС (и более половины добычи страны, вышедшей в 2002 г. на первое место в мире по этому показателю). Клиноформы – породно-слоевые системы с относительно изохронными границами. Если и скользят их границы в каком-то диапазоне, то нет метода доказать, установить (уловить) это скольжение. Традиционный палеонтологический метод не в состоянии это сделать. Так, например, объем самого дробного биостратиграфического подразделения *зоны* может вместить до четырех-пяти клиноформ-стратонов [Карогдин и др., 2000].

В последнее время выясняется, что не только неокомские, но и верхнеюрские, а также верхнемеловые отложения имеют так или иначе выраженное клиноформное строение. Ситуация явно кризисная. Видимо, это одна из главных причин того, что уточненный вариант схемы мезозойско-кайнозойских отложений ЗС уже третий год не может быть рассмотрен и принят. Нет приемлемого варианта отображения клиноформного строения неокома, а клиноформное строение верхней юры и верхнего мела даже не обсуждается. В связи с тем что ни “главный” местный стратон–свита, ни “основной” региональный стратон–горизонт не способны выполнять корреляционную функцию, нет и не может быть обоснованной субординации, непротиворечивой номенклатуры бассейновых стратонов. Он проявляется и в фактическом непризнании целыми коллективами и многими организациями официальной стратиграфической схемы из-за ее противоречивости. Одни пользуются предыдущей схемой, другие создают собственные (“доморощенные”), понятные только им. Это касается и индексации продуктивных и сейсмических отражающих горизонтов, “привязанных” к той или иной стратиграфической схеме.

Ущербность стратиграфической схемы и в том, что в ней не нашли отражение явные региональные стратиграфические несогласия. Это и в теоретическом, и в практическом отношении важнейший элемент любой стратиграфической схемы. Основные залежи нефти и газа, а также битумов гигантских месторождений мира связаны со стратиграфическими несогласиями (ловушками).

Основные причины кризиса и пути выхода из него

Одна из причин кризиса, лежащих в основе большинства его составляющих, в том числе и обозначенных выше, заключается в следующем. Парадоксально, но нет непротиворечивого определения **стратона**, являющегося основным понятием стратиграфии. Оно подобно таким, как **элемент** – в химии, **минерал** – в минералогии, **порода** – в литологии, **клетка** – в цитологии, организм – в биологии и т. д. Эта причина является следствием слабой разработки теоретической базы стратиграфии. Нет непротиворечивого определения основного понятия, нет и логически непротиворечивой стратиграфической классификации (стратонов) в официальных стратиграфических документах и предписаниях [СК, 1977, 1992, Дополнения..., 2000; и др.].

Ни одно даже из основных понятий стратиграфии не рассматривается с позиции системного подхода. Полное игнорирование системной методологии и отсутствие даже попытки использования ее принципов, законов, правил в официальных стратиграфических документах [СК, 1977, 1992, Дополнения..., 2000 и др.], а также в подавляющем большинстве публикаций и учебников, вероятно, и является основополагающей причиной кризиса, хотя термин “геологическая система” (юрская, меловая и др.) издавна используется в стратиграфии, но без аргументации системности понятия. Это, по существу, “биосистемы” (общие, планетарные стратоны) и, на наш взгляд, выделение их границ и объемов далеко не всегда бесспорно с позиции и требований системного анализа.

Итак, две названные причины кризиса, одна из которых является следствием другой, представляются основными (базисными) в возникшей кризисной ситуации бассейновой стратиграфии. Их первопричиной правомерно считать полное игнорирование системного подхода, системной методологии. В общем-то это вполне естественная ситуация для развивающейся науки. С преодолением данного кризиса может возникнуть новый, который будет также преодолен. И в этом возникновении и преодолении противоречий и кризисов проявляется диалектика развития всего, в том числе науки. Некоторые геологи, стратиграфы совершенно напрасно воспринимают ситуацию со свитой как личный кризис, трагедию. Большинство выделенных свит (и вообще литостратонов) являются, по существу, частями и (или) элементами породно-слоевых систем, т. е. “кирпичиками”, без которых невозможно собрать “блоки” (системы). “Свитный этап” стратиграфических исследований является вполне естественным, предшествующим этапу системных исследований, и ошибочно считать его завершением, окончанием теоретических разработок бассейновой стратиграфии. Об этом свидетельствует целый ряд фактов: появление горизонта в качестве стратона (регояруса), сиквенс-стратиграфии и литмостратиграфии с их стратонами-системами и ещё 150 “стратиграфий” [Егоян, 1989].

Ниже предпринята попытка сформулировать ряд важнейших принципов системно-стратиграфической

методологии с целью использования их при анализе современных схем и конструировании нового варианта стратиграфической модели ЗС.

Основные принципы системно-стратиграфической (литмостратиграфической) методологии*

Автором уже предпринималась попытка осмыслить методологические принципы общей теории систем, адаптировав ряд из них к литмологии, а также стратиграфии [Карогодин, 2001, 2001а].

Учитывая зауженность в настоящей публикации рассмотрения методологических вопросов до стратиграфии (а не литмологии или геологии в целом), не будем останавливаться на таких основных категориях *системной философии*, как *существование*, *множество объектов*, *единое*, *единство* и *достоинство* [Урманцев, 2001]. Примем их как аксиомы. Рассмотрим лишь квазиерархический ряд принципов, имеющих явную значимость и вполне определенное отношение к решению вопросов теоретической стратиграфии и использованию их в практических целях.

Принципы, как известно, выражают некоторую общую закономерность в жизнедеятельности объектов, которая используется в качестве эвристического методологического регулятива, управляющего деятельностью ученого в познании конкретных законов объекта – это некое “русло”, мысль, направляющие исследователя. Принцип задает границы для мысли. Мысль, если хочет отвечать объекту, не должна нарушать принцип его жизнедеятельности.

Назовем основные принципы:

- *системности*
- *цикличности*
- *дуальности и диморфизма*
- *квантовости (квантованности)*
- *иерархичности (субординации, вложенности)*
- *целостности*
- *интенсивности (связей элементов внутри системы)*
- *координации*
- *классифицируемости и минимизации*
- *прогностичности*
- *массового “производства” (“тиражирования”)*
- *системогенетичности.*

Краткие комментарии принципов

Принцип системности

Мир системен (и хаотичен, системно-хаотичен), *истина системна*. Конечная цель науки – понять, рас-

крыть законы природы, природного объекта исследования и изложить на языке науки. Поэтому важно (необходимо) изучать объекты-системы, а не просто фрагменты природы, произвольно вычленимые в ее пространстве и времени, без осознания их системного характера. Подобно другим, принцип системности представляет собой единство онтологического, гносеологического и методологического аспектов.

Учитывая прикладную направленность публикации, нецелесообразно акцентировать внимание на философской категории “*хаоса*”, сопряженной с категорией “*система*”. Раскрытие содержания антиподных понятий-категорий *система-хаос* требует специального рассмотрения вообще и в геологии, в частности. В геологической истории Земли (как и в человеческой, социальной) эпохи системного развития нарушались хаотическими эпизодами, которые, вероятно, имели периодически (или квазипериодически) системный характер.

Системный подход реализуется в рамках более общего мировоззренческого принципа или подхода, который можно назвать *предметоцентризмом*, противопоставив его *топоцентризму*. В рамках предметоцентризма мир представляется совокупностью предметов, свойства которых обусловлены их внутренней природой, а связи устанавливаются в соответствии с этими свойствами. Возможен, в принципе, топоцентрический, асистемный подход к природе, когда она рассматривается как целостность, фрагменты которой обладают теми или иными свойствами только в силу этого целого и только в составе этого целого. Здесь нет элементов, их свойств, которыми они обладают вне системы, нет их связей, заданных этими свойствами и их структуры, как феноменов, не зависящих от целого. Этот подход реализован в общей теории относительности, где геометрия пространства задает характер тяготения отдельных масс. Масса тела определяется не чем-то в самом теле, а всеми тяготеющими массами во вселенной. Хотя литмология и литмостратиграфия (в нашем исследовании) остаются в рамках предметоцентризма и системных представлений о мире, мы сочли полезным показать иные, альтернативно возможные подходы.

Основным объектом исследования бассейновой стратиграфии (как важнейшей составной части литмологии) являются *породно-слоевые целостные* (в определенном отношении) *тела-системы*.

Из этого основополагающего принципа *вытекает* (выводится) *принцип-следствие цикличности*, который можно сформулировать следующим образом.

Породно-слоевые тела-системы – это тела седиментационных циклов (циклиты) любой природы (тектонической, эвстатической, климатической, эоловой, комбинированной и др.).

Принципы докладывались на научной сессии “Проблемы стратиграфии и палеогеографии бореального мезозоя”, проходившей в ОИГГМ СО РАН 23–25 апреля 2001 г. Кроме того, они обсуждались на философско-методологических семинарах в Институте философии СО РАН (руководитель канд. философ. наук А. Л. Симанов), на совместном семинаре кафедры философии НГУ (руководитель докт. философ. наук С.С. Розова) и Института геологии нефти и газа СО РАН, на Первом Всероссийском совещании “Меловая система России: проблема стратиграфии и палеогеографии”, 5 февраля 2002 г. в Москве (МГУ), на X научном семинаре «Система Планета Земля» в Гос. геол. музее им. В.И. Вернадского РАН, 7–8 февраля 2002 г. в Москве (руководитель академик-секретарь Отделения Наук о Земле РАН – Д.В. Рундквист).

Сама по себе мысль не нова. Тела седиментационных циклов, называемые по-разному (флеци, ритмы, циклы, комплекс-циклы, циклокомплексы, циклотемы, синтемы и т. д.), выделяли и использовали многие геологи в различных целях (картирование, корреляция, прогноз и поиск различных полезных ископаемых и др.), начиная с Эйфельда [1827]. Исследователи, естествоиспытатели всегда пытались интуитивно отыскать и изучить объекты-системы. Но только с развитием общей теории систем стало возможным реально осознать важность подобных процедур и разработать принципы, правила и методы вычленения и изучения систем различного рода (и ранга) в непрерывном пространстве геологических разрезов. Сложность однозначного вычленения породно-слоевых тел-систем в геологическом разрезе заключается в его пространственной непрерывности. Одна система от другой не отделены пространственно, как, например, планеты, звезды, растения, животные и др. Для выделения породно-слоевых тел-систем (и им подобным) необходимо разработать правила их опознания и вычленения в разрезе, а также умение ими пользоваться. Правила разработаны [Карогодин, 1980, 1985, 1990], а умение и навыки приходят с обучением и работой. К сожалению, знание правил, как свидетельствует анализ публикаций, не всегда означает умение правильно ими пользоваться (за нарушение правил водителей штрафует ГАИ).

Цикл (в том числе седиментационный) представляется как “волна единства прошлого и будущего”, где прошлое порциями, квантами (реализация принципа *квантовости*) “выталкивается” из системы. С этих позиций любой цикл, любая “волна” есть “маятник” между прошлым и будущим в системе [Субетто, 1994, с. 8]. Циклы любой природы, в том числе седиментационные, биологические и другие – это типичные, ярко выраженные целостные системы со всеми присущими им атрибутами.

В седиментационном цикле (и циклите) как системе со всей очевидностью проявляются все основные законы диалектики: *единства и борьбы противоположностей, отрицание отрицания и переход количества в качество* [Карогодин, 1980]. Образное выражение цикла и цикличности, по удачному сравнению Ю.Н. Соколова, – это лента Мебиуса. Она, сочетая в себе круг и спираль, образует “геометрию”, структуру взаимодействия противоположных элементов цикла и предстает как *кругоспираль*. “Поскольку каждый кругооборот является лентой Мебиуса, т.е. кругоспиралью, то возникает цепь взаимосвязанных кругоспиралей. Любой кругооборот в этой цепи есть ее необходимое звено, без которого цепь существовать не может. Итак, всеобщее предстает как геометрия ленты Мебиуса” [Соколов, 1999, с. 22]. Иными словами цикл, по его мнению, является всеобщим образованием, основой мироздания. В этой связи уместно заметить, что новое – это хорошо забытое старое.

В тридцатые годы двадцатого века концепция цикличности была той осью, вокруг которой вращалась геологическая мысль. И ее противники не без опаски отмечали, что “... идеи цикличности пронизывают все теоретические построения геологии”, и она становится своего рода “философией” [Боганик, 1939, с. 79]. И эта идея беспокоила ее противников, являясь якобы буржуазной, реакционной, не вписывающейся в марксистско-ленинскую идеологию*. И началась травля таких видных ученых-педагогов, как академик А.А. Борисяк, А.Д. Архангельский и др. И статьи публиковались не в каких-нибудь провинциальных изданиях, а в журнале “Советская геология”. Ибо было “необходимо пересмотреть и коренным образом переработать все учебные пособия по геологии так, чтобы они давали правильное естественное научное миропонимание в духе великого учения Маркса, Энгельса, Ленина и Сталина” [Там же]. И далее: “Концепция цикличности насквозь метафизична и не отвечает тому громадному фактическому материалу, который накоплен уже геологической практикой. Реакционная сущность этой концепции для советского читателя ясна”. И “... надо прежде всего совершенно отбросить концепцию цикличности, которая по существу своему отрицает всякое развитие, сводя его к механическим изменениям или к изменениям “обстановки”, поэтому ее нельзя совместить с диалектикой” [Там же, с. 85]. Подобные выпады против сторонников идеи, концепции цикличности в геологии не прошли бесследно, хотя они и не были столь жесткими и жестокими (уничтожающими) как для генетиков и кибернетиков. В геологии слова цикл и цикличность стали заменяться терминами ритм, ритмичность, период, периодичность, этап, этапность и др. Некоторые рецидивы подобного негативно-враждебного отношения к геологической цикличности наблюдаются и сейчас.

Принцип дуальности и диморфизма

Система и системный мир дуальны. Философы считают дуальность законом управления и организации систем. Принцип системного *диморфизма* – следствие закона дуальности организации мира.

Дуальность отражается как в процессе, так и в его следствии, вещественном его “носителе” (“представителе”, “выразителе”). Породно-слоевые системы – вещественное выражение процесса седиментационных циклов.

Ю.Н. Соколов в своих постулатах по общей теории цикла не без основания утверждает: “Принципиальная структура кванта взаимодействия определяется наличием в нем двух взаимопротивоположных полюсов, находящихся в процессе взаимоперехода друг в друга” [1999, с. 24].

Проявление принципа диморфизма можно проиллюстрировать следующими простыми примерами:

* В марксистско-ленинскую философию она действительно не вписывается, но все четыре закона диалектики великолепно отражаются в цикличности [Карогодин, 1970].

- “трансгрессия” и “регрессия”, “подъем” и “падение” уровня океана (динамический, эвстатический диморфизм океана);

- “зима и “лето”, “ледниковье” и “межледниковье” (климатический диморфизм);

- северный и южный полярный и магнитный полюса (географический и магнитный диморфизм);

- “нефть” и “газ”, “газ” и “газовый конденсат” (фазовый диморфизм углеводородов);

- “протоны” и “нейтроны” (атомный диморфизм);

- “родо-видовое расширение” и “сокращение” в живой природе (эволюционный диморфизм).

Ранее этот принцип использовался нами в качестве одного из четырех основных правил (“двуединого строения”) выделения породно-слоевых систем (циклитов). В диалектике он известен как один из основных ее законов – *единства и борьбы противоположностей*.

Поистине пророческим является утверждение Тита Лукреция, высказанное им более двух тысяч лет назад о том, что “у каждой половины найдется своя половина”. Он явно (или интуитивно) имел в виду целостные системы, как основу мироздания. Система, в которой одна из двух ее частей (половин) равна нулю (или близка к нему), считается *вырожденной*. Двуединство единого (одинакового, однородного, однополого) – это тоже вырожденная система (сиамские близнецы, “семья” гомосексуалов и им подобные). Такого рода системы в живой и неживой природе не обладают целым рядом важных свойств и качеств системы, в том числе таким, как способность к тиражированию и воспроизводству себе подобных, а следовательно, обречены на гибель (например, диктаторские режимы любого уровня).

В стратиграфии использование этого принципа чрезвычайно важно при формулировании основного понятия стратиграфии – **стратон**. Забегая вперед, отметим, что ранее при определении таких, казалось бы, важных понятий стратиграфии, как горизонт, свита (формация) и даже геологическая система, этот принцип игнорировался. Дуальность и диморфизм – это атрибуты, неотъемлемые свойства целостной системы любой природы.

Как ни странно, но большинство “геологических систем” не отвечает данному принципу, а следовательно, статусу целостных систем. И нет сомнения, что с учетом требований теории систем, системного анализа будут сформулированы принципы их выделения, и если не пересмотрена и перестроена “общепринятая” шкала “геологических систем”, то существенно уточнена. Такие попытки уже предпринимаются геологами.

Вероятно, следует отметить, что у формаций, в любом их понимании (кроме М.А. Усова), как впрочем у свит и многих других объектов исследования геологии, нет “своих половин”. Следовательно, они не отвечают требованию целостности породно-слоевых систем, поэтому не могут быть объектом “интегрирующей науки” – формациологии. В этом видится главная причина того, что формациология не состоялась как интегрирующая наука геологии. И это несмотря на то, что основателями этого учения были такие крупные геологи, как Н.С. Шацкий, Н.П. Херасков, Н.Б. Вассоевич,

Ю.А. Косыгин, В.А. Попов, Д.В. Рундквист, Н.М. Страхов, В.М. Цейслер, М.А. Штрейс, В.Е. Хаин, М.К. Коровин, В.И. Драгунов, В.А. Жариков, А.Л. Яншин и др. Даже известный академик-философ Б.М. Кедров [1967] считал понятие “формация” таким же важным, как “вид” в биологии, “элемент” в химии и т.д. Учение о формациях (формациология) ставилась в иерархический ряд интегрирующих наук геологии: минералогия – литология – формациология.

Принцип квантовости

Квантовость – неотъемлемое свойство мироздания вообще и его системности в частности. Сама система – квант, ее элементы и части – кванты (субкванты), порции организующей материи. Смена одной системы другой (циклита циклитом) – это и есть проявление одного из основных законов диалектики – *отрицание отрицания*. Ю.Н. Соколов вводит понятие “квант взаимодействия”, которое в его пяти постулатах (“положениях”), общей теории цикла “является центральным” [1999, с. 17].

Определенное отличие “кванта” и “кванта взаимодействия” в нашем понимании от Ю.Н. Соколова заключается в следующем. В его рассуждениях и пояснениях, “квант взаимодействия” – это элементарный строительный материал, кирпичик мироздания. Элементарные кванты создают систему квантов взаимодействия “матрешку в матрешке” [Там же, с. 24].

В нашем понимании “квант” – это и система (любая, а не только элементарная), и ее элементы, части (“порции”). Может быть, для такого рода квантов следует предложить другой термин – например, “субкванты”. “Квант взаимодействия” – это не сама система, а важнейшее ее свойство – *связь элементов*, частей (субквантов) системы.

Соблюдение данного принципа в стратиграфии вообще и бассейновой, в частности, чрезвычайно важно. В одном случае это связано с выделением составляющих стратона – элементов, частей (и их границы). Они обладают свойствами, важными как для стратиграфии, так и для прогноза и поиска различных полезных ископаемых. В нефтяной геологии в зависимости от типа литогенеза наблюдается вполне закономерная связь коллекторских горизонтов и экраняющих толщ со структурой (элементами) стратона-системы (циклита). Коллекторские горизонты различных элементов слоевых систем-стратонов разного ранга существенно отличаются фильтрационно-ёмкостными свойствами. Этот принцип сопряжён с принципом иерархии, субординации. В стратиграфической терминологии его проявление принято называть номенклатурой стратонов.

Принцип иерархичности (субординации)

Целостная система иерархична сама по себе: целое – части – элементы. В то же время она является элементом или частью системы более “высокого ранга”. Иерархичность – атрибут системности, а следовательно, и цикличности. “Системоиерархичность определяет циклоиерархичность” [Субетто, 1994, с. 13]. *Циклоиерархичность определяет стратониерархичность*. Ранг лит-

мостратонов определяется рангом циклитов. Стратоны-системы – это основные стратоны. Их части, элементы – вспомогательные, дополнительные “стратоны”. Этот тезис будет развернут ниже при рассмотрении проблемы стратонов, их иерархии (номенклатуры) и классификации бассейновой стратиграфии. В частности, при рассмотрении правомерности и обоснованности ввода в стратиграфическую номенклатуру “горизонта”, содержания современного понятия “свита” и др.

“Система квантов взаимодействий устроена по принципу “матрешка в матрешке”, где один квант взаимодействия входит в другой, более широкий” [Соколов, 1999, с. 24]. Циклоиерархичность можно представить как вихреобразную структуру, свойственную, видимо, всему мирозданию. Иерархичность – также неотъемлемый атрибут системного мира (мира систем, системы систем).

Смена ранга системы – это смена ее качества. И это проявление еще одного из основных законов диалектики – *перехода количества в качество*.

Поиск иерархии системных объектов (системы систем) – мощный исследовательский, творческий стимул. По существу, это поиск законов композиции изучаемого объекта, что и есть одна из актуальных задач науки. Законы композиции введены в “структуру” системной философии как важнейшая (пятая) предпосылка – философская, логическая, математическая категория “*достаточности*” [Урманцев, 2001, с. 10].

Принцип координации

Системная координация проявляется в гетеросистемности. Мир гетеросистемен. Системы разного “качества”, их подсистемы связаны, скоординированы, согласованы между собой. Поиск законов координации систем различного ряда не менее важен, чем поиск законов композиции, но менее очевиден и поэтому более сложен в практической реализации. Дискоординация, отсутствие согласованности подсистем и систем (в системе систем) – “болезнь”, деградация (хаос). Координация порождает гармонию, симметрию, золотое сечение. В стратиграфии этот принцип реализуется как принцип *взаимозаменяемости* (Мейена), являющийся определенным следствием (правилом) системной координации.

Принцип целостности

Категория целостности сопряжена с категорией системы. Целостность – фундаментальная характеристика системности. Она проявляется в *диморфизме и интенсивности связей* между элементами (субквантами) и частями внутри системы. На ее границах связь между элементами ослабевает или “разрывается” вовсе (проявление принципа квантовости). Наиболее ярким, очевидным проявлением данного принципа в литмостратиграфии являются перерывы в осадочных толщах, означающие разрыв связей во времени формирования отложений, т.е. границы породно-слоевых систем.

Принцип интенсивности (связи элементов системы) сопряжен с принципом целостности. Интенсив-

ность связи элементов системы (внутри системы) позволяет выявить ее целостность, качественно или даже количественно определить границы между системами одного “рода” (и “качества”), понять и сформулировать эмергентное (интегративное, системообразующее) свойство изучаемой системы.

В литмостратиграфии интенсивность связей внутри системы проявляется в относительной непрерывности изменения ее **существенных** вещественно-структурных свойств от элемента (слоя, слоевой ассоциации) к элементу (слою, слоевой ассоциации) в вертикальном разрезе седиментационного бассейна, относительно непрерывной **во времени** последовательности напластования. Наиболее ярко разрыв связей, т.е. границ породно-слоевых систем, как отмечалось выше, отражают перерывы в осадконакоплении (разрывы во времени формирования породных слоев), размывы, т.е. стратиграфические несогласия (еще одно проявление принципа квантовости). А это и есть границы тел седиментационных циклов – циклитов и сиквенсов, по определению.

На основе этого принципа сформулировано (и непременно используется) одно из четырех правил – **характера границ** при выделении циклитов и сиквенсов. В стратиграфии (с учетом ее специфики) данный принцип известен как **принцип Дарвина – неполноты стратиграфической летописи**.

В Международном стратиграфическом руководстве [1994], как и в кодексах ряда стран, *породные тела, ограниченные несогласиями, признаны стратонами*. Иными словами – циклиты и сиквенсы, синтемы мировым сообществом стратиграфов признаны стратонами. К тому же, в “Дополнениях к стратиграфическому кодексу России” [2000] отмечается, что “учёт перерывов исключительно важен как при стратиграфической корреляции, так и при восстановлении геологической истории региона” [с. 51].

Принципы классифицируемости и минимизации

Любая система есть классифицирующая система, которая, преобразуя “вход” и “выход”, осуществляет классифицирование. Если фундаментальной характеристикой системности является целостность, то фундаментальной характеристикой классифицированности является *разнообразие* (закон полиморфизма).

Классификация есть всегда упорядоченное разнообразие. Многое – в немногом, минимальном. Циклическая онтология, как точно отметил А.И. Субетто [1994], замыкает дуальность системно-классификационной онтологии. Закон инвариантности и циклическости развития определяет не только любую систему как “систему-цикл” или “систему-волну” (постфутуристический диморфизм системы как “застывшая” волна), но и любой класс (таксон, квалитаксон) как “класс-цикл” или “класс-волну”.

Системно-классификационный принцип отвечает (и определяет) “*классифицированность внутри любой системы и системность любой классификации в «мире систем»*” [Субетто, 1994, с. 18].

Создать классификацию системного объекта, значит свести множество понятий к упорядоченному ми-

нимуму [Розова, 1986]. Творец, безусловно, “железный” логик и великий математик, поскольку разнообразие законов Природы зиждется на ограниченном числе физических постоянных величин (констант): скорость света Больцмана, квант момента импульса, постоянная Планка, масса и энергия покоя электрона, протона, массы Земли и Солнца и др. Ю.Н. Соколов [1999] считает, что “золотое сечение выступает как универсальная мировая константа. Однако природа золотого сечения остается непознанной. Мы думаем, что природу золотого сечения можно раскрыть только в рамках общей теории цикла” [Там же] и системной философии (добавим от себя). Невероятное разнообразие цветовой палитры и световой гаммы в семи цветах и семи нотах – сведение бесконечно многого к немногому (минимальному).

Принцип минимизации звучит в унисон с первым (основополагающим) постулатом общей теории цикла Ю.Н. Соколова [1999]. “Природа, объективный мир устроены не просто, а гениально просто. Задача заключается в том, чтобы понять эту простоту” [с. 17]. Второй его постулат, который мог бы иметь прямое отношение к принципу минимизации, формулируется следующим образом. “Природа, объективный мир имеет только один-единственный закон, один принцип своего существования” [Там же]. Он не столь очевиден, как первый, и требует пояснения, осмысления.

Как отмечалось выше, до сих пор нет устойчивой и непротиворечивой классификации стратонов. Это порождает множество противоречивых, существенно меняющихся от совещания к совещанию региональных стратиграфических схем в пределах одного бассейна. “Стратиграфическая классификация”, предлагаемая в СК [1977, 1992], противоречива, так как в ней нарушены многие логические процедуры, что также провоцировало кризис стратиграфии.

Принцип прогнозируемости

Он в значительной мере порожден принципом классифицируемости. Системная классификация обладает важнейшим свойством прогнозирования, предугадывания явлений, процессов, свойств **системного объекта**. Ярким примером является таблица–классификация (классификация–закон) Д.И. Менделеева. Ряд элементов, еще не открытых в его время, был предсказан, спрогнозирован им, благодаря системной классификации элементов, по их важнейшим, существенным свойствам. Так, спустя 15 лет, были открыты Леко де Буабодраном галлий, спрогнозированный и названный Д.И. Менделеевым “экаалюминием”, Л.Ф. Нильсоном – скандий (“экабор”), К.А. Винклером – германий (“экасилиций”). Классификация Д.И. Менделеева, как известно, позволила также уточнить и исправить массу ряда элементов и т.д.

В геологии вообще, а в литмологии в частности, базирующейся на стратиграфии, этот принцип не менее важен, чем в любой другой науке. Ошибки в прогнозировании нахождения месторождений полезных ископаемых, строительстве жилых и различного рода промышленных сооружений, точного предвидения геологических (землетрясений, извержений вулканов, цунами, на-

воднений, потеплений и похолоданий и т.д., и т.п.) и социальных (экономических кризисов, войн, революций и т.д.) процессов дорого обходятся человечеству.

В нефтяной литмологии решается ряд важнейших задач прогнозирования: стратиграфического положения коллекторских горизонтов и экранирующих толщ, их качества, иерархии, связи с ними определенных типов резервуаров, ловушек, залежей углеводородов. Последнее весьма важно для оптимальной организации поисково-разведочных, а также эксплуатационных работ. Прогноз пространственно-временного положения перерывов и размывов в осадочном чехле нефтегазоносного бассейна напрямую связан с прогнозом стратиграфических ловушек. Именно к ним приурочено большинство основных залежей углеводородов месторождений-гигантов мира (Самотлор, Техас, Панхендл-Хьюгтон, Прадхобей, Хасси-Р-Мель, Хасси-Мессауд и др.). Со стратиграфическими ловушками связаны не только отдельные залежи, но и нефтегазоносные зоны, в том числе с гигантскими запасами битумов (Атабаски в Канаде, южного борта Оринокского прогиба Венесуэлы и др.).

В этой связи следует отметить, что на официальной стратиграфической схеме Западной Сибири в разрезе юрско-меловых продуктивных отложений нет ни одного регионального перерыва. В этом бассейне, в отличие от некоторых других, их трудно выделить. Однако системный подход позволяет их прогнозировать.

Общеизвестно, что стратоны во многих разрезах ряда бассейнов (особенно древних, континентальных) выделены условно, т.е. предполагается, прогнозируется их пространственно-временное положение и границы. При этом, как правило, интуитивно используются интегрированные системные принципы цикличности–координации и прогнозируемости. К тому же необходимо учитывать ещё один, скорее, общелитмологический, чем сугубо стратиграфический принцип.

Принцип массового “производства” (“тиражирования”)

Природа создает (творит, производит, рождает) свои объекты–системы того или иного рода, вида, типа, уровня организации не в единичных экземплярах, а массово (большими, нередко огромными “тиражами”). Это наблюдается на любом уровне организации живой и неживой материи: атомном, атомно-молекулярном, минеральном, породном, планетарном и т.д.

На базе этого принципа в литмологии сформулировано “*правило рядов*”, важное при выделении и диагностике вещественно-структурного типа циклитов в разрезе и их прогнозе. Смысл его заключается в том, что циклиты определенного вещественно-структурного типа в разрезе следуют рядами, сериями (а не в разнорядно, не хаотично), закономерно сменяя друг друга. Нередко тысячеметровые толщи пород разреза (например, флишевые, молассовые и др.) представлены только одним типом циклита.

Принцип системогенетичности (системогенетики)

Системогенетика есть внутреннее содержание эволюции, определяющее механизм ее движения. В этом

смысле системогенетика суть “ядро” эволюционики. *Системное наследование*, по выражению А.И. Субetto [1994], *циклично, а цикличность – системогенетична*. Этот принцип напрямую относится к биостратиграфии, т.е. к стратонам общей (международной) шкалы. Он является важнейшим на протяжении всего процесса изучения объекта-системы и приоритетным на заключительном его этапе. В итоге (но не на начальном этапе исследования) необходимо познать генетическую сущность системного объекта. А это уже задача не столько стратиграфии, сколько литмологии и литмогенеза. Это ответ на вопрос: “Почему так?”

Системная методология, её основные принципы, категории, законы и правила – это та “нить Ариадны”, которая в итоге позволит выйти из тупиковых лабиринтов современной бассейновой стратиграфии (и не только её).

Циклит-система

Любые циклы, в том числе седиментационные и их вещественное выражение (представители, вещественные “носители” процесса) являются целостными (во времени формирования) породно-слоевыми системами, со всеми присущими им атрибутами. Именно поэтому важно, необходимо максимально использовать наработки системного анализа и теоретико-методологическую базу общей теории систем. По крайней мере те принципы, которые очевидны, понятны и важны в решении тех или иных теоретических вопросов стратиграфии.

Носителем, вещественным представителем седиментационного цикла является породно-слоевая система – **циклит**. Его отличие от породных тел циклов, “ритмов”, “периодов” в прежнем толковании заключается в осознанном представлении (“конструировании”) объекта исследования в качестве породно-слоевой системы, интегративным (эмергентным) свойством которой является *связь элементов во времени* их формирования, а поэтому и относительная изохронность границ. Сформулированный выше принцип цикличности, является важнейшим в системно-литмологическом и литмо-стратиграфическом анализах.

Стратон-система

Как уже отмечалось, первооснова кризисной ситуации в бассейновой стратиграфии, на наш взгляд, заключается в полном игнорировании системной методологии при формировании её понятийно-терминологической базы. Нет вообще логически непротиворечивых определений важнейших понятий, в том числе основополагающего, базового – **стратон**. Так, в последнем СК-1992 его толкование дано в следующей редакции.

“**Стратиграфическое подразделение (стратон)** – совокупность горных пород, составляющих определенное единство и обособленных по признакам, позволяющим установить их пространственно-временные соотношения, т.е. последовательность формирования и положение в стратиграфическом раз-

резе. Каждому стратиграфическому подразделению соответствует эквивалентное ему геохронологическое подразделение” [СК, 1992, с. 21].

Это определение неточное и противоречивое. Породы (подобно виду, элементу, минералу и т.д.) – не тело. Поэтому невозможно установить пространственно-временное соотношение горных пород. Любой стратон – это геологическое тело по определению. В приведенной выше формулировке подразумевается под породой породное тело, но в нормативных документах страны, положения которых будут многократно тиражированы, необходимы строгие определения.

Требование-принцип соответствия **каждому** СП эквивалентного геохронологического подразделения предполагает изохронность (хотя бы относительную) границ СП, а значит, отрицание скольжения его возрастного объема. Относительная изохронность, по нашему мнению, главный признак стратонов, по крайней мере, основных. В противном случае, основная задача стратиграфии – пространственно-временное взаимоотношение породных тел, “положение в стратиграфическом разрезе” не может быть решена. Ни свиты (в подавляющем большинстве своем), ни формации в современном их понимании (и по методам выделения) не отвечают главному требованию (принципу) стратона. Поэтому и не могут претендовать на статус стратонов, основных стратонов. “Определенное единство” пород без указания, в чём это единство – бессмысленно.

Наше определение стратона, с позиции изложенных выше системных принципов, следующее.

Стратон – это относительно целостное во времени формирования, а следовательно и относительно изохронное *породно-слоевое тело-система*, выделяемое в разрезе седиментационного бассейна по существенным признакам различными методами.

В настоящее время существует два подхода к выделению основных стратонов-систем: “классический”, традиционный – **биостратиграфический** и сравнительно новый, далеко не всеми признанный (как и все новое) – **литмостратиграфический**.

Важнейшее свойство стратона-системы любой природы – **изохронность** (относительная) его границ. “Относительная изохронность” означает, что величина “скольжения” границ стратона не может быть определена современными методами: палеонтологическим, радиометрическим и другими. Некоторое относительное (не абсолютное, не количественное) изменение “возрастного скольжения” границ стратона может быть выявлено на основе лишь детальной корреляции разрезов любым из существующих методов или их комплексом. Изменение стратиграфического объема стратона и его границ в результате перерыва в осадконакоплении и (или) размыва ранее образовавшихся отложений не должно считаться “скольжением”.

Исходя из изложенных принципов, следует признать правомерным принцип множественности стратиграфических шкал, по крайней мере, дихотомии (двоякости), провозглашенный еще С.Н. Никитиным – Ф.Н. Чернышовым [1889]. Развивая принцип Никитина-Чернышова,

с учетом современных разработок системного анализа (системно-литологического, в частности), можно постулировать следующее.

Главное уточнение этого принципа состоит в том, что одна из двух основных шкал стратиграфии должна строиться не на литологических, а на **литмостратиграфических подразделениях**, т.е. телах седиментационных циклов, которые являются породно-слоевыми телами-системами. Еще раз подчеркнем, что, исходя из общенаучного (и мировоззренческого) принципа **системности, основными объектами исследования любой науки, в том числе геологии и стратиграфии (в ее составе), должны быть, в первую очередь, объекты-системы, целостные системы** [Карогодин, 2001].

Изучение, конструирование основного объекта любой науки, в том числе и стратиграфии, как объекта-системы – это важнейший, ближайший путь достижения основной и конечной ее цели – выявления, раскрытия и формирования ее законов.

Как отмечалось выше, циклы любой природы, в том числе седиментационной, – это целостные системы. Естественно, более ста лет назад С.Н. Никитин и Ф.Н. Чернышов не могли воспользоваться теоретическими разработками общей теории систем, появившимися и сформировавшимися в более или менее определенном виде лишь в последние десятилетия двадцатого века. А в настоящее время даже изложена вполне обоснованная и непротиворечивая, на наш взгляд, системная философия [Урманцев, 2001].

Поскольку основными стратонами бассейновой (“региональной” и “местной”) стратиграфии официально признаны свита и горизонт, то в дополнение к отмеченному выше, целесообразно провести анализ этих понятий в историческом и системном аспектах.

Свита-стратон

История возникновения и признания свиты как стратона

Впервые термин “свита” официально был предложен комиссией по выработке проекта унификации стратиграфической и геохронологической терминологии в качестве стратиграфического подразделения (стратона) в одном ряду с такими терминами, как “ярус”, “отдел”, “система”, “группа”. Комиссия была создана по решению 1-го Международного геологического конгресса, состоявшегося в 1878 г. в Париже. Она же предложила исключить из стратиграфической терминологии понятие “формация”. При этом специальный акцент был сделан на то, что **формации не могут (и не должны) включать в себя понятие возраста и рассматриваться в качестве стратиграфических единиц, стратонов**. Следует заметить, что в составе комиссии были представлены 12 стран, в том числе А. Иностранцев от России.

Решение комиссии обсуждалось и было принято на 2-м Международном геологическом конгрессе (МГК), состоявшемся в 1881 г. в Болонье. Русская делегация на этом конгрессе настоятельно предлагала термин “свита” (или “комплекс”) для местных стра-

тиграфических подразделений. В России данный термин стал внедряться и довольно быстро получил широкое распространение.

Ранее (а в некоторых случаях и в наше время) свиты выделялись и именовались по трем различным признакам.

По доминирующему цвету слагающих пород. Например, розовая свита перми Поволжья (Ф.Н. Чернышов, С.Н. Никитин и др.); кирпично-красная, бледно-розовая свиты неогена Ферганы (В.И. Попов и др.); малиновые глины палеогеновых “слоев” (свиты) Ферганы (О.С. Вялов) и т. д. Академик О.С. Вялов термин “слой” нередко использовал как синоним “свиты”.

По литологическому признаку. Например, свита битуминозных известняков, свита пластов углей, ангидритовая свита и т.д. Эти два признака были главными как при наименовании, так и при выделении свит.

Позже и особенно в наше время (примерно с середины XIX века) наибольшее распространение получили свиты **с географическими названиями**, а признаки литологического состава (и часто связанного с ними цвета породы) были по-прежнему главными при их выделении в разрезе.

Впоследствии в разных странах появилась устойчивая (сепаратистская) тенденция устанавливать свои правила стратиграфической терминологии, номенклатуры и не только литостратонов. Чаще всего это делалось с нарушением постановлений и решений международных геологических конгрессов.

Первая такая схема была разработана специальной стратиграфической комиссией США и опубликована в 1933 г. В ней вместо термина “свита” был принят отвергнутый ранее для обозначения стратонов термин “формация”. Как известно, вопреки решениям геологических конгрессов, он широко распространен в настоящее время и вошел в стратиграфические кодексы, по существу, всех стран (кроме России), а также Международный стратиграфический справочник и руководство [1978, 1994].

В российской геологической литературе второй половины XIX столетия для местных стратиграфических подразделений часто употреблялся термин “свита”, за которым позднее (в результате упорной борьбы) “укрепилось значение основного подразделения местной (региональной) стратиграфической шкалы” [Стратиграфические подразделения..., 1954, с. 17].

В конце XIX столетия термин “свита” наиболее часто использовался с собственными географическими названиями. В XX столетии число таких названий нарастало как снежный ком по каждому региону. Так, в Стратиграфическом словаре мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности 1978 г. уже были сотни наименований, а к настоящему времени их число приблизилось к 1000 (а может быть, и превысило).

В 1952 г. во ВСЕГЕИ организована специальная Стратиграфическая комиссия Межведомственного стратиграфического комитета с участием многих ведущих стратиграфов (А.П. Ротай, Л.С. Либрович, В.В. Меннер, Б.С. Соколов, Е.В. Шанцер и др.). Основная

ее задача сводилась к разработке предложений по унификации стратиграфической терминологии и номенклатуры. В 1954 г. результаты комиссии опубликованы в виде книги “Стратиграфические и геохронологические подразделения”. В итоге работы комиссии появилось “временное положение” под названием “Стратиграфическая классификация и терминология” [СКиТ, 1956]. В этой публикации свита, как и подсвита, пачка, а также серия, *отнесены не к основным, а к вспомогательным, местным (региональным) подразделениям*, так как главный критерий выделения *основных* стратиграфических подразделений – “ископаемые остатки животных и растений” [Там же, с. 8]. Тогда это было вполне оправданно, ибо ни один из известных критериев не мог “сравниться по своему значению для стратиграфии с критерием палеонтологическим” [Там же, с. 9]. Заметим, что термины “местные” и “региональные” употреблялись во “временном положении” как синонимы.

Основным критерием выделения вспомогательных местных (региональных) единиц (свит и т.п.) является литологический – т.е. это, по сути, литостратиграфические подразделения, “используемые при геологическом **картировании** и для других **практических (поисково-разведочных и других) целей**” (разрядка наша – Ю.К.) [Там же, с. 11]. Представляется, что это было совершенно правильное решение и понимание **вспомогательной (картировочной)** роли литостратиграфических подразделений, главным из которых считалась свита. Таким образом, термин “литостратоны” – это, по существу, синоним “местных”, “региональных” стратонов, которому отводилась вспомогательная (картировочная) роль.

Известный стратиграф нашего времени О. Шиндевольф *литостратиграфию* считал простратиграфией, т.е. вспомогательной, временной, которая “становится излишней, как только удастся произвести истинно стратиграфическое расчленение” [Шиндевольф, 1975, с. 9]. По его мнению, литостратиграфию следует вообще “исключить из собственно стратиграфии” [Там же, с. 64]. И далее: “Литостратиграфия (англ. *lithostratigraphy*) – термин весьма неудачный. Поскольку любая стратиграфия имеет дело с породами, здесь налицо такой же плеоназм, как и у термина хроностратиграфия, дважды отражающего временной аспект стратиграфии” [Там же, с. 67]. “Создание литостратиграфии – легализованный шаг назад, ко времени У. Смита, Д. Орбиньи и Оппеля” и “литостратиграфии нет места в стратиграфическом кодексе” [Там же, с. 69].

Такого же или близкого мнения, как отмечает данный автор, придерживались и многие другие геологи (Мобеж, Холланд, Харрингтон, Миллер, Доновен, Симони, Липпольт, Ферверд, Видман и др.).

В 1965 г. опубликован новый, несколько переработанный вариант “Стратиграфической классификации, терминологии и номенклатуры”, подготовленный и утвержденный Межведомственным стратиграфическим комитетом СССР под редакцией А.И. Жамойды, в качестве обязательного положения для геологических организаций СССР.

В этой публикации также “... в качестве **вспомогательных местных (региональных) единиц** (разрядка наша – Ю.К.) принимаются следующие соподчиненные друг другу стратиграфические подразделения: **серия, свита, пачка**” [СКТиН, 1965, с. 29]. Из разъяснения следует, что в случае совпадения границ вспомогательных стратиграфических подразделений с границами единой шкалы в их выделении нет необходимости. “Свита – основная единица из вспомогательных стратиграфических подразделений” [Там же, с. 30]. Важнейшее свойство свиты – литологические однородности, внутреннее “единство”, позволяющие ее картирование по площади. Немаловажно, что “внутри свит не может быть существенных стратиграфических или угловых несогласий...” [Там же, с. 31]. “Свита обязательно должна иметь собственное географическое название...” и может быть признанной (действительно установленной) “только после опубликования ее полного диагноза, обоснования и указания стратотипа” [Там же]. Заслуживает внимания в рассматриваемом аспекте следующее замечание. “Во многих случаях такие подразделения отвечают крупным местным циклам седиментации, границы которых и принимаются тогда за границы соответствующих стратиграфических подразделений” [СК ТиН, 1965, с. 33].

В 1977 г. в свет вышел “Стратиграфический кодекс СССР”, как временный свод правил и рекомендаций, составители: А.И. Жамойда, О.Г. Ковалевский, А.И. Моисеева, В.И. Яркин. В этом документе содержатся существенные изменения в отношении рассматриваемых нами стратиграфических подразделений и, в частности, “свиты”.

Если в предыдущих публикациях и рекомендациях термины “местные” и “региональные” стратиграфические подразделения рассматривались как синонимы, и один из терминов ставился в скобки, то в данном кодексе они “разведены” по категориям.

К региональным стратиграфическим подразделениям отнесен **горизонт**, как *основная таксономическая единица региональных стратиграфических подразделений* и **лона** (провинциальная биозона).

Категория местных стратиграфических подразделений состоит из следующих единиц: *комплекса, серии и свиты*, а также *подсвиты*. **Свита** в трактовке кодекса уже не *вспомогательная*, а *основная таксономическая единица местных стратиграфических подразделений*. Подавляющее большинство свойств и признаков свиты те же, что и в предыдущем издании, но есть и существенное дополнение. Оно касается допустимого диапазона “возрастного скольжения” ее границ. Свите, как и другим местным подразделениям (поскольку они основные), разрешено лишь ограниченное “возрастное скольжение”. В противном случае нет основания переводить её из вспомогательных в основные стратоны. “Если геологический возраст местного подразделения установлен с точностью до отдела, то допускается “возрастное скольжение” его стратиграфических границ в пределах яруса, т.е. в пределах объема более низкого по рангу подразделения общей шкалы”

[СК, 1977, с. 27]. А поскольку “по своему объему свита чаще всего отвечает значительной части яруса, иногда же приблизительно целому ярусу...”, то “скольжение ее возрастного объема” допустимо до подъяруса [СК, 1977, с. 31]. Ограничение “скольжения” стратиграфического объема и границ свит [СК, 1977] не более, чем на пол-яруса, вынуждало геологов выделять несколько свит в литологически однородном породном теле, как только палеонтологически устанавливалось превышение допустимого диапазона скольжения.

Вспомогательными стратиграфическими подразделениями названы **литостратиграфические**, и к ним отнесены *толща, пачка, пласт и маркирующий горизонт*. Признаки выделения данных вспомогательных литостратиграфических подразделений практически ничем не отличаются от ставших основными подразделениями – комплексов, серий, свит, подсвит. И те и другие выделяются в основном по литологическим признакам и являются по своей сути литостратиграфическими подразделениями. Разница, по кодексу, в правилах их наименования. Серия и свита носят географическое название. Толща, в отличие от них, может иметь еще и название “горной породы” [СК, 1977, с. 35]. “Пачкам не рекомендуется присваивать географические названия”. “Они могут обозначаться числовыми или буквенными индексами с прибавлением в скобках названия горной породы (в именительном падеже, слагающих данную пачку)” [Там же]. Рекомендация не присваивать пачкам географические названия, геологами Западной Сибири (ЗС) полностью проигнорирована. По существу, все более или менее выдержанные глинистые пачки мезозойского разреза, вопреки рекомендациям СК, получили собственные названия (кошайская, арктическая, савуйская, пимская, сармановская, чеускинская, радомская и др.) и внесены в стратиграфическую схему 1991 г. Глинистые пачки в разрезе мезозоя ЗС – это экраны залежей углеводородов и поэтому геологами-нефтяниками считаются важным объектом.

Запрет “скольжения возрастного объема” свит более чем на пол-яруса привел к выделению в разрезе мезозоя Западной Сибири множества свит в составе однородных толщ. Наиболее ярким примером в этом отношении является верхнеюрско-неокомский разрез клиноформного строения. Так, для всех геологов, признающих клиноформное строение разреза данного возрастного интервала (а таких абсолютное большинство), совершенно очевидно “скольжение возрастного объема” баженовской свиты не на пол-яруса, а на четыре [Карогодин и др., 1996, 2000; Нежданов и др., 2000; Гришкевич и др. 2001 и др.]. Поэтому в составе литологически однородного аномально битуминозного тела и перекрывающих его отложений выделено множество свит, число которых растет.

На значительное возрастное скольжение относительно литологически однородных тел впервые обратили внимание в Западной Сибири Ф. Г. Гурари, Н. И. Нестеров, М. Я. Рудкевич [1962], а затем А. В. Гольберт, Ф. Г. Гурари, И. Г. Климова [1971] и др. Однако в этих

публикациях шла речь не только и не столько о баженовской свите, сколько о скольжении свит вообще и с проявлением битуминозности в частности (баженовской, тутлеймской, даниловской).

В 1992 г. опубликовано второе (дополненное) издание Стратиграфического кодекса [СК, 1992]. В какой же мере эти дополнения (и изменения) коснулись литостратиграфических подразделений и, в частности, стратона “свита”? Как отмечают в предисловии составители СК, “Таксономическая шкала общих стратиграфических подразделений детализирована за счет включения *пачки* (курсив наш – Ю. К.). Дана развернутая характеристика свиты, усилен критерий ее картируемости” [СК, 1992, с. 14]. В состав региональных СП включены слои с географическим названием как “таксономическая единица, подчиненная горизонту или подгоризонту” [Там же, с. 33].

Вместо термина “вспомогательные стратиграфические подразделения” появился термин “специальные стратиграфические подразделения”. В их состав вошли:

литостратиграфические (толща, пачка, слой (пласт), маркирующий горизонт, органогенные массивы, стратогены);

климатостратиграфические;
магнитостратиграфические;
сейсмостратиграфические.

Эти подразделения “часто используются в качестве вспомогательных по отношению к основным подразделениям при расчленении и корреляции разрезов” [Там же, с. 24–25].

В данном предложении очевидно признание **основных и вспомогательных** стратонов. К вспомогательным отнесены и литостратоны, каковыми, по существу, являются свиты и горизонты (в “немых” толщах), так как другого способа (кроме литологии) их выделения там просто нет.

Свита в этом СК по-прежнему – **основная таксономическая единица** местных стратиграфических подразделений и основная **картируемая** единица при первичном расчленении разреза по скважинам и обнажениям при геологической съемке. Картировать можно всё что угодно, любые тела, коррелировать – только изохронные.

Характеристика и принципы (правила, советы) выделения свит те же, что и в предыдущем СК-1977. Однако есть и весьма важный нюанс, касающийся свиты. Это отсутствие какого-либо замечания относительно запрета или ограничения “возрастного скольжения объема” свит, то есть ограничения возрастного скольжения. И это не случайно, так как обнаружено бесспорное существенное возрастное скольжение границ многих свит (если не подавляющего большинства) и требование отмены ограничения на их “скольжение”. Диакхронность (возрастное “скольжение”) границ свит фиксировалась, признавалась и отстаивалась многими геологами [Гурари, Халфин, 1971; Гладенков, 1972; Сергеев, 1972; Круть, 1973; Розанов, 1973; Будников, 1973; Богданова, Щеглов, 1973; Поярков, 1974; Трушкова, 1973; Мирошников, 1971; Краснов и др., 1975; Безносков, 1975; Савицкий, 1975; Тесленко, 1976; Ко-

робков, 1978; Гулари, Халфин, 1966; Соколов, 1980 и др.]. **Свита – основной стратон категории местных стратиграфических подразделений в новой трактовке практически ничем не отличается от формации** и не может выполнять свою главную – корреляционную – функцию. От формации этого и не требуется. Ее основная задача – картировочная. Представляется, что совершенно правы исследователи, утверждающие, что “... под корреляцией подразумеваются только хронологические соотношения, а не литологические, палеонтологические или какие-либо иные соответствия” [Жижченко, 1969, с. 5].

Ведущий геолог-стратиграф академик Б.С. Соколов почти четверть века назад писал, что “... вряд ли существует принципиальное отличие между понятиями свита в СССР и стратиграфическая формация в США...” [Соколов, 1980, с. 8].

В то же время появились в СК-1992 две важные статьи, касающиеся местных СП, в том числе свиты. “Стратиграфический объем свиты должен оцениваться по наиболее полному ее разрезу, т. е. отвечать всему временному интервалу формирования пород, включенных в состав свиты” [с. 38]. Следовательно, объем, например, баженовской свиты в свете новых данных должен оцениваться не волжско-нижнеберриасским, как показано на Стратиграфической схеме 1991 г., а волжско-готеривским. Это означает признание “скольжения объема и границ свиты на четыре яруса, что идет вразрез с многочисленными публикациями (в том числе ведущих стратиграфов) и монографиями [например, Брэдучан и др., 1986], обосновывающими изохронность ее границ и отсутствие “скольжения”. Странным является участие в авторском коллективе монографии Ф.Г. Гулари – одного из наиболее активных сторонников скольжения свит, в том числе и баженовской.

С официальным разрешением существенного скольжения границ свит может начаться обратный процесс – объединение ряда из них (ранее выделенных) в одну. На рабочем заседании СибРМСКа (Новосибирск, 04.07.2001 г.) уже высказывалось предложение о выделении всего одной-двух свит вместо множества (и более 20 клиноформ) в объеме всего клиноформного комплекса неокома Западной Сибири. Свиты в современном их толковании и практическом выделении вызывают дискомфорт еще и по следующим причинам. Пачки оказались одновременно в двух группах: основных (местных) и специальных, литостратиграфических подразделениях.

Административной принадлежностью той или иной территории осадочного бассейна обусловлено различное наименование одних и тех же породных тел (свит), то есть необоснованное множество. Так, одни и те же литологические тела-свиты в Тюменской и Томской областях имеют разные названия (а также индексацию продуктивных пластов и отражающих горизонтов). Еще более ярко данная тенденция присвоения названий свит по административному (и национальному) признаку проявилась для нефтегазоносных отложений венда-кембрия Сибирской платформы (для разрезов Красноярского края, Иркутской области и в пределах территории Саха-Якутии). Этот и другой человеческий фактор –

желание (и легкая возможность) оставить свое имя в науке (“застолбить приоритет”) играют немаловажную роль в росте ничем не ограниченного числа свит. И по этой причине тоже крупные породно-слоевые комплексы делятся на свиты. Подобных примеров (кроме мотской свиты) сколько угодно в любых бассейнах. Так, *заводоуковская серия* и *тюменская свита* юры Западной Сибири подвергаются мощным атакам разделения на множество свит. Пачки также могут превратиться в свиты. *Кошайская* пачка в составе *алымской* свиты апта в одном районе, в разрезе другого района именуется кошайской свитой. Очередное нарушение логики классификации. Оно проявляется и в том, что стратиграфический объем свиты в одном геологическом регионе может соответствовать объему нескольких свит другого региона. В СК-1992 приводится пример с петровской свитой Урала, которая соответствует объему трех свит (ивановской, марьяновской и олеганской) Приуралья, вместе взятых. Аналогичные ситуации сплошь и рядом наблюдаются в Западной Сибири. В объеме фроловской, покурской, баженовской и многих других свит в смежных районах выделяется от трех свит и более. И это несмотря на то, что в СК-1992 записано, что основные стратиграфические подразделения более низкого ранга в сумме составляют объем подразделения более высокого ранга [с. 24]. В приводимом случае три-пять подразделений одного ранга составляют одно подразделение того же ранга и в то же время до четырех-пяти подразделений более высокого ранга – горизонтов. Подобными противоречиями и отсутствием логики СК-1992 изобилует.

Основная венд-кембрийская нефтегазоносная толща Сибирской платформы, выделенная ранее в *мотскую свиту* с тремя подсвитами, преобразована в одноименную серию со множеством (более 10) свит и подсвит и не без “влияния” национально-административного фактора.

Обширный объем выполненных региональных сейсморазведочных работ в Западной Сибири выявил (не без использования сейсморазведочных работ) клиноформное строение основного нефтегазоносного неокомского комплекса. Совсем недавно клиноформы официально признаны стратонами [Дополнения..., 2002]. И тогда еще более проявилась кризисная ситуация в стратиграфии в том, что стратоны-свиты секут стратоны-клиноформы. Выявленное и доказанное, как отмечалось выше, скольжение объемов и границ некоторых свит на три-четыре яруса. Таким образом, стратоны-свиты секут не только стратоны-ярусы, но и сами себя, так как и они, и клиноформы являются местными стратонами. Возник вопрос: зачем нужны такие стратоны (да еще в категории основных), которые не выполняют свою основную, **корреляционную**, функцию?

В официально принятой стратиграфической схеме 1991 г. клиноформное строение неокома никак не отражено [Кародин и др., 1996; 2000; Нежданов и др., 2000; Гулари, 2001; Гришкевич и др., 2001; и др.]. И это, как уже отмечалось, одна из важных составляющих кризиса бассейновой стратиграфии. Нет согласованного мнения, каким стратиграфическим термином назвать клиноформы, клиноциклиты и отразить их ранг (иерархию).

Массовая приверженность к термину свита вполне объяснима. Геологическая съемка масштаба 1: 1 000 000, а в перспективе 1: 500 000 и 1: 200 000 огромной территории бывшего СССР требовали простого, удобного принципа картирования. Возник вопрос: “Что картировать?” Этот вопрос уже затрагивался в начале публикации. Ответ был – свиты. Практической их привлекательностью была необыкновенная простота (и доступность любому геологу-лаборанту, коллектору и даже студенту) процедуры выделения литостратонов – по литологическому составу. Этот признак часто ярко проявляется в цвете и плотности породы. Последнее свойство пород хорошо отражается в морфологии, рельефе обнажений. Плотные породы (известняк, доломиты, опоки, песчаники и другие) образуют карнизы, гребни. “Мягкие”, легко разламывающиеся (глины, соли и другие) – ниши, канавы, углубления разной формы. Все это создает удобство практического выделения и картирования тел, так важного при плановом, широкомасштабном (тиражированном) геологическом к а р т и р о в а н и и. Не исключено и влияние “приоритетно-политического” фактора. Свита – наш, российский стратон, а формация – буржуазный. Так было с термином цикл. Его использование, употребление было крайне нежелательно, так как оно означает “круг”, а значит застой, отсутствие движения, развития [Боганик, 1939]. И действительно, его, как отмечалось выше, перестали употреблять.

Такова краткая история “вхождения” “свиты” в стратиграфию и эволюция представлений на ее роль и статус.

Перечислим основные этапы эволюции понятия “свита”.

На 2-м Международном геологическом конгрессе (Болонья, 1881 г.) российской делегацией было предложено включить в состав стратиграфических, наряду с другими подразделениями, **свиту**. При этом был отвергнут термин “формация” (как синоним свиты), что и записано в решении Международного геологического конгресса, проходившего в 1889 г. и его последних (III и IV) сессий (Берлин и Лондон). По существу, это означало признание принципа *двойной природы шкал стратонов* и двойного характера геологической классификации – **международной** (общей) и **региональной**. Это две различные по масштабу и своему назначению системы стратиграфических подразделений: международная шкала с двумя ее аспектами (геохронологическим и биостратиграфическим) и региональные схемы [Никитин, Чернышев, 1989]. Может быть, не случайно вторая “система стратиграфических подразделений” названа не “шкалой”, а “схемой”.

Позднее, в 1894, в Америке этот подход был назван С. Уильямсом *дуалистической стратиграфической классификацией*. В его классификации, как и в подавляющем большинстве других (тогда и сегодня), термин “свита” был заменен “формацией”. Л. Л. Халфин [1969] принцип Никитина-Чернышова (Уильямса) считает основой теоретической стратиграфической классификации.

В материалах подготовки проекта и в первом издании Стратиграфического кодекса СССР свиты, как и другие литостратиграфические (местные, региональные) подразделения, получили статус **вспомогательных** и даже **временных**, в случае возможности заменить их международными (общими), выделяемыми на биостратиграфической основе.

В этом многие геологи [Гурари, Халфин, 1966; Халфин, 1980; и др.] усмотрели отрицание принципа Никитина-Чернышова-Уильямса. Развернулась острая борьба за его восстановление, т. е. признание свиты и других литостратиграфических (местных, региональных) подразделений основными, равноценными подразделениями общей шкалы. Результаты не заставили себя ждать, и в последующих Кодексах свита и другие литостратиграфические подразделения были признаны “достойными”, важными и самостоятельными (и ни в коем случае не временными) стратонами, как и формации в зарубежных и Международном кодексах. Только стратиграфическому объему свиты, в отличие от формации, разрешалось скользить не более, чем на пол-яруса. От формации не требовалось выполнения корреляционной функции, а следовательно, и ограничения скольжения.

Однако за отмену запрета скольжения также началась активная атака геологов (Ф. Г. Гурари, А. П. Трушкова, Л. Л. Халфин, А. В. Гольберт и др.). И эта “несправедливость” в отношении свиты (формации можно скользить сколь угодно, а свите – нет) была практически устранена. В последнем СК-1992, как уже отмечалось, ничего не говорится о невозможности (запрете) возрастного скольжения границ и объема свит. Этот вопрос просто замалчивается. Стратиграфы, в том числе и составители стратиграфического кодекса, видимо, понимая, что литологические тела (литостратоны), как правило, имеют существенно “скользящий возрастной объем” и границы, а следовательно, не способны выполнять основную, **корреляционную** функцию стратона, предложили объединять их в изохронные СП – **горизонты, регоярусы**. Они-то, по замыслу авторов, и должны быть корреляционно способны.

Таким образом, *свита по своей сути сейчас практически не отличается от формации в Международном и зарубежных кодексах*. Называть формациями подобные литологические тела-стратоны не рекомендуется, так как этот термин оккупировали отечественные тектонисты с совершенно иным значением (понятием), чем у зарубежных геологов*, причем с различным толкованием, понятием, методами и целями изучения [Карогодин, 1990].

Современное кризисное положение свиты

Ограничения СК-1977 в “скольжении” возрастного объема и границ свиты, как уже отмечалось, привело к выделению их множества, все продолжающегося увеличиваться в литологически однородных (или близких по составу и внешнему облику) толщах.

* Как это нередко бывает, – рота шагает не в ногу.

Признание клиноформного строения неокома Западной Сибири, а клиноформ “стратонами особого типа” [Гурари, 1994] и просто стратонами [Дополнения..., 2000], четко обозначило кризисную ситуацию в региональной (бассейновой) стратиграфии. Эта ситуация усугубляется снятием запрета на “возрастное скольжение” границ свит. “Стратиграфические границы местных подразделений приурочены к изменению вещественного состава пород по разрезу...” [СК, 1992, с. 35] и только. Все это означает, как уже отмечалось, что стратоны-свиты секут не только общие (международные) стратоны (ярусы, системы), но и местные стратоны-клиноформы, т.е. стратоны секут стратоны*.

Еще в 2000 г. должна была быть принята уточненная стратиграфическая схема Западной Сибири. Однако на заседаниях рабочих групп Сибирской региональной стратиграфической комиссии (СибРМСК, председатель Ф.Г. Гурари) не было предложений, позволяющих решить данную проблему, а по существу, кризисную ситуацию. Признавая клиноформы стратонами, Ф.Г. Гурари [1994] констатирует, что на МРСК-90 “клиноформная модель полностью отвергнута” [Гурари, 2001, с. 37]. Однако ни в этой, ни в подавляющем большинстве публикаций нет конструктивных предложений по преодолению кризиса.

В то же время автор настоящего материала при встрече в Новосибирске с заместителем председателя Межведомственного стратиграфического комитета А.И. Жамойдой (в связи с подготовкой второго издания СК) на семинаре в ОИГТМ СО РАН предложил проект дополнений к СК. А.И. Жамойда рекомендовал написать его по форме существующего кодекса и направить ему. Этот вариант дополнений был подготовлен и включен в монографию “Региональная стратиграфия. Системный аспект” [Карогадин, 1985] и одновременно издан в виде отдельной брошюры. И книга, и брошюра “Литмостратиграфические дополнения к стратиграфическому кодексу СССР” [Карогадин, 1986] были направлены А.И. Жамойде. Однако ни в СК-1992 г., ни в Дополнениях к нему [Дополнения..., 2000 г.] никакие из предложений не только не были приняты или учтены, но нет даже упоминания об их существовании. Несмотря на значительную давность предложений в этих работах, они в основе своей остаются в силе. Уточняются лишь некоторые понятия и термины.

Забегая вперед отметим – главный тезис развиваемой системной (системно-литмологической) концепции, названный, как отмечалось выше, *основным принципом литмостратиграфии* (системной бассейновой стратиграфии), в уточненном виде формулируется следующим образом.

Тела седиментационных циклов, циклиты различного типа, природы и ранга – это относительно целостные во времени формирования породно-слоевые системы. Они являются одними из основных (главных) стратиграфических подразделений (стратонов) бассейновых (местных, региональных) стратиграфи-

ческих схем, наряду с общими стратиграфическими подразделениями (системами, отделами, ярусами, подъярусами, зонами). Элементы, части стратонов-систем являются дополнительными, вспомогательными, стратиграфическими (литостратиграфическими) подразделениями. Именно в признании стратонами целостных во времени формирований породно-слоевых систем, выделяемых по двум основным признакам: биостратиграфическому и литмостратиграфическому, мы видим проявление и признание дихотомии стратонов. Стратиграфическая классификация на этой основе будет иметь первостепенную важность. Это и явится признанием и реализацией во многом интуитивно сформулированного ранее принципа Никитина–Чернышова–Уильямса.

Горизонт, как “основной стратон” региональных стратиграфических подразделений, также как и свита, требует детального анализа с позиций системно-литмологического подхода.

Горизонт-стратон

Горизонт, как основное стратиграфическое подразделение, чисто российское изобретение. Он был предложен российской делегацией на II Международном геологическом конгрессе (1881 г. Болонья) в качестве одного из терминов *местных подразделений* для выделения зоны. Тогда (и, как уже отмечалось, во многих случаях сейчас) термин *местные* стратиграфические подразделения использовался как синоним *региональных* стратиграфических подразделений.

“Потребность в выделении особых, местных стратиграфических подразделений для различных областей земного шара стала ощущаться по мере развития там геологических исследований, ибо они показали, что более или менее мелкие подразделения западно-европейской стратиграфической схемы трудно применимы или совсем не применимы для других регионов и стран” [Стратиграфические подразделения, 1954, с. 15]. Значительное внимание понятию “горизонт” уделял Н.О. Головкинский (1868). Он отмечал, что “... должно внимательно различать понятия о хронологическом, стратиграфическом, петрографическом и палеонтологическом горизонтах. Вообще геологическим горизонтом мы называем направление, соединяющее такие части формации, которые аналогичны в одном из названных отношений. К сожалению, правильное в принципе определение понятия “горизонт”, данное Головкинским, впоследствии было забыто или без достаточных оснований отброшено и термин “горизонт” стал употребляться и до сих пор употребляется в различных нередко весьма неопределенных или не соответствующих ему значениях” [по СиГП, 1954, с. 17].

Высказанная неопределенность понятия “горизонт” почти полвека назад остается в силе и в настоящее время. В последнем (как и в первом, 1977) Стратиграфическом кодексе [СК, 1992] *горизонт* – это основная таксономическая единица региональных стратиграфических подразделений, выполняющая корреляционную

* Невольно приходят на память строки известного произведения Н.В. Гоголя, в котором унтер-офицерская вдова сама себя высекла.

функцию в пределах своего географического распространения. Он включает разновозрастные свиты (серии) или их части, лито- или биостратиграфические подразделения. Противоречивость данного определения обусловлена разнородностью (эклектичностью) признаков. К тому же, если ранее (первоначально) термины “региональные”, “местные”, “литостратиграфические” подразделения понимались как синонимы, то по СК-1992, как уже отмечалось выше, это стратоны трёх (!) разных категорий. Категория “местных” СП – это по сути *литостратиграфические подразделения*: комплекс, серия, свита, подсвита.

“Региональные” СП (*горизонт, лона и слои с географическим названием*) – это, по существу, *биостратиграфические подразделения*. Их принадлежность к биостратонам совершенно очевидна и из статьи IV.6 СК, в которой записано, что “*лона по своему содержанию является провинциальной биостратифической зоной*” (здесь и ниже разрядка наша – Ю.К.). И далее: “... лона должна иметь стратотип, содержащий зональный комплекс, включая вид-индекс или виды-индексы. Лона – таксономическая единица, подчиненная горизонту; по своему содержанию является провинциальной биостратифической зоной”. А “... стратиграфическая последовательность лон определяет стратиграфический объем горизонта, если он установлен на биостратиграфической основе. Лона должна иметь стратотип, содержащий зональный комплекс, включая вид-индекс или виды-индексы” [СК, 1992, с. 32–33].

Слои с географическим названием – подразделение, выделяемое также “на биостратиграфической основе” как таксономическая единица, подчиненная горизонту [Там же]. Эклектика заключается в том, что слои могут выделяться (как и горизонты) не только на биостратиграфической основе, но и по “особенностям литологического состава” [Там же, с. 33]. Так практически и происходит на самом деле во многих случаях, когда нет фауны (континентальные, “немые”, докембрийские и другие отложения).

В этом случае региональные стратоны не отличаются от местных стратиграфических и специальных подразделений, литостратонов: комплексов, серий, свит, подсвит. На практике они ничем не отличаются даже и названиями. Так, в юрско-меловом разрезе Западной Сибири: баженовский горизонт – это и баженовская свита, куломзинский горизонт – куломзинская свита, усть-балыкский горизонт – усть-балыкская свита, алымский горизонт – алымская свита, викуловский горизонт – викуловская свита, ханты-мансийский горизонт – ханты-мансийская свита, уватский горизонт – уватская свита, покурский надгоризонт – покурская свита (серия), дербышинский надгоризонт – дербышинская серия и т.д.

В самой семантике названия “региональные” и “местные” СП присутствует признак *масштаба*, а не метода (литологического или биологического). Причем это признак не временного, а скорее, площадного масштаба. Региональные СП – это явно более крупные, чем местные или зональные.

Деление стратонов, как и стратиграфий по масштабу объектов исследования вполне правомерно. По этому признаку, если есть необходимость, можно выделить ряд стратиграфий (и стратонов): *местную* (локальную), *зональную* и *региональную*, *межрегиональную* и *общепланетарную* (глобальную, общую). При выделении стратонов этих стратиграфий и их схем могут использоваться как общие методы и признаки, так и собственные, специфические [Карогодин, 1985, с. 30].

Эклектичность понятия “горизонт” заключается и в способах выделения его как стратона, отраженная в попытке объединить несовместимые признаки различных *методов* (на био-, лито-, петро-, фацио-, климато-основе и некоторые другие), *масштаба* распространения (региональные) и *ранга, значимости* – коррелируемости (изохронности) и картируемости и др. Эклектичность рассматриваемого понятия, как регионального СП, видна и из статьи IV.2. СК: “Стратиграфическим границам региональных подразделений могут отвечать изменения режима и перерывы в осадконакоплении, существенные изменения биоты или климата, структурные перестройки в геологическом регионе” [СК, 1992, с. 31]. Из этого определения следует, что прежде, чем выделить горизонт, необходимо установить не только существенное изменение биоты, но и изменение режима. Не ясно, какого режима (чего?) – тектоно-седиментационного, климатического, эвстатического и т. д.? Любой режим определяется на основании изучения породных тел, стратонов, а не наоборот.

Одна из основных причин необходимости включения в стратиграфический обиход понятия горизонт не только на биологической (палеонтологической) основе, но и по “литолого-фациальным или петрографическим признакам пород” заключается в том, что в разрезах ряда седиментационных бассейнов, более 50 % их объема (даже фанерозойских отложений) представлено континентальными, “немыми” отложениями, не содержащими фауны, позволяющей выделить на этой основе горизонты. Не является исключением в этом отношении и разрез мезозоя Западной Сибири. На биостратиграфической основе практически невозможно выделить горизонты в разрезе преимущественно континентальных ниже-среднеюрских, баррем-аптских, сеноманских отложений.

Почти все бассейны Китая (за исключением Таримского) выполнены континентальными отложениями. Практически невозможно выделить на биостратиграфической основе “региональные” СП, в том числе и горизонты, не говоря о лонах в мощных и широко распространенных основных нефтегазоносных толщах рифея и венда Сибирской платформы. Однако они выделяются, поскольку это настоятельно рекомендуется (и даже требуется) Кодексом, но уже “на основании комплекса признаков” [СК, 1977, с. 24]. Так, “... горизонты в докембрийских образованиях, а также в преимущественно “немых” вулканогенных и других толщах устанавливаются на основе литолого-фациальных или петрографических особенностей пород при учете изотопно-геохронометрических и палеонтологических данных” [СК, 1992, с. 32].

Желание выделять кроме свит еще и горизонты (по комплексу признаков) вполне понятно. Свита как бы отвечает принципу Чернышова-Никитина о двуединой концепции стратиграфической шкалы, и это наша, отечественная, приоритетная идея, сложившаяся наконец-то в парадигму “множественной стратиграфии”. Однако свита, как становится все более и более очевидным, и, по существу, признано СК-1992, практически ничем не отличается от формации, отвергнутой, как уже отмечалось, ещё Первым Мировым геологическим конгрессом.

Тем не менее отвергнутая конгрессом, но прижившаяся практически во всех странах (кроме России) формация признана в качестве *“основного первичного официального литостратиграфического подразделения”* [Международный ... справочник, 1978, с. 26].

Запрет и существенное ограничение изменения (непостоянство) стратиграфического объема и возрастного скольжения границ свит, а затем, по существу, отмена этих ограничений [СК, 1992] означали *“смертный приговор”* ей, как стратону, тем более основному. Она, как уже отмечалось, не может выполнять главную, **корреляционную его функцию**.

“Важным соображением при выделении формаций является **практичность** (здесь и далее выделено нами, Ю.К.) использования их при картировании ...” [Международный справочник, 1978, с. 46], а не для корреляции. Картировать можно (а часто и нужно) любые породные тела, содержащие те или иные полезные ископаемые или важные в каком-либо другом (информационном, тектоническом и т.д.) отношении, но им совершенно не обязательно быть стратонами (тем более основными), корреляционными единицами.

Все это породило идею важности свиты как стратона при выделении региональных СП – *горизонтов*. Они-то по замыслу и должны, в отличие от свиты, выполнять корреляционную функцию, включая ее в качестве важнейшего элемента горизонта и спасая тем самым свиту, как основной стратон. Ведь “... при региональных работах, при составлении геологических, структурных, палеогеографических и прогнозных карт, выделение разновозрастных толщ и изохронных поверхностей является совершенно обязательным [Месежников, Сакс, 1967, с. 145]. М.С. Месежников и В.Н. Сакс, откликаясь на статью Ф.Г. Гурари и Л.Л. Халфина [1966], правильно акцентировали внимание на том, что “главное прикладное значение стратиграфической шкалы для отдельно взятых регионов состоит в возможности выделения разновозрастных толщ и изохронных поверхностей” [Там же, с. 167]. Они же предупреждали, что “излишнее увлечение местной стратиграфической шкалой, другими словами, **разбивкой по литологическим признакам на свиты**, может привести к потере каких бы то ни было принципов вообще” [Там же 167]. Это именно то, что мы наблюдаем сейчас. Кризис региональной стратиграфии – свидетельство правоты авторов. Как известно, Ф.Г. Гурари и Л.Л. Халфин (особенно Ф.Г. Гурари) являются убежденными сторонниками неограниченного возрастного скольжения объема (и границ) свит. Начиная с 60-х годов XX в., Ф.Г. Гурари самым активным

образом в своих публикациях отстаивает эту идею. Свиты и формация в его понимании (как и многих других геологов) – синонимы.

В то же время М.С. Месежников и В.Н. Сакс ошибались, считая что главную функцию стратиграфии, которую действительно не могут выполнить литостратоны, в частности, свиты, способна осуществить только единая (т.е. биостратиграфическая) шкала. Эту функцию способны успешно выполнить *стратон-системы*, выделяемые по существенным признакам, различными методами. Более четверти века назад в качестве таких стратонов выделялись только биостратоны, составляющие единую (общую, международную) шкалу, т.е. системы, отделы, ярусы, зоны и др. Идея иного рода систем-стратонов возникла позже, на основе системно-литологического подхода. Введение в стратиграфию горизонтов, над- и подгоризонтов, по существу, означало негласное признание того, что свита не может выполнять, основную, корреляционную функцию стратиграфии. Это была уступка сторонников “единой стратиграфии” с миной замедленного действия против них. Они не предполагали, что волна от ее взрыва может поразить и самих “минеров”.

Горизонты, по замыслу сторонников его важности, и должны были выполнять корреляционную функцию (коль ее не могут выполнять свиты) при изучении разрезов регионов, бассейнов или их частей, т.е. служить **региональными ярусами (регоярусами)**. Термин “регоярус” “применяется как синоним горизонта, выделенного исключительно на биологической основе” [СК, 1977, с. 24]. Б.С. Соколов утверждал, что “... широко принятое понятие стратиграфический горизонт не имеет существенных отличий от понятия ярус (stages) в классической английской стратиграфии...” [Соколов, 1980, с. 9]. А ярусы, как известно, выделяются только на биологической основе.

Тем не менее весь разрез, в том числе континентальных (“немых”) отложений мезозоя Западной Сибири, поделен на горизонты, которыми на практике мало кто не пользуется. В связи с отсутствием фауны “привязка” горизонтов к свитам вынужденная и зачастую не поддается логике. Так, в разрезе юры Западной Сибири одна группа горизонтов выделяется в объеме свит, как отмечалось выше, с такими же названиями. При этом как бы не замечается, что свита и горизонт – это основные таксономические единицы разного ранга, различных категорий стратиграфических подразделений: одни – местных, а другие – региональных, выделяемых по различным признакам и различные по содержанию. Это не что иное, как логическое нарушение правил классификации (“пересечение классов”). Чаше всего горизонт состоит из нескольких свит. Но ряд горизонтов в разрезе Западной Сибири выделяется в объеме лишь части свиты: шараповской – нижняя толща джангодской свиты, тогурской – средняя, надояхский – верхняя и др. Нелогичность такого подхода к выделению горизонтов заключается в том, что подразделения более низкого (местного) ранга (свиты) включают в себя до трех стратонов более высокого регионального ранга (другой категории). Если же их считать равноценными по рангу СП, то так же

нелогично в составе подразделения одного ранга (свиты) выделять три стратона того же ранга. При этом биологическая (палеонтологическая) основа выделения горизонтов зачастую полностью отсутствует. На практике горизонты выделяются и прослеживаются как геологические тела (свиты, части свит, ряды, комплексы свит) определенного литолого-фациального облика, с определенным предписанием возрастного объема. Стратиграфический объем горизонта различными авторами определяется по-разному и со временем меняется (даже у одного и того же исследователя).

Понимая, что термин горизонт не отвечает требованиям регионального яруса, а является лишь его суррогатом, авторы СК СССР [1977] не рекомендовали использовать термин “регорярус”. Тем не менее многие границы горизонтов и, естественно, надгоризонтов на стратиграфической схеме мезозойских отложений Западной Сибири нередко искусственно совмещены с границами СП общей шкалы (ярусами, подъярусами, отделами, системами). В такой ситуации невольно напрашивается вопрос: зачем нужны такие границы, да и сами горизонты? Выделение горизонтов, их стратиграфических объемов и изохронных границ без палеонтологического обоснования, в разрезах “немых” фанерозойских и рифейских толщ – самообман, стремление выдать желаемое за действительное. Признание этого для тех, кто творил стратиграфию и геологию на этом принципе, безусловно, неприятно и болезненно.

Следует отметить, что острые проблемы региональной стратиграфии есть не только в Западной Сибири, но и в других регионах. Приведем лишь один пример по Уралу – региону, географически близкому к Западной Сибири. Так, участники IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания в г. Свердловске (ныне Екатеринбург) в 1990 г. пришли к выводу о необходимости выделять регорярусы вместо ярусов Международной стратиграфической шкалы (МСШ). Это вызвано тем, что в последней МСШ, принятые (по конодонтам) межъярусные границы почти все проходят внутри этапов развития других групп ископаемых фауны и флоры; они не совпадают с границами, традиционно принимавшимися для девона бывшего Советского Союза.

Однако, поскольку выделение регорярусов не предусмотрено стратиграфическим кодексом, соответствующим им стратонам девона Урала было присвоено название надгоризонтов [Чибрикова, Олли, 2000, с. 78].

Следовательно, не только в Западно-Сибирском, но и в Уральском регионах (равно как и в других) горизонты и надгоризонты призваны, по существу, играть роль регорярусов, т.е. изохронных стратонов. Необходимость в их выделении обусловлена тем, что свиты, как уже неоднократно отмечалось, не выполняют эту роль, имея “скользящие” (до неопределенности) границы и объемы. Так, например, *ашинская свита*, по одним представлениям (А.П. Тяжевой и др.), имеет силурийский возраст, а те же отложения Д.В. Налив-

кин, Б.М. Келлер выделили в *такатинскую свиту*, поскольку принимали ее за базальный горизонт девона. Эти же отложения принимались и за раннедевонские (Б.М. Келлер, А.К. Крылова), верхнеэфельские (Ю.Р. Беккер), живетские (С.М. Домречев, В.С. Мелешенко, Н.Г. Чочиа). Ряд исследователей считает *такатинские отложения* разновозрастными. Однозначно решать эту проблему невозможно на биостратиграфической основе, так как отложения практически не содержат фауны.

Из этих примеров следует, что правила и процедура выделения горизонтов как региональных стратиграфических подразделений, лишены определенности и логики.

Выделение еще и **надгоризонтов** означает понимание невозможности выполнения горизонтами (как и свитами) возлагаемой на них корреляционной функции, т.е. регорярусов. Однако и надгоризонты, как и горизонты, выделяются без каких-либо определенных правил и соблюдения требований логики.

Таким образом, горизонт, как основное региональное подразделение, не оправдывает надежды стратиграфов и не выполняет функцию “блока” в стратиграфической конструкции региона (бассейна). На примере баженовского горизонта, который считался изохронным телом-свитой [Брадучан и др., 1986], а оказался “скользящим” как минимум на четыре (!) яруса (от волжского до готеривского включительно), очевидна несостоятельность введения в стратиграфическую практику горизонта в предлагаемом значении “регоряруса”. Следует заметить, что этимологически этот термин также неточен и неудачен. Горизонт в переводе с греческого – линия, разграничивающая поверхности, но не тело. В таком понимании термин используется большинством зарубежных геологов, стратиграфов. Так, в “Международном стратиграфическом справочнике” [1978] стратиграфический горизонт определяется как “поверхность раздела, указывающая на определенное положение в стратиграфическом разрезе” [с. 24]. “На практике это могут быть электрокаротажные, сейсмические, лито-, био- и другого типа горизонты-реперы, маркеры поверхности” [Там же].

Данное определение и пояснение представляются достаточно точными и логичными. Тем не менее в практике поисково-разведочных и эксплуатационных работ ряда нефтегазоносных бассейнов, в том числе и Западно-Сибирского, под горизонтом понимается переслаивание песчано-алевритовых пластов с пачками глин, т.е. группа проницаемых продуктивных пластов. По этим горизонтам подсчитываются ресурсы и запасы углеводородов, составляются схемы разработки залежей и т.д.

В разрезе морских отложений юры и мела Западной Сибири песчаные горизонты, как правило, являются регрессивными частями субрегиональных (или региональных) циклитов, а пласты – зональных и субзональных. Достаточно выдержанные по площади и различной мощности глинистые пачки-экраны, как уже отмечалось, имеют собственные названия: *пимская*,

* И опять “рота шагает не в ногу”.

быстринская, сармановская, чеускинская и др. Чаше всего это прогрессивные (трансгрессивные) части циклитов различного ранга (региональных, субрегиональных, зональных и др.). Иногда – просто сравнительно небольшие литологические тела, ограничивающие пласты, которые есть на официальной стратиграфической схеме 1991 г.

Многие горизонты как песчаные тела-коллекторы (пласты) тоже отмечены на стратиграфической схеме 1991 г. индексами (аббревиатурой свит) как некая дополнительная характеристика свит (“привязка” к той или иной свите). В качестве примера общепринятого юрского продуктивного горизонта можно привести васюганский (оксфордский) Ю₁ с пластами Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³, Ю₁⁴ в его составе.

Следовательно, горизонт, как единица категории основных региональных стратиграфических подразделений региональных стратиграфических схем, является излишней. В разрезе неокома с учетом его клиноформного строения просто невозможно (по определению) выделить горизонты-стратонны в толковании стратиграфического кодекса. Принимая во внимание нужду и практику поисково-разведочных работ на нефть и газ в Западной Сибири, вероятно, целесообразно с учетом существующей практики выделять в качестве горизонтов в региональных (и особенно местных) стратиграфических схемах литологические тела переслаивания преимущественно песчано-алевритовых пластов с подчиненными пачками и линзами глин (группы песчаных продуктивных пластов).

Таким образом, термин горизонт как стратиграфическое подразделение (да еще и основные в категории региональных) представляется излишним, не выполняющим возложенную на него корреляционную функцию. При обсуждении этого вопроса многие геологи соглашались с таким мнением*. Хотя те, кто его предложил и посвятил немало работ доказательству его важности, построению на его основе различного рода палеорекоonstrukций, прогнозных оценок и многое другое, естественно, будут категорически (но бездоказательно) возражать.

Обозначив вполне очевидные составляющие кризиса бассейновой стратиграфии и основные его причины, важно наметить пути выхода из данной ситуации. Это должен быть перечень задач, методы, подходы и последовательность их решения. Важны конкретные примеры использования предлагаемых методов. Завершающий раздел публикации посвящен именно этим предложениям, важным для первоочередного обсуждения.

Стратиграфическая классификация

Классификация – важнейший элемент как эмпирической, так и теоретической составляющей любой науки. В науках о земле классификации, как известно, занимают важное место, нередко компенсируя отсутствие законов. Многие стратиграфы обращались к стра-

тиграфической классификации, предлагая свои варианты. Проблема стратиграфической систематики, классификации обсуждалась в многочисленных, в том числе специальных, публикациях [Халфин, 1973; Жамойда, Меннер, 1974; Международный стратиграфический..., 1978; Леонов, 1973; Садыков, 1974; Вялов и др., 1977; Меннер и др., 1977; Мейен, 1974; Зубаков, 1978, 1980; Соколов, 1980; Ковалевский, 1980; Жамойда, 1980; Яркин, 1980; Келлер, 1980; Гладенков, 1980; Верещагин, 1980; Краснов, 1980; Шанцер, 1980; Карогодин, 1985; Карогодин и др., 1996; Карогодин и др., 2000 и др.]. Этой проблеме полностью посвящён специальный сборник статей “Стратиграфическая классификация. Материалы к проблеме” [1980] с предложениями очень разных по содержанию и форме классификаций. В предисловии к этому сборнику, его составители Б.С. Соколов, А.И. Жамойда и А.И. Моисеева отмечают, что большой материал в стратиграфических публикациях свидетельствует “... о самом различном подходе к решению вопросов о содержании, терминологии и номенклатуре стратиграфических подразделений, их классификации и использовании в стратиграфических исследованиях” [1980, с. 6]. Ряд вопросов стратиграфической классификации рассматривался в монографии “Региональная стратиграфия (системный аспект)” [Карогодин, 1985]. Основные её положения остаются в силе.

Главным предметом стратиграфической классификации СК [1977, 1992] и Дополнений... [2000] являются стратонны. И это совершенно справедливо. В любой науке может быть множество классификаций по самым различным основаниям, свойствам, признакам, их связям, отношениям объектов, предметов исследования и т.д. Однако главной, наиболее значимой (первостепенной важности) должна быть классификация по существенным признакам основного предмета исследования: в химии – элементов, в минералогии – минералов, в литологии – пород, в литомологии – циклитов и т.д. В стратиграфии таким предметом (понятием) является **стратиграфическое подразделение, стратон**, т. е. породно-слоевая целостная во времени формирования система, **стратон-система (система-стратон)** в нашей трактовке.

Обзор и анализ классификаций в стратиграфических кодексах

В СК-1977 стратонны разделены на *три группы* (табл. 1): **1 – основные стратонны комплексного обоснования, 2 – частного обоснования и 3 – вспомогательные.**

Первая группа включает три категории стратоннов: общие, региональные и местные. Вторая – одну – зональные биостратиграфические подразделения. В третьей – две: литостратиграфические и биостратиграфические. Данная “структура стратиграфической классификации” анализировалась нами ранее [Карогодин, 1985, с. 72–81], и основные критические замечания остаются в силе, но нуждаются лишь в некотором

* В том числе и Ф.Г. Гурари (устное сообщение с его согласия).

Таблица № 1

Структура стратиграфической классификации

Стратиграфический кодекс СССР, 1977 г.

I. Основные стратиграфические подразделения комплексного обоснования		
Категория общих стратиграфических подразделений	Категория региональных стратиграфических подразделений	Категория местных стратиграфических подразделений
Эонотема	Горизонт	Комплекс
Эратема (группа)	Лона (провинциальная зона)	Серия
Система		Свита
Отдел		
Ярус		
Зона		
Звено		
II. Стратиграфические подразделения частного обоснования		
Категория зональных биостратиграфических подразделений: биостратиграфические зоны различных видов		
III. Вспомогательные стратиграфические подразделения		
Категория литостратиграфических подразделений: толща, пачка, пласт (слой), маркирующий горизонт		
Категория биостратиграфических подразделений: слои с фауной (флорой)		

(кратком) уточнении. Тем не менее, вернуться к этой стратиграфической классификации необходимо в связи с рассмотрением схемы следующего СК-1992 и Дополнений...[2000].

В СК-1977 при делении стратонов на уровне групп смешаны и не выдержаны два признака: *значимость (основные и вспомогательные)* и *“характер” обоснования их выделения (комплексного и частного)*.

По поводу первого признака (основания) деления стратонов, как важнейшего, нет возражений, кроме добавления к первой группе еще признаков *комплексного и частного обоснований*, которых нет у вспомогательной группы СП. По логике вещей и основные, и вспомогательные СП, вероятно, могут иметь и комплексное, и частное обоснование. Если последнее вообще существует и приемлемо в данном конкретном случае, в чем у нас есть определенное сомнение. И это уже другой “уровень” дихотомического деления – по другому признаку (основанию). А три разные группы СП – это не трихотомическое деление, а нарушение дихотомического деления. Ни те, ни другие не выдержаны и на следующих уровнях деления, ибо третья группа тоже частного обоснования.

В первой группе действительно “провозглашены” три категории, якобы по признаку масштабности: **общие** (планетарные), **региональные** и **местные**. В тре-

тей их две: **литостратиграфические** и **биостратиграфические**. А во второй вообще одна категория – **зональные биостратиграфические подразделения**. Деление по масштабу не выдержано. В группу местных, по существу, вошли СП не только и не столько по масштабу, сколько по методу выделения (литологическому) – литостратиграфические СП, составляющие самостоятельную категорию. Следовательно, одни и те же СП попадают в две разные категории (местных и литологических). Это явное нарушение логики классифицирования.

Три категории основных СП, выделенные как бы по масштабу: **общепланетарные, региональные и местные**. На самом деле категории обособлены по двум признакам: биологическому (общие и региональные) и литологическому (местные).

Стратиграфическая номенклатура – это, по существу, тоже классификационная процедура и должна быть проявлением принципа иерархии, субординации систем. Её логичность и обоснованность находятся в прямой зависимости от логичности и обоснованности классификации.

Более или менее логичная номенклатура присуща лишь категории общих СП группы основных. Всего выделяются семь рангов стратонов (биостратонон) от эонотемы до звена (см. табл. 1).

В категории региональных их две. В категории местных – три. В категориях двух других групп – одна-две. Такое численное различие настораживает.

Подготовка второго издания Стратиграфического кодекса вызвала широкую дискуссию по теоретическим вопросам стратиграфии. В том числе автор настоящей публикации, как отмечалось выше, откликнулся на просьбу А.И. Жамойды составлением и публикацией работы “Литмостратиграфические дополнения (проект) к Стратиграфическому кодексу СССР” [Карогодин, 1985, 1986].

Таким образом, представленную в СК-1977 классификацию, трудно назвать таковой, как это уже отмечал Н.П. Шарапов [1977], а также автор данной публикации [Карогодин, 1985]. Табл. 2,3.

Что же изменилось во втором издании СК, после острых дискуссий и многочисленных предложений? “Решением Межведомственного стратиграфического комитета (МСК) во втором издании Стратиграфического кодекса [1992] к традиционным пяти категориям первого издания Стратиграфического кодекса СССР [1977] были добавлены климато-, магнито- и сейсмостратиграфические подразделения, которые вошли в новую группу **специальных** подразделений, вместе с литостратиграфическими и биостратиграфическими (табл. 2, 3). Увеличение числа категорий стратонов, по-видимому, процесс объективный, отражающий увеличивающуюся многоаспектность стратиграфических исследований и методов. В настоящее время в национальных и международных кодексах насчитывается до 19 категорий подразделений” [Дополнения..., 2000, с. 5].

Существенные изменения в новом кодексе коснулись **групп СП**. Их стало не три, а две. **Группа основных СП** осталась практически без изменений, если не считать увеличения числа номенклатурных стратонов (“сверху” и “снизу”) в категории общих (см. табл. 2). А вместо двух групп – **частного обоснования** и **вспомогательных** выделена одна – **специальных подразделений** с пятью, как отмечалось выше, категориями: *литологическому*, *биологическому*, *климато-*, *магнито-* и *сейсмостратиграфическому* [СК, 1992, с. 23]. Деление на две группы (основные и специальные) неправомерно. Противоположностью, антиподом понятия “основные” является понятие “неосновные”, “вспомогательные” (“дополнительные”). Подобно тому, как антиподом понятия “общие” является понятие “частные”.

Именно на такие группы (“основные” и “вспомогательные”) поделены СП в предложенной нами классификации (см. табл. 5). Основание (признак) деления – **значимость стратонов** – существенный признак в достижении цели и решении главной задачи стратиграфии. Однако видение основной задачи, а следовательно, и основных СП отличается от предложенного в СК-1977. Оно заключается в том, что “основные стратиграфические подразделения являются главными картируемыми (разрядка наша, Ю.К.) элементами геологических карт различных масштабов” [СК, 1992, с. 24]. Следовательно, основная их значимость, по мнению составителей кодекса, состоит в **картируемости**, которой многие геологи придают большое значение. Мы, как и многие другие геологи, считаем, что главная задача стратиграфии заключается в решении вопросов **корреляции**.

Вторая группа специальных СП, в отличие от первой, выделена явно не по значимости и не по одному признаку (основанию), а по нескольким. Категории стратонов в основном разделены по методам выделения, их несколько. Две – по геофизическому методу: *магнито-* и *сейсмостратиграфические*. Одна – по составу *макро-* и *микрофауны* различных видов и их значимости (ареальные зоны, биостратиграфические, биостратоны). Две – по *вещественному (литологическому) составу* породных тел-стратонов – *литостратонов* и *генезису (климату)* – *климатостратиграфические* СП.

Такое деление противоречит логике классифицирования. По биологическому основанию (признаку) выделяются не только группы **специальных**, но и **основных** стратонов. Категории общих и региональных СП, как уже отмечалось выше, это биостратиграфические стратоны. Следовательно, стратоны, выделяемые по одному и тому же основанию (биологическому, по фауне) находятся в трёх разных категориях (“классах”) различных групп.

Табл. № 2

Основные стратиграфические подразделения

Общие	Региональные	Местные
Акротема	Горизонт	Комплекс
Эонотема	(Подгоризонт)	Серия
Эратема	Лона Слои с гео-	Свита
Система	графическим	(Подсвита)
Отдел	названием	Пачка
Ярус		
(Подъярус)*		
Зона Раздел		
Звено		
Степень		

* Раздел, звено и степень используются для отложений четвертичной системы; возможно их применение для неогеновых отложений.
Стратиграфический кодекс России, 1992 г.

Таблица № 3

Специальные стратиграфические подразделения

Стратиграфический кодекс России, 1992 г.

Литостратиграфические	Биостратиграфические	Климатостратиграфические	Магнитостратиграфические	Сейсмостратиграфические
Толща Пачка Слой (пласт) Маркирующий горизонт Органогенные массивы Стратогены	Биостратиграфические зоны различных видов (зона распространения, филозона, интервал-зона, акмезона, комплексная зона); ареальные зоны (провинциальная зона, местная зона); вспомогательные подразделения (слои с фауной или флорой).	Климатолит Стадиал Наслой	Магнитозоны (мегазона, гиперзона, суперзона, ортозона, субзона, микрозона)	Сейсмокомплексы

Аналогичная ситуация наблюдается и с категорией литостратонов группы **специальных** СП, к которым относятся *толща, пачка, слой, маркирующий горизонт, органогенные массивы, стратогены* [СК, 1992, с. 24]. Но ведь комплекс, серия, свита (подсвита), пачка группы основных СП – это, по существу, литостратиграфические подразделения. Следовательно, как и в предыдущем случае, предметы одного и того же свойства (литологические) отнесены к разным группам и категориям. Абсолютно неясно, в чём “специальность”, отличие выделения литологических пачек в первой (местные) и второй (специальные) группах.

Основные СП по масштабу делятся на **общие** (глобальные, планетарные, международные), **региональные** и **местные**. Но градация по масштабу – это не есть деление по содержанию, а расчленение целого (объёма понятия) на части. Местные СП являются как бы частями региональных, а они в свою очередь – частями общих. Однако целое и части и части частей выделяются по разным основаниям, признакам: *палеонтологическому* (общие и региональные) и *литологическому* (местные). Это также нарушение логики деления, как и то, что в группе “**специальных**”, равно как и основных, выделяются биостратиграфические стратоны. Местные стратоны, это литостратоны (формации). Они, как отмечали некоторые исследователи, искусственно разнесены по разным категориям и “нет ни малейшего сомнения в том, что все единицы от пласта до комплекса включительно являются литостратиграфическими подразделениями” [Краснов, 1980, с. 138]. Ошибка в том, что нередко исследователи считают все их основными СП, наряду с общими, планетарными. А также и в том, что границы литостратиграфических СП относительно изохронны. “Литостратиграфические подразделения от пласта до комплекса легко картируются непосредственно в поле. Именно это должно служить главным признаком при их выделении” [Там же, с. 139].

И, конечно, явным заблуждением является то, что “критерий картируемости даёт основание выделять литостратиграфические подразделения любых рангов” [Там же]. Ранг и масштаб – различные понятия.

Имеются замечания и к трём другим группам специальных СП. Сейсмокомплексы – это не категория стратонов. Это не геологические тела, как справедливо отмечает А.А. Нежданов в своей статье настоящего сборника, а только их отражение в волновом сейсмическом поле. Идентификация сейсмостратиграфических подразделений с геологическими телами, как он считает, неверна в принципе. Это могут оказаться отражения от тел (и их частей) самой различной формы и генезиса, осадочные и осадочно-вулканогенные слои, комплексы и системы слоёв, массивы самой различной природы: седиментационной, органогенной, эрозионной, тектонической (батолиты, интрузии, дайки и др.), гравитационной или гравитационно-тектонической, гравитационно-климатической (оползни, сели, олистостромы и т.д.) и др. Геолог, располагая данными сейсморазведки (сейсмопрофили, сейсмокаротаж и т.д.) электрокаротажа и керн скважин, выдвигает **гипотезу** (или гипотезы) относительно природы закартированного объекта исследования. В одном случае это сиквенсы, сейсмоциклиты, т.е. породно-слоевые тела-системы седиментационных циклов. В другом (нередко) – это тела-номиналиты: серии, свиты, формации, толщи и т.д. Забегая вперёд, отметим, что сейсморазведка, как и различные виды каротажа (зондирования) скважин, – это лишь геофизические методы отражения свойств литологических и литологических тел, в том числе циклитов, сиквенсов. Поэтому нет смысла и основания для выделения сейсмостратиграфических подразделений в качестве самостоятельной категории стратонов. Если следовать логике выделения самостоятельных категорий СП по геофизическим методам, то важнейшими для решения задач стратиграфии являются ме-

тоды каротажа скважин (электрический, радиоактивный, акустический и др.). В таком случае вполне правомерна и категория стратонов по комплексу данных скважинного каротажа (КСК). С развитием науки количество методов расчленения, корреляции и картирования геологических тел, безусловно, будет увеличиваться. Но это вовсе не означает, что бесконечно будет расти число категорий стратонов. Представляется, что увеличится число наук-методов геологии, в том числе и стратиграфии. Одни из них будут играть главную, важную роль в опознании, выделении стратонов по их свойствам, в том числе категории основных, бассейновых, другие – вспомогательную. Не будучи специалистом в области магнитометрических методов, не берусь оценивать их роль и обоснованность (правомерность) выделения в самостоятельную категорию магнитостратонов. Наиболее очевидно, что магнитостратиграфические подразделения в одном случае играют вспомогательную роль при расчленении и корреляции отложений, в другом (в дофанерозойской и четвертичной стратиграфии) – весьма важную. На стратиграфических схемах фанерозоя Западной Сибири не выделяются магнитостратоны и не используются в практике стратиграфических исследований региона.

Породно-слоевые тела категории климатостратонов – это не что иное, как тела седиментационных циклов (циклиты, климатоциклиты, климатолиты), обусловленные климатической цикличностью (ледниковые – межледниковые, зима – лето).

Классификация систем-циклитов, систем-стратонов, безусловно, может выполняться и с учётом генезиса, если он достаточно определённый и более достоверный, чем другие подходы методы (например, системно-литомологический).

Личный опыт [Карогодин и др., 1988] свидетельствует о том, что циклиты уверенно выделяются в разрезах даже в самых молодых, современных отложениях (“лен-точные глины” озёр, осадки морей и т.д.).

Таким образом, из анализа стратиграфических схем СК-1977 и СК-1992 следует, что вследствие частого нарушения правил и логических процедур классифицирования, они весьма противоречивы и нуждаются в устранении нарушений и противоречий. В то же время эти схемы представляют определённую ценность, так как в них отражен взгляд на систематику стратонов большой группы геологов и с этим необходимо считаться. Это мы и попытались учесть в предлагаемом ниже варианте классификации. Важность рассмотренных схем 1977 и 1992 гг. в том, что это, по сути, представления, так или иначе широко (или узко) используемые в практике. Это материал, который позволяет перейти к системно-стратиграфической классификации, пытаясь исключить отмеченные противоречия. Определённая

аналогия прослеживается с выделением свит и других литостратонов, которые нередко являются в определённой мере ценным “строительным” материалом для системного анализа и выделения стратонов-систем, составления модели бассейновой системно-стратиграфической схемы. Просматривается и причина противоречивости, которую постараемся раскрыть ниже, в предлагаемом на обсуждение варианте классификации стратонов.

Но прежде кратко рассмотрим Дополнения к Стратиграфическому кодексу России [2000], с целью понять, что же произошло со времени выхода в свет СК, 1992 г. и куда направлена стратиграфическая мысль.

Краткий анализ Дополнений к Кодексу

В Дополнениях к СК [2000] стратиграфическая классификация пополнилась олистостромами* – гравитационными олистостромами [Дополнения..., прил. 10, с. 9, 13, 46–50]. Олистостромы – это особый вид подразделений литостратиграфической категории, представляющий собой хаотические ассоциации пород (микститы), состоящие из гетерокластического и часто разновозрастного материала (олистоцитов), погружённого в относительно мелкозернистую бесструктурную массу (матрикс), обычно иного состава, слабостратифицированную или без следов стратификации. Для олистостром характерны пластообразная или линзовидная форма и резкость границ как в подошве и кровле, так и по латерали.

Олистостромы могут входить в объём местных или литостратиграфических стратонов (свит, серий, толщ) или образовывать самостоятельные стратиграфические подразделения с собственным названием. Последние выделяются в том случае, если они образуют тела, сопоставимые по мощности и распространению с толщами или свитами в данном районе, и, следовательно, могут быть изображены на геологической карте.

Определение геологического возраста образования олистостром производится по палеонтологической характеристике и (или) по изотопно-геохронометрическим данным матрикса с учётом возраста олистоцитов и вмещающих отложений [Дополнения..., 2000, с. 13].

Сиквенс-стратиграфические подразделения вошли не в приложение, а в дополнение 1, как и *событийная стратиграфия* (дополнение 2), *хронометрия* (дополнение 3) и *уточнение изотопного возраста нижних границ верхнего рифея, венда и кембрия* (дополнение 4). Справочные дополнения, в отличие от приложений, как отмечают авторы Дополнения... [2000], не входят в комплект Стратиграфического кодекса, являясь во многом авторскими очерками.

Вот и всё, что появилось почти за десять лет со времени выхода Стратиграфического кодекса. По поводу включения олистостром в качестве самостоятельных

* “Олистострома как самостоятельный стратон отличается от основного литостратиграфического подразделения – толщи – трудно распознаваемой стратификацией или её отсутствием, хаотическим внутренним строением, иногда общим удревнением возраста грубообломочного материала (олистоцитов) вверх по разрезу, неправильной линзовидной формой, залеганием среди стратифицированных отложений в виде “чужеродных” геологических тел”. [Дополнения..., 2000, с. 13]

стратонов категории литостратиграфических СП группы специальных, мы соглашаемся с теми геологами, которые считают их пара- или квазистратиграфическими подразделениями. Забегая вперёд, отметим, что их место в нашей классификации (в лучшем случае) в группе вспомогательных (картировочных) стратонов. В этой связи небезынтересна оценка стратиграфической значимости олистостром в Международном стратиграфическом справочнике [1976]. Они отнесены к “прочим литостратиграфическим подразделениям свободного пользования”, о которых записано следующее: “Некоторые тела горных пород, выделяемые как литостратиграфические подразделения или близкие к ним, собственно, не являются таковыми, так как выделяются на основании их происхождения, формы или по другим признакам, а некоторые из них вообще не являются стратиграфическими подразделениями. К таким относятся оползни, осыпи, грязевые потоки, **олистостромы**, **олистолиды**, диапиры, соляные штоки, жилы, батолиты, **циклотемы** и пр. Им могут быть даны неофициальные собственные названия” [Международный..., 1978, с. 50-51].

Стратиграфическая классификация в Международном стратиграфическом справочнике и Руководстве

Стратиграфическая классификация в Международном стратиграфическом справочнике [МСС, 1978] представлена в виде таблицы 4. В ней, в отличие от отечественных кодексов, “категория” (а не группа) является наиболее крупным СП. Их не три и не две, а четыре: *литостратиграфическая*, *биостратиграфическая*, *хроностратиграфическая* и *другие стратиграфические категории* (минералогические, экологические, магнитные, сейсмические и др.).

Наши замечания сводятся к следующему. Как следует из вышеизложенного, хроностратиграфические подразделения (эонотема, эритема, система, отдел, ярус, хронозона) – это те же биостратиграфические СП. Они должны быть по основному признаку в одной “компании” (категории или группе) и разделяться по значимости в решении основной задачи стратиграфии и другим признакам стратонов, выделяемых на биооснове.

В *литостратиграфическую категорию* входят следующие таксоны (в порядке снижения их ранга):

группа,
формация,
пачка,
пласт(ы).

В других стратиграфических категориях выделяется один таксон – *зона* (с соответствующей приставкой или прилагательным). По существу, классификации, как таковой, нет. По основным методам выделения представленные категории можно объединить в две неравноценные по значимости группы: *литостратиграфические* и *биостратиграфические*. Явно напрашивается в их составе выделить *основные* и *вспомогательные*, если таковыми вообще не считать литостратиграфические. В составе *биостратиграфических* СП основны-

ми будут хроностратиграфические (в нашей терминологии “общие”, “планетарные”), а вспомогательными – биозоны. В составе *литостратиграфических* СП основными будут: группа формаций, формации и т.п., а вспомогательных – зоны (минералогические, сейсмические, магнитные и т.п.), т.е. относимые к категории “прочих” стратонов, из которых некоторые (например, олистостромы, олистолиды, оползни и др.), как уже отмечалось, “вообще не являются стратиграфическими подразделениями”.

В 1994 г. вышло в свет второе Международное стратиграфическое руководство [International Stratigraphic Guide, 1994]. Что же в нём изменилось спустя более 18 лет?

Его структура, названия глав и большинства разделов остались прежними. В Руководстве-76, как отмечалось выше, было четыре категории стратонов (см. табл. 4), а стало пять. Добавилась категория СП, *ограниченных несогласиями* с основным термином **синтема** и производными от него, отражающими его части (субтемы) или иерархию, номенклатуру. Две или более синтем образуют **суперсинтему**.

В Международном руководстве-94 дано следующее определение синтем-стратонов: “...это породные тела, ограниченные снизу и сверху значительными и узнаваемыми нарушениями в стратиграфической последовательности (угловые и параллельные несогласия, диаистемы) преимущественно регионального или внутрорегионального распространения. Они могут включать в себя подразделения других категорий (лито-, био-, хроно-, магнитостратиграфические и др.), от дробных до крупных, как по вертикали, так и по латерали. Диагностическими критериями этих подразделений служат только два определенных (designated) пограничные несогласия” (по [Жамойда, 1996, с. 97]).

По существу, это определение циклита и сиквенса. На это прямо указывается: данные подразделения, ограниченные несогласиями, “могут иногда рассматриваться как эквивалентные седиментационным циклам...” [Там же]. Непонятно только, почему *иногда*, а не *всегда*? Из этого дополнения Международного руководства-94 следуют два важных для нас вывода.

Более полувека продолжавшаяся дискуссия по поводу породно-слоевых систем, ограниченных (стратиграфическими!) несогласиями, а, по существу, седиментационных тел, циклов (циклитов, сиквенсов, синтем) закончилась официальным признанием международным сообществом не просто в качестве стратона, а **самостоятельной категории**. Хотя в стратиграфических кодексах ряда стран (Северной Америки, ЮАР, Великобритании, Аргентины и др.) это признано значительно раньше.

Второй вывод сводится к тому, что породные **тела седиментационных циклов** в официальных отечественных документах [СК, 1977, СК, 1992 и др.] **могут быть выделены и как свиты**. Перерывам внутри свит “разрешено” ограничивать свиты, но “запрещено” быть внутри них.

Еще раз приведем в качестве примера васюганскую свиту-циклит (сиквенс) юры ЗС. На обширной терри-

Категории и подразделения стратиграфической классификации

Стратиграфические категории	Основные стратиграфические подразделения	Эквивалентные геохронологические подразделения
Литостратиграфическая	Группа Формация Пачка Пласт (ы)	
Биостратиграфическая	Биозоны: комплексные зоны зоны распространения (разного типа) зоны расцвета (акме-зоны) интервалы другие типы биозон	
Хроностратиграфическая	Эонотема Эратема Система Отдел Ярус Хронозона	Эон Эра Период Эпоха Век Хрон
Другие стратиграфические категории (минералогические, экологические, сейсмические, магнитные и др.)	Зона (с соответствующей приставкой или прилагательным)	

Примечание. Если необходимы подразделения промежуточного ранга, то можно использовать приставки над- и под- с соответствующим термином, хотя во избежание усложнения рекомендуется придерживаться строгой номенклатуры (Международный стратиграфический справочник, 1978 г.).

тории бассейна сверху и снизу свиты отчётливо фиксируются стратиграфические несогласия.

А.И. Жамойда считает, что эти подразделения не могут быть отнесены к классической стратиграфии, но, по-видимому, могут быть объектами глобальной стратиграфии в его понимании и их не следует относить к классической (биостратиграфической) стратиграфии [Жамойда, 1996, с. 96]. Да, действительно, к биостратиграфии (классической) их относить не следует, но основными (как и классические) необходимо признать.

В категории литостратиграфических СП никаких изменений нет. В категории биостратиграфических СП несколько расширился спектр биозон за счёт включения родословной зоны.

В категории хроностратиграфических СП добавил-

ся “подъярус” и соответствующее эквивалентное геохронологическое подразделение “время”. Вот и все изменения в новом Международном руководстве-94. Следовательно, замечания те же, что и к предыдущему МСС-76.

Предлагаемая стратиграфическая классификация

Противоречивость рассмотренных выше классификаций СК, на наш взгляд, кроется в отсутствии непротиворечивого определения основного понятия **стратиграфии** – **стратона**. Не менее важна и другая причина, обусловленная первой. Основная концепция Кодекса, принятая его составителями, базируется на первичности учёта **пространственных** (а не пространственно-временных) соотношений геологических тел, обуслов-

ливающая последующее определение их выделенных параметров [СК, 1992, с. 16]. Из этого определения следует, что задача **картируемости** (пространственных соотношений) геологических тел является основополагающей, главной, базовой. И это находит прямое отражение в классификации стратонав СК-1992 и Дополнениях [2000] к нему.

Следует отметить, что эта основополагающая концепция СК находится в противоречии с одной из трёх основных задач стратиграфии: “установление пространственно-временных соотношений стратиграфических подразделений...” [СК, 1992, с. 18]. Она сформулирована, как отмечают составители СК, в определённой мере под влиянием (давлением) принятия большинством участников пленума МСК (22 ноября 1990 г.) определения стратиграфии по С.В. Мейену [1986]: стратиграфия “изучает пространственно-временные отношения горных пород (геологических тел) в земной коре” [СК, 1992, с. 18]. Справедливости ради следует отметить, что подобные представления на основной предмет изучения стратиграфии и её цель высказывались рядом исследователей и ранее, в том числе и нами. “Стратиграфия – геологическая наука, изучающая пространственно-временные отношения геологических тел...” [Карогодин, 1985, с. 22]. Конечная цель её – раскрытие законов композиции породно-слоевой “структуры геологического пространства” [Там же].

Несмотря на противоречивость классификационных стратиграфических схем в СК [1977, 1992] и Международном руководстве – 1994, они являются важным материалом для создания более логичной стратиграфической классификации. В них изложена официальная точка зрения и представления, видимо, большинства геологов, занимающихся стратиграфией. Поэтому в предлагаемом ниже на обсуждение варианте стратиграфической классификации, мы постарались придерживаться следующих принципов.

- Преемственности, т.е. по возможности максимального использования терминологии стратонав, фигурирующих в рассмотренных классификациях, с попыткой найти им место (“ячейку”) в предлагаемом варианте классификации, либо объяснения отсутствия такового.
- Строго обоснованного (необходимого, минимально-оптимального) количества введения новых терминов стратонав.
- Избежания логической противоречивости и соблюдения основных принципов и правил классифицирования.
- Открытости классификации, т.е. возможности её расширения и дополнения новыми категориями, “классами” и “видами” стратонав в составе основных групп, не противоречащими общей её конструкции.

Краткая характеристика стратиграфической классификации

Исходя из принципов коррелируемости и изохронности стратонав-систем и признания СП стратонами также породных тел, не обладающих данным свойством, их можно разделить на две основные группы: **корреляционные** и **некорреляционные** (картировоч-

ные). Первые, исходя из главной задачи стратиграфии, являются **основными**, а вторые – **вспомогательными** (**дополнительными**), выполняющими в основном картировочную функцию. Термин “корреляционные стратиграфические подразделения” широко использовался ранее и заменён на “региональные” только при составлении окончательного варианта СК СССР [Ковалевский, 1980, с. 27].

В каждой из этих групп, используя терминологию СК, целесообразно сформировать по две (дихотомический принцип классификации) категории стратонав (табл. 5) соответственно по основным методам: **био-стратиграфические** и **литмостратиграфические**. В свою очередь, в каждой из категорий правомерно выделить также по два “вида” стратонав по их значимости: **основные** и **вспомогательные** (дополнительные). На этом первый иерархический (номенклатурный) ряд стратонав, исходя из современного уровня знаний, можно ограничить. Однако в будущем совершенно не исключается (и даже предполагается) его продолжение.

Второй ряд (II) иерархии-номенклатуры связан с последовательностью внутри выделенных “видов”. Он наполняется номенклатурными (иерархическими) терминами “видов” собственно стратонав. При этом было стремление, как можно больше сохранить их в том виде (и с теми же названиями), как они предлагаются в СК, разнеся по соответствующим “ячейкам” (“классам”) классификационной схемы (классификации).

К **основным**, категории **био-стратиграфических**, по значимости, отнесён весь ряд “общих” (планетарных) стратонав от акротемы до зоны. К типу **вспомогательных** (**дополнительных**) **био-стратиграфических**, вероятно, правомерно отнести *раздел, звено, ступень, лону, слою с географическим названием*, а может быть, и *подъярус*. К **основным** (по функциональной значимости) категории **литмостратиграфических**, отнесётся весь иерархический ряд стратонав-систем (циклитов) с ещё не устоявшейся (формирующейся) терминологией. Все ранее предложенные термины имеют те или иные недостатки. Идёт поиск номенклатурных терминов этого типа. Можно предложить на обсуждение ещё один вариант. Так как общий термин “циклит”, по мнению многих исследователей [Практическая стратиграфия, 1984], хотя и весьма удачный, его не совсем правомерно использовать в стратиграфии. Может быть, его усечь до термина “лит” с теми же терминологическими элементами, которые обозначают ранг циклита: **трилит, галлит, нексолит, региолит, зонлит** и т.д. Терминологический элемент “лит” уже достаточно широко используется в четвертичной стратиграфии (климатолит). Вероятно, он вполне мог бы вписаться и в общую иерархию литмостратонав.

В Международном руководстве [1994], как уже отмечалось, предложен термин “синтема”, но он не очень удачен, громоздок в преобразованиях. Пока идёт поиск наиболее удачного термина, может быть целесообразно оставить термин “циклит” с терминологическими элементами, отражающими ранг (**тригалциклит, галциклит, нексоциклит, регоциклит, зонциклит** и др.), а в скобках перечислять синонимы-конкуренты?

Таблица № 5

Классификация стратонов
Составил Ю.Н. Карогодин (2001)

Г Р У П П Ы	КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ				КАРТИРОВОЧНЫЕ (НЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ / ОГРАНИЧЕННО КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ)				
	Группа (по значимости)	Биостратиграфические		Литостратиграфические		Биостратиграфические		Литостратиграфические	
		Основные	Вспомогательные	Основные	Вспомогательные	Основные	Вспомогательные	Основные	Вспомогательные
I	Категория (по методам)	Акротема Эонотема Эратема Система Отдел Ярус Зона	Подъярус (?) Раздел Эвено Ступень Лона Слои с географическим названием	Тригаликлит (тригаллит) Галиклит (галлит) Регаликлит (с в и т а, региолит, синтема, сиквенс) Зонциклит (зонлит) Элециклит (элелит, парасиквенс, подсинтема)	Части (нижняя, верхняя, средняя) и элементы (1, 2, 3, 4 и т.д.) циклитов (сиквенсов, синтем)	Биостратиграфические зоны различных видов (зоны распространения, филозона, интервал-зона, акмезона, комплексная зона); ареальные зоны (провинциальная зона, местная зона)	Вспомогательные подразделения (слои с фауной или флорой)	Комплекс Серия Формация (Свита?) Толща (Подсвета) Пачка Пласт (слой) Наслой	Вспомогательные Толща Маркирующий горизонт (?) Органогенные массивы Олигостромы Оползни Леониковые отторженцы Дайки Диатеры (гравельные, соляные, вулканические и др.)
II	Вид (по важности)								
	Номенклатурные термины стратонов								

Примечания

В скобках даны синонимы (на выбор).

Раздел, звено и ступень используются для отложений четвертичной системы; возможно их применение для неогеновых отложений.

Номенклатура и термины группа, категория, вид - условны и даны по образцу и подобию СК-92.

Этот номенклатурный ряд может (и должен) быть дополнен и продолжен. Сюда же следует отнести стратона четвертичной системы (климатолиты), вписав их в общую терминологию. Только, видимо, не следует подчёркивать генезис циклитов (климато-), а отразить их ранг, место в общей иерархии.

Второй вариант заключается в следующем. Выше уже предлагалось использовать устоявшуюся, привычную терминологию местных, региональных и специальных СП, а по существу, литостратонов, в системном “ключе” развиваемой парадигмы. Термин “свита”, вызывающий споры со времени его появления, наиболее употребляемый и основной в категории местных стратонов [по СК, 1976, 1992]. Вместо предлагаемого термина “региолит”, образованного от “регоциклит”, может быть оправдано использование привычного термина “свита”, т.е. в значении стратона-системы. При этом будет соблюдена преемственность с повышением её ранга. Выделение свиты в объёме породного тела крупного седиментационного цикла не противоречит, как ранее акцентировалось внимание, ни требованию отечественного СК–1992, ни Международного стратиграфического руководства [1994], ни практике. Выбор стратиграфического термина стратона-системы, эквивалентного региональному циклиту, очень важен, ибо **региональные циклиты – это “блоки” в структуре любого седиментационного бассейна**. Задачи бассейновой стратиграфии – выделить и раскрыть законы их композиции. Они, как правило, ярко проявляются в композиции породно-слоевого состава разреза, морфологии обнажения, цветовой его гаммы, на электрокаротажных диаграммах и сейсмограммах, т.е. легко распознаются, а следовательно, коррелируются и картируются (разумеется, при соответствующей квалификации геолога).

В таком варианте термин свита приобретает многое из того, что хотелось бы геологам видеть в основном “местном” стратоне. Нет только одного, существенного (если не безграничного) скольжения возрастного объёма и границ, на котором настаивает значительная часть геологов и активно сопротивляется другая. Используя в данном случае принцип конвенционализма, логично прекратить многовековую свитную “войну”.

В качестве **вспомогательных литостратиграфических подразделений в группе основных (корреляционных)** могут выступать части (верхняя, нижняя, средняя) и элементы с цифровыми обозначениями (снизу вверх): 1,2,3,4 и т.д. и (или) собственными названиями. В случае совпадения границ (и объёмов) частей и элементов с какими-либо “стратонами”, выделенными ранее (свитами, подсвитами, толщами, пачками), следует сохранить принятые названия. Если свита оказывается частью свиты-системы, т.е. в новом понимании, то её следует перевести в ранг подсвиты с тем же названием.

К основным биостратиграфическим не корреляционным (ограниченно корреляционным) стратонам следует отнести, как это и показано в схеме стратиграфической классификации СК-1992, **биостратиграфические зоны различных видов**. А к **вспомогательным –**

слои с фауной или флорой. Более точно разнесение по “ячейкам” (“классам”) биостратонов должны сделать сами биостратиграфы, палеонтологи. Им это виднее.

К основным литостратонам (с существенно не нарушенной первичной слоистостью) **группы картируемых**, без сомнения, следует отнести всю их квазиерархическую цепочку – от **комплекса, серии, формации**, – до **пачки, слоя**. В таблице 5, свита показана в скобках и под вопросом. Она остаётся в этом ранге СП, если не перейдёт в основные литостратиграфические подразделения, т.е. в стратон-систему (свиту-систему).

Все литостратиграфические подразделения до включения их в первый вариант Проекта СК СССР [1970] “никогда основными не признавались” [Краснов, 1980, с. 137]. **К вспомогательным, нарушающим первично-слоистые толщи пород литостратонов**, возможно следует отнести (с определенным сомнением) *органогенные массивы, олистостромы, оползни, ледниковые отторженцы, баталиты, дайки, диатризы* (грязевые, соляные, вулканические и др.). При необходимости их можно разделить на экзогенные и эндогенные, что важно для картирования, выбора методов их изучения и восстановления тектоники бассейна, региона, района, прогноза и поиска месторождений полезных ископаемых и т.д.

Таким образом, в предлагаемой классификации нашли место практически почти все перечисленные в классификационной схеме СК-1992 стратона. Нет только стратонов, выделяемых геофизическими методами: *сейсмостратиграфическими и магнитостратиграфическими*. “Сейсмостратиграфические подразделения”, как уже отмечалось, вряд ли можно считать самостоятельными стратонами, даже вспомогательными, так как это не породные тела. Скорее, это очень важные геофизические методы выделения как корреляционных, так и картировочных СП, а также горизонтов-уровней. Сейсмостратиграфия – метод, способствующий выделению и корреляции основных литостратонов, их частей, реже элементов и картированию как основных, так и вспомогательных литостратонов. Уже отмечалось, что не менее ценным для решения задач корреляции и картирования является комплекс скважинных методов каротажа. Особую надежду мы возлагаем на высокочастотное парапараметрическое индукционное зондирование (ВИКИЗ) скважин. Оно, обладая высокой разрешающей способностью, позволяет весьма точно выделять границы породно-слоевых систем (в непрерывном слоевом пространстве разреза) и их элементы, части [Антонов, 2002; Антонов, Карогодин, 2002]. Сейсмостратиграфия без скважинных исследований и без “привязки” к ним во многом теряет свою ценность в решении задач стратиграфии, а следовательно, геологии вообще.

Нет сомнений, что появятся и другие методы, и науки-методы, дополняющие сейсморазведку, но и по ним неправомерно будет выделять новые типы стратонов. Магнитостратиграфия тоже геофизический метод. Вероятно, в делении по методам им найдётся место в типах основных и вспомогательных литмо- и литостратонах. Вопрос нуждается в дальнейшем осмыслении и обсуждении. Пока нам он видится как

метод выделения корреляционных горизонтов-уровней, важный для определённых стратиграфических интервалов разреза (особенно древних и очень молодых, “немых” толщ). На стратиграфической схеме мезозоя Западной Сибири, как уже отмечалось, не принято выделять какие-либо магнитостратиграфические подразделения.

Таким на сегодня видится и предлагается на обсуждение системно-стратиграфический вариант классификации стратонов.

Антикризисные предложения

Кризис бассейновой (региональной) стратиграфии налицо. Основная его причина кроется в слабой разработке теоретических основ стратиграфии вообще и бассейновой, в частности, а также полном игнорировании разработок системной методологии, активно проникающей во все сферы научной деятельности.

Выход из кризисного состояния видится в конкретном использовании принципов системной методологии. Ряд основных из них, адаптированных к стратиграфии, изложен выше и ранее [Карогодин и др., 2000; Карогодин, 2001, 2001а]. Необходимо активное их обсуждение, уточнение и дополнение. Создание системной основы теоретико-методологической базы (в первую очередь бассейновой) стратиграфии – это мегазадача, которая займет продолжительный период времени.

Ближайшая конкретная, первоочередная задача видится в непротиворечивом определении главного понятия стратиграфии – **стратона**. Целесообразно еще раз его повторить.

Стратон – это относительно изохронное во времени формирования породно-слоевое тело-система.

Породно-слоевые тела седиментационных циклов любой природы, выделяемые в геологическом разрезе различными методами и являясь целостными системами, полностью соответствуют данному общему понятию стратона.

Идея выделения породных (точнее, породно-слоевых) тел седиментационных циклов в качестве стратиграфических подразделений далеко не нова и в настоящее время витает в воздухе. Тела циклов имеют множество названий. Однако в последние годы наибольшее распространение получили три: **циклит** у нас в стране [Трофимук, Карогодин, 1976], **сиквенс** за рубежом (в основном в США) и **синтема** [Международный ... справочник, 1994]. Эти термины близки по значению, но не идентичны по содержанию, не синонимы [Карогодин, Арментроут, 1996]. Циклит – тело цикла любой природы, а сиквенс – эвстатического колебания уровня моря (океана).

Циклит, сиквенс, синтема и множество их синонимов – это термины общего понятия породного тела седиментационного цикла. В стратиграфии, как и в других науках геологии, должен быть свой, стратиграфический эквивалент данных терминов. Пока такого общепринятого нет. Есть лишь предложения использовать такие термины, как **циклостратон**, **литмостратон** и некоторые другие, ориентирующие на их содержание. Ниже мы будем использовать в данном значении

термины **литмостратон** и **хронолит**. Очень часто, особенно в зарубежных публикациях, общий термин (сиквенс, синтема и др.) используется в разных значениях. Это явное нарушение одного из основных принципов терминообразования. В Международном стратиграфическом справочнике [1978] и Руководстве-94 тела, ограниченные несогласиями, являющиеся по определению телами седиментационных циклов (циклитами, синтемами и сиквенсами), признаны стратонами, как и в ряде национальных стратиграфических кодексов. И это на фоне достаточно активной разработки теории цикличности, как наиболее общей формы существования систем [Карогодин и др., 1996; Карогодин, Арментроут, 1996; Карогодин, 1996; Карогодин и др., 2000]. А по представлениям некоторых исследователей цикличность – основа мироздания [Соколов, 1999, 2001; и др.].

Видимо, не случайно при Международной комиссии по стратиграфической классификации создана специальная подкомиссия по циклостратиграфии (председатель М.Б. Чита, Италия), развернувшая активную деятельность с целью подготовки главы в International Stratigraphic Guide. Этот вопрос планируется обсудить на очередном Международном геологическом конгрессе в 2004 г. (Италия).

Одним немаловажным недостатком теоретических разработок цикличности является неиспользование (особенно в зарубежных исследованиях) теоретико-методологических наработок системного анализа, общей теории систем и тем более, системной философии Ю.А. Урманцева [2001] и др.

Определение стратона как системы вообще и цикла (сиквенса, синтемы), в частности, революционно важно, так как весь теоретический арсенал ОТС, адаптированный к стратиграфии, может и должен быть с успехом использован. Это будет мощный прорыв в развитии теории и создании прочной научной базы стратиграфии вообще и бассейновой, в частности.

• Признавая стратоны системами вообще, а циклиты породно-слоевыми системами, в частности, мы должны признать литмостратоны, хронолиты основными стратиграфическими подразделениями бассейновой стратиграфии, наряду с общими (системами, ярусами и др.). Литостратоны, которыми, по существу, являются свиты, формации, серии и т. д. в подавляющем большинстве своем не отвечают требованиям систем рассматриваемого “класса” (“качества”). Видимо, интуитивно понимая, что формации не являются целостными “стратиграфическими системами”, как уже отмечалось, они и были отвергнуты уже Первым Мировым геологическим конгрессом в качестве стратиграфических подразделений. А свиты, как и вообще литостратиграфические подразделения, многими ведущими стратиграфами (А.С. Лебрович, В.В. Меннер, А.Г. Ротай, Б.С. Соколов и др.) предлагалось выделять в качестве вспомогательных СП и даже временных, подлежащих со временем замене на “основные”. Основными стратонами всегда считались (и считаются) подразделения общей (международной) стратиграфической шкалы, выделяемые исключительно на биостратиграфической основе. Напомним, что в первом Стратигра-

фическом кодексе СССР [1977] литостратиграфические подразделения (свиты и др.) не без основания были отнесены к категории “вспомогательных” и даже “временных”.

• Еще раз подчеркнем, что именно в признании литомстратонов (хронолитов) основными стратонами бассейновой стратиграфии нам видится (в уточненном виде) реабилитация принципа Никитина–Чернышова–Уильямса. Формации и свиты, в современном их толковании и практике выделения – это вспомогательные стратиграфические подразделения. Как правило, это части или элементы стратонов-систем, литомстратонов. Как уже отмечалось, свиты, и тем более формации, равно как и другие литостратиграфические (местные, региональные) подразделения, на практике выделяются по одному признаку – *литологической* (или литолого-фациальной) *однородности*. А любая система – это единство противоположностей (двуединство, дихотомия).

• Из изложенного также следует, что, по существу нет логически непротиворечивых стратиграфических классификаций и их создание – важнейшая первоочередная задача. К сожалению, активная дискуссия по теоретическим вопросам закончилась почти четверть века назад с подготовкой и изданием первого Стратиграфического кодекса. Признание стратонов системами означает реальную возможность построения непротиворечивой их классификации (принцип классифицируемости систем). То, что в СК-1992 и Дополнениях... [2000] называется стратиграфической классификацией – это, по существу, попытка создания классификации стратонов. Построение любой классификации, в том числе стратиграфической, достаточно сложная задача, требующая, возможно, коллективных усилий и специального обсуждения. Поэтому в данной публикации приводится лишь предварительный вариант (см. табл. 5) возможной классификации без ее обоснования и обсуждения. Удачная классификация обладает прогностичностью (принцип прогностичности), а это весьма важно в любой науке, особенно в такой практической, как геология.

• В случае построения удачной классификации решается важнейшая задача таксономии, номенклатуры, иерархии стратонов бассейновой стратиграфии. Цикло-стратоны (циклиты, хронолиты) представляют собой иерархически организованные системы с “внутренней” (элемент – часть – целое) и “внешней” (элементарные, зональные, региональные и более высокого ранга стратоны) соподчиненностью, таксономией (принципы системной классифицируемости и иерархичности систем). Методика выделения систем-стратонов (циклитов) в толщах различного возраста (от докембрийских до современных) и типа литогенеза достаточно отработана, и многими геологами успешно применяется не только в Западной и Восточной Сибири, но и на Урале [Щербакова и др., 2002], в Туркмении [Ташлиев, 2001] и других регионах. Соотношение ранговых подразделений сиквенсов и хронолитов (циклитов) – особый вопрос, нуждающийся в специальном рассмотрении и обсуждении.

На региональных (и местных) стратиграфических схемах Западной Сибири целесообразно отражать не все ранговые подразделения, а начиная с региональных (субре-

гиональных) и зональных, с которыми связаны важные в практическом отношении породные тела: песчаные горизонты, пласты-коллекторы и пакки-экраны глин, т.е. резервуары разного ранга. Важнейшим СП литомстратиграфической шкалы, как отмечено выше, являются региональные и субрегиональные стратоны, которые, как уже отмечалось, играют роль основных блоков стратиграфической конструкции осадочного бассейна. Они достаточно ярко проявляются на сейсмограммах (см. статью А.А. Нежданова в настоящем сборнике), что немаловажно и существенно отличает их от официальных “горизонтов”, которые невозможно выделить и проследить на сейсмических профилях, как и по каротажу в литологически однородных телах (свитах, сериях, толщах).

• Предлагаемые операции по выходу из кризиса – прямой путь к созданию стройной системы понятийно-терминологической базы, являющейся составной частью теоретической базы любой науки.

• Как было показано выше, важнейшей составляющей обострения кризиса бассейновой стратиграфии было бесспорное выявление и официальное признание существенного возрастного скольжения границ свит и стратиграфических объемов, очевидность невозможности выполнять основным местным стратоном его главной, корреляционной функции. И это в то время, когда термин свита гигантски тиражирован, вошел во все официальные документы, справочники по регионам, стратиграфические схемы, геологические карты и т.д. и т.п. В начале публикации достаточно подробно освещено современное признание положения свиты и ее предполагаемого “спасителя” горизонта. Определенные контуры выхода из создавшейся ситуации с излагаемых позиций системного подхода представляются в следующем свете.

• Поскольку все свиты в разрезе юрско-меловых отложений Западной Сибири, кроме васюганской (и, возможно, некоторых других), не отвечают требованиям, предъявляемым к породно-слоевым системам (стратонам – системам) и таковыми не являются, то их не следует считать основными подразделениями категории местных СП, как и любой другой. Как следует из схемы классификации стратонов, свиты в современном их понимании и правилах выделения могут являться вспомогательными, дополнительными (картировочными) СП. Учитывая силу привычки к традиции, можно предложить вариант, в котором термин свита оставить за основными стратонами (литомстратонами, хронолитами). Примером свиты-долгожителя (в отличие от многих других) без каких-либо покушений на ее статус и объем, отвечающей породно-слоевому телу-системе регионального цикла, является васюганская (локосовская). Ни у кого из геологов не вызывает сомнения правомерность ее выделения. Это, как уже отмечалось, не противоречит тому, что “... в качестве свиты может быть выбран крупный седиментационный цикл” [СК, 1992, с. 38]. Его отражение в разрезе фиксируется по смене вещественного состава пород, вызванной изменением типа осадконакопления, сменой морской биоты континентальной и т.д. [Там же, с. 36]. Это не противоречит и другим требованиям СК, предъявляемым к свитам, *границы которых могут совпадать со стар-*

тиграфическими перерывами и угловыми несогласиями [Там же, с. 35]. “Внутри свиты не должно быть существенных стратиграфических, а тем более угловых несогласий...” [Там же, с. 38]. Данные требования согласуются с более ранними указаниями [СКТиН, 1965, с. 33]. Следовательно, Кодекс определённо разрешает выделение свит в объеме тел седиментационных циклов. А ряд перечисленных в нем признаков (запрет перерывов внутри свиты, ограничение ее несогласиями и ряд других) просто рекомендуют (и даже обязывают) выделять тела циклов (циклиты, хронолиты, сиквенсы, синтемы) в качестве свит. В связи с этим может возникнуть вопрос: “Почему же остальные свиты не были выделены в объеме седиментационных циклов как васюганская?” Ответ простой. Эта свита было неосознанно выделена как тело цикла. Осознание пришло позже. Выделять стратона как тела циклов, да еще с требованиями системного подхода, гораздо сложнее, чем просто однородные литологические тела. Да и правила однозначного выделения цикллитов (и сиквенсов) как породно-слоевых систем разработаны сравнительно недавно. К тому же знание правил еще не означает умения грамотно ими пользоваться.

Возвращаясь к предлагаемому содержанию понятия свита, можно сделать следующий вывод.

Свиты, не нарушая требований Кодекса, можно соотносить с объемом тел седиментационных циклов. В нашей терминологии – это региональные цикллиты продолжительностью в фанерозое $8 - 10 \pm 2$ млн лет. Чаще всего это 1,5 – 2 яруса в разрезе мезозоя Западной Сибири.

Возможно, и субрегиональные цикллиты следует характеризовать, как свиты, но с каким-либо отличительным, дополнительным термином элементом к названию “свита”. Следует заметить, что одна из школ среднеазиатских геологов академика В.И. Попова, давно пользуется терминами “ритмосвита”, “ритмопачка” и др. [Попов и др., 1979]. Однако существенным недостатком терминов является их громоздкость, сложность в преобразовании и др. Если будет принято решение (принцип) выделять свиту в объеме породно-слоевого тела цикла (“ритма”), то нет никакой необходимости в терминологических “цикло-”, “ритмо-” и им подобным. За существующими свитами следует сохранить названия, переведя их лишь в ранг подсвит, то есть вспомогательных СП. За пачками также следует оставить их названия или номера, принятые на существующей схеме.

В предлагаемом варианте – свита-система, свита-цикллит (хронолит) сравнительно “безболезненно” решается, на наш взгляд, комплекс вопросов бассейновой (региональной) стратиграфии. Рассмотрим некоторые основные из них.

• **Первый вопрос – психологический.** Термин “свита” остается в употреблении, и за ней сохраняется статус основного стратона бассейновой (региональной, местной) стратиграфии. Значимость его увеличивается присвоением ей (свите) статуса системы (породно-слоевой). Именно в таком (и не только таком) варианте свиты, как считали многие геологи (Ф.Г. Гулари, Л.Л. Халфин, В.Н. Верещагин и др.) “... есть и будут важнейшими стратиграфическими подразделениями...” [Верещагин, 1980, с. 135].

• **Второй вопрос – конструктивный.** Клиноформы определенного ранга (региональные и (или) субрегиональные) правомочно называть свитами, состоящими из двух частей подсвит (в пределах ундаформы): нижней глинистой и верхней – преимущественно песчано-алевролитовой. К решению проблемы стратиграфии неокомского клиноформного комплекса необходимо обратиться специально, обозначив пока только еще один из наиболее важных вопросов, который необходимо решить на базе предлагаемого системно-литмологического подхода.

• **Третий решаемый вопрос – приостановка, ограничение** все увеличивающегося роста свит. Отсутствие в Кодексе ограничительного механизма их выделения (ограничение “скольжения” стратиграфического объема и то снято) позволяет геологам практически бесконечно их множить, менять границы, объемы, превращать свиты в пачки, серии и наоборот – в одном случае пачку называть пачкой, в другом её же – свитой и т.д. Название этому – хаос. В то же время в свете системно-литмологической концепции число свит любого разреза определяется количеством региональных цикллитов, которое вполне ограничено. А главное – вполне определяемо однозначно. Так, по нашим представлениям, в юрско-неокомском разрезе (некоциклите) Западной Сибири их порядка девяти. Столько же и во втором, апт-неогеновом некоциклите. Не следует заострять внимание на цифре девять, а иметь в виду, что число регоциклитов весьма ограниченное в разрезах осадочных чехлов “молодых” (так же, как и “древних”) платформ. Как бы это число не увеличивалось, оно не идет ни в какое сравнение с количеством свит в разрезе того же стратиграфического интервала. В мезозойско-кайнозойском разрезе число свит при таком подходе должно резко сократиться, потому что большинство из них является частями (половинами или даже элементами) региональных цикллитов.

В разрезах тех районов, где в большом стратиграфическом объеме невозможно по литологическим признакам выделить свиты и подсвиты, целесообразно выделять серии, как это и сделано, например, для Омско-Уренгойского района. В его разрезе выделена покурская серая (свита). Подобные литостратоны, возможно,

* На очередном заседании неокомской рабочей группы СибРМСК 4.07.2001 г. под председательством Ф.Г. Гулари. были записаны следующие рекомендации.

- Неокомские клиноформы считать стратонами.
- Рекомендовать в новой стратиграфической схеме сократить число свит в клиноформной части неокома (до 1-2-х).
- Выделять клиноформы в ранге подсвит.
- Присваивать названия подсвитам по названию клиноформ (глинистых пачек в их основании).

правильнее (более ориентирующе) было бы назвать *толщами*, а их масштаб (мощности, стратиграфический объем) отразить префиксами *мезо-, макро-, мега-* и т. п.

Может быть, подобные (литологически однородные) толщи, не расчленяемые на свиты, целесообразно разделить еще по условиям их образования на явно морские (типа фроловской) и континентальные (типа покурской), добавляя к основному термину “толща” терминологические элементы “аква” (*акватолща*) и “терра” (*терратолща*).

• В предлагаемом варианте понятия (и термины) **горизонт**, как и под- и надгоризонт в трактовке СК-1992 становятся явно ненужными.

• В будущем варианте стратиграфической схемы должно быть отражено клиноформное строение неокма. На этот счет есть несколько вариантов и их следует обсудить, выбрав наиболее информативный и логичный.

• На схеме также необходимо показать стратиграфические несогласия и их ранг. Поскольку циклиты и сиквенсы – это породно-слоевые системы, ограниченные несогласиями или адекватными им поверхностями, то их ранг должен определяться рангом седиментационных циклов [Карогодин, 1974]. Значение фиксации, картирования и изучения перерывов в разрезе бассейна трудно переоценить как для теоретического моделирования строения и эволюции бассейна, так и в практическом отношении.

Настоящую, умышленно-полемическую публикацию следует рассматривать как приглашение к обсуждению актуальных проблем бассейновой стратиграфии и предлагаемого пути выхода из кризисной ситуации. Он видится в разработке основ системно-стратиграфической методологии: категорий, принципов, правил и, наконец, законов науки. Все это означает смену прежней, свитной парадигмы новой – системно-стратиграфической. Основы ее были заложены более двадцати лет назад, когда в России появились первые публикации по сиквенс-стратиграфии, сейсмостратиграфии, литомостратиграфии [Карогодин, 1985] и сейсмолитологии [Кунин, 1984] и др.

В монографии “Региональная стратиграфия. Системный аспект” [Карогодин, 1985] впервые в практике стратиграфических исследований предпринята попытка решения широкого круга вопросов с использованием наработок системного анализа. Основные положения данного подхода остаются в силе, уточняются лишь формулировки. Следует заметить, что многие зарубежные геологи (П.Р. Вейл, Р.М. Митчем-мл., С. Томпсон, Дж.Б. Сангри, Дж. Н. Бабб, В.Г. Хетмелид и др.) телам циклов, седиментационным системам, сиквенсам, в отличие от автора публикации, придают статус *не только региональных, но и глобальных стратиграфических подразделений*. Они считают, что “используя глобальные циклы с их естественными и характерными границами, можно разработать международную геохронологическую систему на приемлемой основе. Если геологи объединят свои усилия по созданию более точных графиков региональных циклов и используют последние для повышения качества глобальной циклограммы, то она может стать более точным и надежным геохронологическим стандартом для всего фанерозоя” [Сейсмическая стратиграфия, 1982, с. 181].

Литература

Антонов Ю.Н., Эпов М.И., Карогодин Ю.Н. Многоцелевые возможности электромагнитного зондирования скважин с детальной сиквенс-стратиграфией // Сб. трудов школы-семинара “Физика нефтяного пласта”. Новосибирск, 2002. С. 1–6.

Боганик Н.С. О “теории” циклов в современной геологии // Советская геология. 1939. № 7. С. 78–85.

Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Дешня Н.П. и др. Основные проблемы стратиграфии мезозойских нефтегазоносных отложений Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2000. № 1. С. 2–13.

Брадучан Ю.В., Гулари Ф.Г., Захаров В.А. и др. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). Новосибирск: Наука, 1986. 217 с.

Будников В.И. Седиментационные циклы – подразделения унифицированных стратиграфических схем // Тр. СНИИГГиМС, 1973. Вып. 169. С. 53–61.

Верещагин В.Н. Свита – важнейшее стратиграфическое подразделение // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 130–135.

Вялов О.С., Гавура С.П., Грузман А.Д. и др. К вопросу о принципах унификации стратиграфической терминологии // Материалы XI Конгресса Карпато-Балканской геологической ассоциации. Киев: Наук. думка, 1977. С. 25–27.

Гладенков Ю.Б. Некоторые дискуссионные вопросы стратиграфии // Изв. АН СССР, сер. геол. 1972. № 11. С. 115–124.

Гладенков Ю.Б. Проблема свит, зон и горизонтов в стратиграфии (комментарии к некоторым разделам Стратиграфического кодекса СССР) // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 124–130.

Гольберт А.В., Гулари Ф.Г., Климова И.Г. О возрастной миграции неокмальных свит Западной Сибири // Материалы по региональной геологии Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1971. С. 4–9.

Гришкевич В.Ф., Белоусов С.Л., Елисеев В.Г. и др. Отображение клиноформной модели неокма на макете стратиграфической схемы Западно-Сибирской равнины // Материалы научн. сессии, посвящ. 90-летию В.Н. Сакса, 2001. С. 34–36.

Гулари Ф.Г., Нестеров И.И., Рудкевич М.Я. О стратиграфии мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика. 1962. № 3. С. 3–10.

Гулари Ф.Г., Халфин Л.Л. Реформа правил стратиграфической классификации необходима // Геология и геофизика. 1966. № 4. С. 3–14.

Гулари Ф.Г. Клиноформы – особый тип литостратонов // Геология и геофизика. 1994. № 4. С. 19–26.

Гулари Ф.Г. Проблемы литостратиграфии мезозоя Западно-Сибирской равнины // Материалы научн. сессии, посвящ. 90-летию В.Н. Сакса, 2001. С. 36–37.

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.

Егоян В.Л. Тенденции в развитии современной стратиграфии. Статья 3. Терминологические проблемы. Бюл-

летень МОИП. Отд. геол. 1989. Т. 64. Вып. 1. С. 4–13.

Жамойда А.И., Меннер В.В. Две основные тенденции разработки стратиграфической классификации // Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXIV сессии МГК. М.: Наука, 1974. С. 144–151.

Жамойда А.И. Сущность и соотношение основных стратиграфических подразделений // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 32–63.

Жамойда А.И. О новом издании международного руководства по стратиграфии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1996. Т. 4, № 5. С. 93–101.

Жижченко Б. П. Методы стратиграфических исследований нефтегазоносных областей. М.: Недра, 1969. 373 с.

Зубаков В.А. Ритмостратиграфические подразделения. Проект дополнений к Стратиграфическому кодексу СССР. Л.: 1978. 72 с.

Зубаков В.А. О полной стратиграфической классификации // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 90–115.

Карогодин Ю.Н. Ритмичность осадконакопления мезозойско-кайнозойских отложений Западной Сибири и планетарные колебательные движения // Материалы по геологии, геофизике и полезным ископаемым Сибири. Новосибирск, 1970. С. 5–10.

Карогодин Ю.Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность. М.: Недра, 1974. 176 с.

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

Карогодин Ю.Н. Коэффициенты прогрессивности и алитности (делитности) в системном анализе слоевых ассоциаций нефтегазоносных толщ // Геология и нефтегазоносность мезозойских седиментационных бассейнов Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. С. 166–169.

Карогодин Ю.Н. Литмология - интегрирующая наука геологии // Системные исследования в геологии каустобиолитов. М.: Наука, 1984. С. 6–14.

Карогодин Ю.Н. Региональная стратиграфия (системный аспект). М.: Недра, 1985. 179 с.

Карогодин Ю.Н. Литмостратиграфические дополнения к стратиграфическому кодексу СССР (проект) // Препринт № 10. Новосибирск, 1986. 42 с.

Карогодин Ю.Н. О соотношении понятий “циклит” и “формация” // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. Новосибирск: Наука, 1990. С. 22–34.

Карогодин Ю.Н. Основные принципы системно-литмологического мировоззрения // Вопросы устойчивого и бескризисного развития, 2001а. № 4/2. С. 3–10.

Карогодин Ю.Н. О необходимости принципиального изменения корреляционной стратиграфической схемы нефтегазоносных отложений Западной Сибири (Предложения к совещанию по уточнению стратиграфической схемы Западной Сибири) // Вопросы устойчивого и бескризисного развития, 2001б. № 3/2. С. 111–115.

Карогодин Ю.Н., Гайдебурова Е.А., Желев С.К. Системный анализ палеогеновых отложений Нижнекамчйского прогиба Болгарии (в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности). Новосибирск: Наука, 1988. 107 с.

Карогодин Ю.Н., Ершов С.В., Сафонов В.С. и др. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литмологический аспект. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. 252 с.

Карогодин Ю.Н., Арментроут Дж. Анализ основных понятий и терминов литмологии и сиквенс-стратиграфии // Геология и геофизика. 1996. Т. 37, № 7. С. 3–10.

Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Рыльков С.А., Ершов С.В. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокма (системно-литмологический подход). Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2000. 200 с.

Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М.: Наука, 1967. 417 с.

Келлер Б.М. Стратиграфические подразделения докембрия. В кн.: Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 116–124.

Ковалевский О.П. Итоги осуждения проектов “Стратиграфического кодекса СССР” // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука. 1980. С. 11–32.

Краснов В.И. Проблема литостратиграфических подразделений и их место в стратиграфической классификации // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 135–146.

Кунин Н.Я. Сейсмолитмология, ее объект, предмет, цели и задачи // Системные исследования в геологии каустобиолитов. М.: Наука, 1984. С. 14–21.

Леонов Г.П. Основы стратиграфии. Т. 1. М.: Изд-во МГУ. 1973. 529 с.

Международный стратиграфический справочник / Под ред. Х. Хедберга. М.: Мир, 1978. 226 с.

Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. 186 с.

Меннер В.В., Гладенков Ю.Б., Келлер Б.М. и др. Стратиграфические подразделения. М., ВИНТИ, 1977. 112 с.

Месежников М.С., Сакс В.Н. О соотношении единой и региональных стратиграфических шкал // Геол. и геофизика. 1967. № 2. С. 145–149.

Нежданов А.А., Пономарёв В.А., Туренков Н.Л. и др. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири (на примере Самбургско-Уренгойской зоны). М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. 247 с.

Никитин С.Н., Чернышов Ф.Н. Международный геологический конгресс и его последние сессии в Болонье и Лондоне // Горный журнал. 1889. Т. 1. С. 115–150.

Попов В.И., Тихомиров С.В., Макарова С.Д. и др. Ритмостратиграфические (циклостратиграфические) и литостратиграфические подразделения. Ташкент: Фан, 1979. 110 с.

Практическая стратиграфия (Разработка стратиграфической базы крупномасштабных геологосъемочных работ) / Под ред. И.Ф. Никитина, А.И. Жамойды. Л.: Недра, 1984. 320 с.

Проект стратиграфического кодекса СССР / Сост.: А.И. Жамойда (отв. ред.), О.П. Ковалевский, А.И. Моисеева, В.И. Яркин. Л., 1970. 55 с.

Розова С.С. Классификационная проблема в современной науке. Новосибирск: Наука, 1986. 223 с.

Садыхов А.М. Идеи рациональной стратиграфии. (На примере Центрального Казахстана). Алма-Ата: Наука, 1974. 183 с.

Сейсмическая стратиграфия / Ред. Пейтон Ч. М.: Мир, 1982. 375 с.

Соколов Б.С. Об основах стратиграфической классификации // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 7–11.

Соколов Ю.Н. Общая теория цикла. Единая теория поля // Общая теория цикла: проблемы методологии. Материалы первой международной конференции “Циклы”. Часть первая. Ставрополь, 1999. С. 16–39.

Соколов Ю.Н. Единство мировых констант. Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, 2001а. 36 с.

Соколов Ю.Н. Общая теория цикла. Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, 2001б. 59 с.

Стратиграфические и геохронологические подразделения / Под ред. Л.С. Либровича. Москва: Гостеолтехиздат, 1954. 86 с.

Стратиграфическая классификация и терминология / Ред. А.П. Ротай. М.: Гос. науч.-техн. изд-во литер. по геологии и охране недр. 1956. 27 с.

Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура / Ред. А.И. Жамойда. Л.: Недра, 1965. Т. 8, № 10. Ч. 2. 68 с.

Стратиграфическая классификация. Материалы к проблеме. Л.: Наука, 1980. 165 с.

Стратиграфический кодекс СССР. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 79 с.

Стратиграфический кодекс: 2-е изд., доп. СПб: ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.

Субетто А.И. Манифест системогенетического и циклического мировоззрения и Креативной Онтологии (в форме постулатов). Тольятти, 1994. 47 с.

Ташлиев М.Ш. Литмология и нефтегазоносность меловых отложений Туркменистана // Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра геол.-мин. наук. Москва, 2001. 48 с.

Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Общетеоретические и методологические вопросы основных направлений и задач исследования геоциклическости // Геоциклическость. Новосибирск: Изд-во ИГиГ, 1976. С. 9–15.

Урманцев Ю.А. Девять плюс один этюд о системной философии. Синтез мировоззрений. М.: Институт холодинамики, 2001. 160 с.

Халфин Л.Л. Принцип Никитина–Чернышова – теоретическая основа стратиграфической классификации // Проблемы стратиграфии. Новосибирск, 1969. С. 7–42. (Тр. СНИИГГиМС. Вып. 94).

Халфин Л.Л. Переходные горизонты в стратиграфической классификации // Этюды по стратиграфии. М.: Наука, 1973. С. 22–31.

Халфин Л.Л. Теоретические вопросы стратиграфии. Новосибирск: Наука, 1980. 200 с.

Чибрикова Е.В., Олли В.А. Такатинский горизонт (девон) на Южном Урале и на востоке Русской платформы // Изв. Отдел. наук о Земле и экологии. АН Башкирии, 2000. № 5. С. 77–88.

Шанцер Е.В. Климато-стратиграфические подразделения четвертичной (антропогенной) системы и их место в стратиграфической классификации // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 153–164.

Шарапов И.П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М.: Недра, 1977. 189 с.

Шерихора В.Я. О выделении васюганской свиты в составе юрских отложений // Вестн. ЗСГУ и НТГУ, 1961. Вып. 2. С. 60–63.

Щербакова М.В., Щербаков О.А., Китаев П.М. и др. Опорные разрезы палеозоя Вишерского Урала. Ч. 1: Скважины. Пермь: Перм. гос. техн. ун-т., 2002. 161 с.

Шиндевольф О. Стратиграфия и стратотип. М.: Мир, 1975. 136 с.

International Stratigraphic Guide / Hedberg H.D. (ed.) New York: John Wiley and Sons, Inc. 1976. 200 p.

Яркин В.И. Стратиграфические подразделения и стратиграфический кодекс // Стратиграфическая классификация. Л.: Наука, 1980. С. 63–76.

International Stratigraphic Guide. Second Edition / Salvador A. (ed.). Geol. Soc. America Inc. 1994. 214 p.

Von Trofimuk A.A. und Karogodin Yu.N. Struktur und moderne Tendenzen in der Entwicklung der Lehre vom Erdöl. // Schriftenr. geol. Wiss.(Berlin) 1989. № 27. P. 123–131.



Карогодин Юрий Николаевич –

д-р геол.-мин. наук, профессор, академик РАЕН, Лауреат государственной премии 1998 г., главный научный сотрудник Института геологии нефти и газа СО РАН (ИГНГ), г. Новосибирск. Основное направление исследований – теоретико-методологические и прикладные вопросы общей и нефтяной геологии.

E-mail: KarogodinYN@uiggm.nsc.ru

СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЯ И СТРАТИГРАФИЯ В УЗКОМ СМЫСЛЕ (SENSE STRIATO)

А.А. НЕЖДАНОВ

ООО "ТюменьНИИгипрогаз", г. Тюмень

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 01-05-65180, 02-06-80517



Рассмотрены вопросы стратиграфической интерпретации сейсморазведочных данных. Проведен критический анализ региональных сейсмостратиграфических подразделений, предложенных в Стратиграфическом кодексе 1992 г. Уточнено понятие термина сиквенс (Sequence) для использования в отечественной геологии, введено понятие «сейсмогеологический горизонт». Описаны задачи сейсмостратиграфических исследований в Западной Сибири.

Ключевые слова: сейсмостратиграфия, сиквенс, Западная Сибирь.

По поводу места сейсмостратиграфии в стратиграфии в узком смысле (sense striato – s.s.), т.е. в узком смысле*, есть две точки зрения. Первая стихийно развивается большинством исследователей, использующих сейсмический метод для расчленения и корреляции осадочных толщ. Она заключается в признании многими геологами и геофизиками исключительного значения сейсмостратиграфического метода, точнее, данных сейсморазведки методом общей глубинной точки (МОГТ), в решении задач стратиграфии. Вторая точка зрения – скептическое отношение к хронозначимости сейсмических отражающих границ и непризнание клиноформ (весьма важных объектов, например, для стратиграфии неокма Западной Сибири) в качестве реально существующих геологических тел была сформулирована В.Л. Егояном [1989] и Д.П. Найдиным [1989].

Как это часто бывает, истина лежит где-то посередине крайностей. Сейсмостратиграфия (точнее, сейсморазведка МОГТ) дает очень ценную стратиграфическую информацию, однако, вертикальная разрешенность сейсморазведочных данных и степень прослеживания отражающих горизонтов часто недостаточны для решения многих стратиграфических задач, хотя большинство из них, особенно связанных с корреляцией удаленных разрезов скважин или сложнопостроенных толщ, решаются успешно.

В.Л. Егоян [1989] и Д.П. Найдин [1989] не признают за сейсмостратиграфией права именоваться новым, интегративным научным направлением, отмечая недостатки методики стратиграфических исследований по

сейсморазведочным данным и дискуссионность основных теоретических положений сейсмостратиграфии.

Эти исследователи также считают, что цикло-, климато-, магнито-, сейсмо- и т.д. методы стратиграфических исследований являются вспомогательными, поэтому выделять самостоятельные региональные циклостратиграфические, сейсмостратиграфические и т.п. подразделения излишне.

Действительно, если сеймостратона увязать с геологическими телами, то это будет просто уточнение и дополнение традиционных стратиграфических схем, что должно выполняться в рабочем порядке при изучении строения региона. Если же сейсмостратиграфические подразделения не увязать с геологическими телами, то использование их и сейсмостратиграфических схем, как показывает опыт сейсмостратиграфических исследований в Западной Сибири, просто невозможно из-за геофантастичности многих таких построений.

Однако Стратиграфическим кодексом [1992, глава X] предусмотрены специальные, сейсмостратиграфические подразделения и даны определения сейсмостратиграфических терминов. Согласно Кодексу, сейсмостратиграфические подразделения – это геологические тела. Сейсмостратиграфические подразделения по Кодексу – это полноправные стратона. Однако отождествление сейсмостратиграфических подразделений с геологическими телами неверно в принципе. Очевидно, что «сейсмостратиграфические тела» – это не породные тела, а только их отражение в волновом сейсмическом поле**.

* Имеется в виду традиционное в СССР и России понимание стратиграфии как геологической науки, изучающей пространственно-временные соотношения осадочных геологических тел. В отличие от американского толкования стратиграфии как науки, изучающей образование, формы залегания и строение осадочных тел, российское понимание термина «стратиграфия» является более узким (Прим. авт.).

** В таком случае они не могут быть стратонами, так как любые стратона, – это геологические тела, по определению (Прим. ред.).

Определения границ сеймостратиграфических подразделений, или “сейсмометрических границ” неудачны и противоречивы. Так, сейсмогоризонт – “это поверхность внутри интервала геологического разреза, которую следует соотносить с наиболее резким литологическим разделом внутри волнообразующей толщи” [Стратиграфический кодекс, 1992, с. 57]. Это принципиально неверно, ибо сейсмогоризонт – не поверхность, а устойчивая по динамическим параметрам и площадному распространению волна. В большинстве случаев в образовании этой волны определенную роль играет значительный по толщине объем пород, и отношение его к конкретной границе условно.

“Субстанциональные” границы, т.е. обусловленные субстанцией, или веществом геологических тел, судя по их характеристикам, противопоставлены в кодексе сейсмогоризонтам, хотя по сути являются таковыми, но менее протяженными. Это такие же отраженные волны, но формируются они в объеме геологических тел и границ, менее протяженных и устойчивых, чем те, с которыми связаны сейсмогоризонты. Сам термин “субстанциональный” неудачен. По-видимому, авторы, предлагая его, хотели подчеркнуть, что эти границы отражают состав и строение геологических тел. Однако сейсмогоризонты отражают эти же особенности.

Определения собственно сеймостратиграфических подразделений не приведено, лишь отмечено, что они являются региональными и местными (как и литостратиграфические подразделения). Такое разделение стратонов, принятое для региональных стратиграфических схем в целом, неправомерно. Свиты и более мелкие стратоны относятся к “местным”, а биозоны, слои, горизонты и прочие – к более крупным (и более значимым по рангу), региональным стратиграфическим подразделениям. Кроме того, в категории “региональные стратиграфические подразделения” фигурируют и характерные комплексы органических остатков, которые включают не только слои с характерной фауной и флорой, но и спорово-пыльцевые комплексы.

Действительно региональными являются литостратиграфические подразделения, а “региональные” подразделения региональных стратиграфических схем – не более, чем умозрительные попытки генерализовать обрывочные палеонтологические данные с целью декларации примата палеонтологии в стратиграфии. Литостратиграфические подразделения, составляющие суть современных региональных стратиграфических схем, по площади распространения (масштабу) могут делиться на трансрегиональные, региональные, субрегиональные, зональные и локальные.

Единицей региональных сеймостратиграфических подразделений является сейсмокомплекс. Оказывается, “сейсмокомплекс – это совокупность горных пород...” [Там же, 1992, с. 58]. Такая трактовка сейсмокомплекса также не вызывает ничего, кроме изумления. Напомню, что сейсмический комплекс (Seismic sequence) – это **изображение на сейсмическом разрезе** осадочного комплекса, или последовательности [Сейсмическая стратиграфия, 1982]. отождествление геологических тел с их отражением в сейсмическом волно-

вом поле – просто нонсенс. Я не могу рассматривать это как ошибку авторов кодекса, а считаю, скорее, недоразумением, так как разница между геологическими телами и волновым полем очевидна. Рекомендация по выделению сейсмокомплексов по однотипным сейсмометрическим границам (например, кровля – по отражающему горизонту, а подошва – по преломляющему) практически бессмысленна. В практике исследований осадочных бассейнов метод преломленных волн в настоящее время для сеймостратиграфических целей не применяется.

Определение местного сеймостратиграфического подразделения еще более неоднозначно. Это тоже совокупность горных пород (!?), выделяемая “на основании того или иного сейсмического признака или их сочетания” [Там же, 1992, с. 59]. К этому же типу стратонов отнесены динамические аномалии сейсмогоризонтов типа “яркое пятно”, “тусклое пятно”. Иными словами, следуя этому принципу, мы выделяем и трассируем сейсмогоризонт, который служит границей сейсмокомплекса, а в каком-либо участке этого горизонта при изменении, например, его динамики выделяем “местное сеймостратиграфическое подразделение”. Таким путем можно довести сеймостратиграфические исследования до полного абсурда.

Для какой цели будут выделяться такие сеймостратоны? Мы знаем, что в отдельных случаях динамические аномалии контролируют залежи УВ. Конечно, их картирование – это важнейшая, конечная цель сеймостратиграфии, но причем здесь стратиграфия s.s.? Динамические аномалии формируются при изменении состава, строения, толщин геологических тел. Выделение местных сеймостратонов “на основании того или иного сейсмического признака или их сочетания” также бессмысленно.

Представляется, что само создание региональных сеймостратиграфических схем не имеет смысла. Во-первых, следует заметить, что сеймостратиграфические подразделения (сеймостратоны) любого ранга, как и сейсмические границы, для стратиграфических исследований (s.s.) являются вспомогательными и необходимыми для выделения и картирования геологических тел. Во-вторых, термины, приведенные в статье “Региональные сеймостратиграфические подразделения” Стратиграфического кодекса (1992) противоречивы и не выдерживают критики.

Однако признание за сейсмическим методом МОГТ роли источника ценной стратиграфической информации в настоящее время вряд ли кто-нибудь будет оспаривать. Поэтому необходимо рассмотреть ряд методических вопросов использования сеймостратиграфии для стратиграфии s.s.

Особо следует обсудить использование в сеймостратиграфии термина “комплекс”. С легкой руки переводчиков на русский язык книги “Seismic stratigraphy – application to hydrocarbon exploration” (1975) Г.А. Былевского и Ю.Г. Такаева, а вероятнее, научных редакторов перевода – Н.Я. Кунина и Г.Н. Гогоненкова, один из важнейших сеймостратиграфических терминов “Seismic sequence” вошел в русскую литературу как термин “сейсмический комплекс”, или “сейсмокомплекс”.

В этом есть значительный недостаток. “Sequence” в англоязычной геологии это осадочный разрез, последовательность наложения или **часть разреза, накопившаяся в течение одного цикла осадконакопления и отделенная от смежных частей разреза поверхностными стратиграфическими несогласиями**. Это сугубо специальный термин, имеющий строго определенное значение. Термин же комплекс является общим, не имеющим конкретного геологического смысла. Эта неопределенность присуща и термину сейсмокомплекс.

Вероятно, наиболее близким к английскому “Sequence” в отечественной геологии является термин **циклит**, предложенный в 1975 г. Ю.Н. Карогодиным [Трофимук, Карогодин, 1976, 1990], в сеймостратиграфии это термин **сейсмоциклит**. Поэтому широкое использование в отечественной сейсмогеологической литературе термина **сейсмокомплекс** является вулгаризмом, не отвечающим тому пониманию термина Seismic sequence, который вкладывают в него американские исследователи.

Отечественные геофизики и геологи используют термин сейсмокомплекс в самом широком смысле, по сути, это и сеймотолща, и просто часть сейсмического разреза между двумя отражающими горизонтами (ОГ), и сейсмоциклит. В “американском смысле” **сейсмокомплекс** – это только **сейсмоциклит**. Вероятно, эти различия также следует оговаривать при описании сеймостратонов и называть их соответственно. *При выделении и описании сеймотолщи между двумя ОГ*, не анализируя условия формирования и строение, *ее можно называть сейсмокомплексом, сеймотолщей, либо сеймостратоном*. Если же выделяется сеймоподразделение с учетом колебаний уровня моря и цикличности строения осадочных толщ, то следует использовать термин **сейсмоциклит**. Вероятно, можно использовать для этой цели и термин “**сеймосиквенс**”.

К сожалению, ведущие отечественные стратиграфы (смотри, например, [Егоян, 1989, Найдин, 1989]) весьма скептически относятся к циклостратиграфическому методу, не признавая в нем высокий интегративный потенциал, позволяющий выделять и проследить тела-системы*. Именно циклостратиграфическая “составляющая” сеймостратиграфии и позволяет рассматривать ее как важную геолого-геофизическую научную дисциплину.

Рассматривая стратиграфическое значение сеймостратиграфических данных, нельзя не коснуться вопроса о корреляции отраженных волн. Выше уже отмечалась недопустимость разделения сейсмических границ на “сейсмогоризонты” и “субстанциональные” границы, как это принято в стратиграфическом кодексе. На сейсмических разрезах могут быть прослежены отраженные волны, оси синфазности которых хронологически и отражают стратиграфическую последовательность напластований, а динамические характеристики – литологический состав и строение осадочных толщ.

Термин “отражающий сейсмический горизонт” широко употребляем, однако он отсутствует в геологических и геофизических словарях, вероятно, из-за своей “очевидности”. Тем не менее, судя по стратиграфическому кодексу, этот термин также следует уточнить. Наше определение.

Отражающий горизонт – *это устойчивая по площади распространению и выраженная по динамическим параметрам отраженная волна, формирующаяся на границе, имеющей контрастный коэффициент отражения*. Наличие такой волнообразующей границы подчеркивается в связи с тем, что кроме отраженных волн, связанных с контрастными по акустическим жесткостям границами, существуют интерференционные колебания, возникающие при наложении нескольких волн. Кроме того, полное сейсмическое колебание (волна) состоит из двух фаз, одна из которых пространственно расположена вблизи формирующей волну геологической границей, а вторая образуется по законам физики. Такие волны, как и интерференционные, не могут быть соотнесены с конкретной геологической границей.

Как отмечено выше, выделяют трансрегиональные, региональные, субрегиональные, зональные и локальные ОГ. С их помощью возможны расчленение и корреляция разрезов на соответствующей площади. Корреляция протяженных ОГ, связанных с контрастными по акустической жесткости границами, обычно не вызывает трудностей, она проводится по оси синфазности отраженной волны, формирующей ОГ, чаще всего по экстремуму колебания. Таким образом, используется фазовая, или синфазная, корреляция отраженных волн или ОГ.

Однако при локальной корреляции чаще всего при прослеживании границ продуктивных и перспективных резервуаров вследствие недостаточно высокой разрешающей способности сейморазведки возникает ситуация, когда фазовая корреляция отраженных волн, или ОГ, невозможна. Обычно это происходит в следующих случаях:

- 1) при клиновидном строении отложений, когда при существенном сокращении толщины картируемого тела отражения от его границ перестают опознаваться и проследиваться либо осложнены и искажены интерференцией;
- 2) в случае залегания изучаемого тела (границы) вблизи акустического репера с аномальной акустической жесткостью, на котором возникают сложные, высокоамплитудные колебания, маскирующие отражения от близко залегающих границ (так называемая “сейсмическая тень”);
- 3) при недостаточно высокой для формирования устойчивых отраженных волн контрастности акустических жесткостей на границах изучаемого тела и вмещающих пород;
- 4) в случае совместного влияния всех рассмотренных выше факторов.

* Стратоны-системы. (Прим. ред.).

В таких условиях следует использовать принцип не фазовой корреляции отраженных волн или отражающих горизонтов, а анализа рисунка сейсмической записи (Reflection configuration) [Сейсмическая стратиграфия, 1982]. Этот принцип заключается в том, что интерпретация проводится исходя из положения о соответствии различных отражений определенному пространственному расположению пластов и их границ.

Например, кровля клиновидного тела при изменении его толщины и интерференции отраженных волн контролируется в разных участках как положительным, так и отрицательным отражением, а зоны терминации отраженных волн не фиксируют полного выклинивания такого тела, либо его выклинивание не подчеркивается терминацией отражения. При наличии данных ГИС по комплексу сейсмических и скважинных данных в таких случаях должна проводиться корреляция не сейсмических отражающих горизонтов, а **сейсмогеологических горизонтов**. Это составные горизонты или границы в значительной степени картируемые по скважинным данным, увязанным с сейсмическими разрезами.

При корреляции сейсмогеологических горизонтов (СГГ) должны быть максимально учтены изменения сейсмической волновой картины. Даже в “немых” интервалах временных разрезов сейсмическая информация может быть использована максимально. Например, при картировании границ резервуаров в области “сейсмической тени” интерполяцию границ между скважинами следует проводить с учетом морфологии и углов наклона ближайших видимых отражений.

Выделение и корреляция СГГ необходимы в тех случаях, когда фазовая корреляция отраженных волн однозначно противоречит геологической информации, и ограниченные по разрешенности данные сейсморазведки МОГТ не позволяют решать тонкие геологические задачи. Правильность трассирования СГГ должна контролироваться двумерным сейсмогеологическим моделированием и геологической корреляцией.

Как отмечают П.Р. Вейл и другие [Сейсмическая стратиграфия, 1982], возможности сеймостратиграфической корреляции осадочных разрезов определяются тем, что непрерывные сейсмические отражения образуются чаще на *хроностратиграфических* (временных) *границах*, а не на пересекающих эти границы поверхностях литостратиграфических подразделений (или литологических разностей). **Физические поверхности, с которыми связано образование отраженных волн, являются границами пластов и поверхностями стратиграфических несогласий*, которые разделяют породы с разными значениями акустической жесткости.**

Отражающие горизонты, точнее, геологические границы, их формирующие, имеют временную значимость в соответствии с законом суперпозиции. Отражения от поверхностей пластов соответствуют синхронным геологическим событиям. Хроностратиграфическая зна-

чимость отражений от поверхностей стратиграфических несогласий заключается в том, что все породы, залегающие ниже этой поверхности, являются более древними, чем залегающие над ней.

При разработке основ сеймостратиграфии установлено, что геологическая стратиграфическая корреляция, выполненная по палеонтологическим данным, увязывается с корреляцией осадочных разрезов по сейсмическим данным [Сейсмическая стратиграфия, 1982]. Следует, однако, помнить, что точность увязки сейсмической корреляции со скважинными данными чаще всего не превышает $1/2$ длины волны из-за вариаций отражений вследствие изменения состава и строения контролирующих их геологических тел [Там же].

Для условий Западной Сибири фактическая точность увязки скважинной и сейсморазведочной информации несколько выше, в большинстве случаев она составляет около $1/4$ длины волны (неопределенность в пределах отрицательного или положительного экстремума). Использование данных волнового сеймопрофилирования (ВСП) и одномерного сейсмогеологического моделирования позволяет установить практически точное соответствие геологических границ сейсмическому волновому полю. По этим данным установлено, что опорные отражающие горизонты в осадочном чехле (Б, М, М', Г, С)** приурочены к границам региональных циклитов (рис. 1), а субрегиональные неокомские отражающие горизонты связаны с границами циклитов соответствующего ранга. Причина такой связи объясняется наличием контрастов акустических жесткостей пород на границах циклитов, на чем более подробно остановимся ниже.

История сеймостратиграфических исследований в Западной Сибири насчитывает более двадцати лет. За это время с помощью данных сейсморазведки МОГТ решены многие принципиальные вопросы стратиграфии. В частности, сеймостратиграфические материалы подтвердили правомерность клиноформной модели неокома Западной Сибири. На основании сеймостратиграфических исследований уточнены стратификация и строение меловых и юрских отложений большинства нефтегазоносных районов, триасовых и палеозойских бассейнов севера Западной Сибири.

Однако основное внимание при сеймостратиграфических исследованиях было направлено на решение утилитарных задач метода – картирование нефтегазоносных и перспективных объектов – залежей и ловушек УВ преимущественно сложных, комбинированных типов. Возможности сеймостратиграфического анализа для решения задач региональной стратиграфии Западной Сибири реализованы далеко не в полной мере.

Причин этого несколько. Во-первых, при постановке в организациях Мингео сеймостратиграфических исследований по Западной Сибири решение задач ре-

* Это наблюдается, но не всегда. Ярким примером является опорный отражающий горизонт Б, “скользящий” на несколько ярусов. (Прим. ред.)

** За исключением горизонта “Б”. (Прим. ред.)

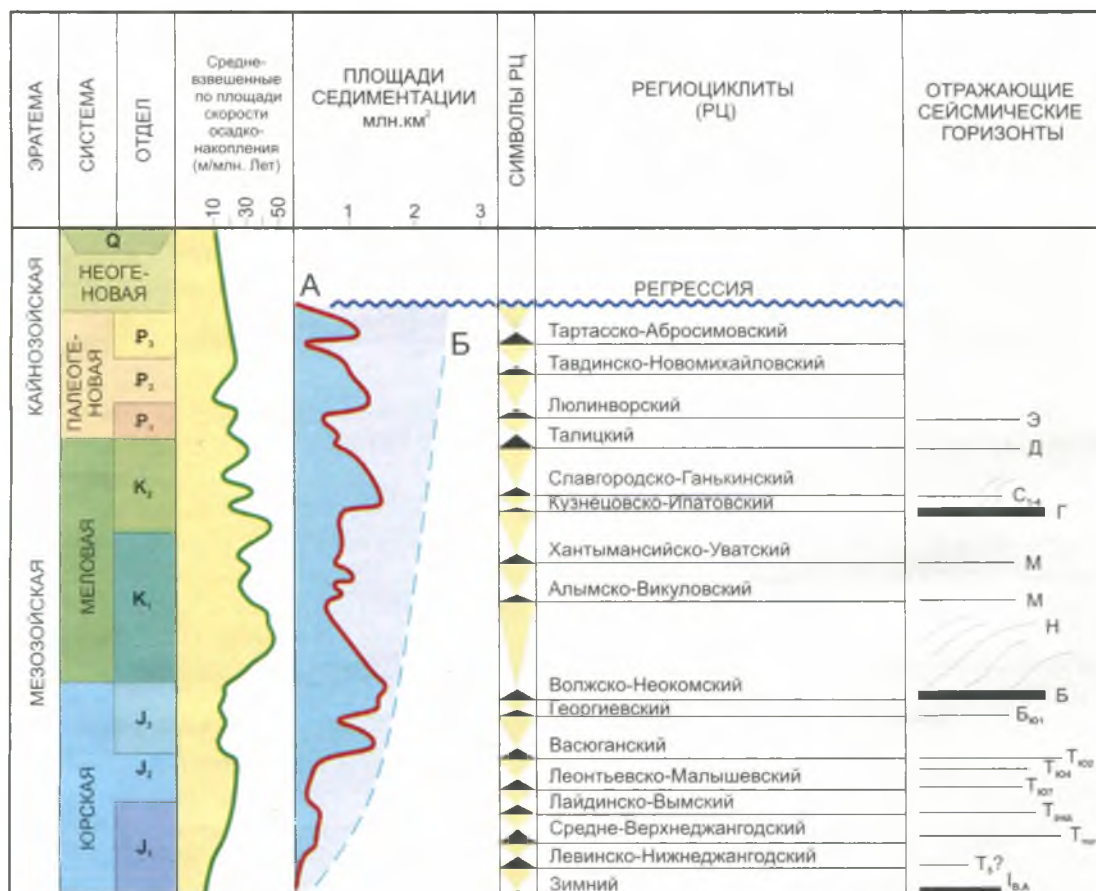


Рис. 1. Схема региональной цикличности осадочного чехла Западной Сибири.

А – площади развития глинистых осадков, связанных с относительно глубоководно-морскими и озёрными фациями; Б – общие площади седиментации.

региональной стратиграфии не предусматривалось. Во-вторых, для решения многих спорных вопросов стратиграфии данные сейсморазведки МОГТ практически бесполезны. Например, положение границы между юрой и триасом в разрезе Тюменской сверхглубокой скважины СГ-6 разными группами исследователей принимается с разницей порядка 500 м. Несмотря на то что скважина расположена на региональном сейсмическом профиле, сеймостратиграфическая информация не может быть значимой для разрешения этого вопроса. Положение границы триаса–юры должно быть определено по геологическим данным.

В-третьих, для решения задач региональной стратиграфии корреляция горизонтов должна проводиться на большие расстояния по одиночным региональным сейсмическим разрезам, проходящим через слабо изученные бурением территории. Однозначная фазовая корреляция отраженных волн без скважинного контроля на большие расстояния (сотни километров) практически невозможна.

В-четвертых, сеймостратиграфические исследования требуют комплексного и детального анализа разнородной геолого-геофизической информации, включая палеонтологические данные, чего в силу специфики сеймостратиграфических исследований геофизиками

обычно не проводилось. Тем не менее сейсморазведочные данные позволяют определять стратиграфические соотношения тех или иных геологических границ.

Например, вывод о том, что неокомский маркирующий горизонт шоколадных глин, выделяемый в Уренгойском нефтегазоносном районе над пластом БУ₈⁰ моложе, чем сармановская пачка глин, залегающая над пластом БС₈ Сургутского района, стал очевидным при картировании вышеупомянутых резервуаров – бровка шельфовой террасы на время формирования песчаного пласта БС₈ расположена значительно восточнее, чем аналогичный палеогеоморфологический элемент на время формирования резервуара БУ₈⁰ (БН₁₀).

Бровка палеошельфа последнего в южном направлении практически совпадает с таковой для пласта БС₆, что и является доказательством близкого возраста этих тел. Следует, однако, отметить, что палеонтологические данные противоречат такой корреляции – в глинах над пластом БС₆ найден аммонит семейства *Simbirscitidae* готеривского возраста, над пластом БУ₈⁰ – валанжинские аммониты. Для практических же целей (нефтегеологические построения) мы используем вариант корреляции БУ₈⁰ = БС₆, т.е. сеймостратиграфические данные мы считаем более надежными, чем палеонтологические.

На первый взгляд, это выглядит nonsensом, но если серьезно подойти к проблеме палеонтологической датировки возраста неокомских отложений, то единичные находки аммонитов в разрозненных разрезах не могут быть использованы для точной датировки их возраста. Поясним это подробнее.

Любой вид живых организмов переживает в своем развитии несколько стадий: возникновение, становление, расцвет и массовое расселение (адаптивной радиации) и угасание. Поэтому в одном интервале разреза могут быть встречены остатки фаун разных видов, находящихся на различных стадиях развития. Биозоны же преимущественно выделяются по видам ископаемых организмов, находящихся на стадии расцвета. И если в одном интервале разреза встречены единичные аммониты, относимые к разным зонам, то достоверно определить, к какой зоне относятся вмещающие их осадки, невозможно.

Находки аммонитов в керне скважин, по которым и выделены местные зоны в неокме, случайны. Их количество связано как с наличием керна, так и с насыщенностью разрезов остатками фауны. Оба этих показателя являются низкими, в связи с чем количество валидных определений возраста аммонитов в отложениях неокома по керну глубоких скважин не превышает нескольких сотен.

Очевидно, что такого числа определений возраста аммонитов недостаточно для территории Западной Сибири. По такому количеству разрозненных находок раковин головоногих моллюсков выявить интервалы разрезов, в которых отдельные виды находятся на стадии расцвета, что требуется для выделения биозон, вообще невозможно, так как для этого необходима корреляция разрезов скважин, удаленных друг от друга на большие расстояния. Достоверность такой корреляции особенно с учетом резкой литолого-фациальной дифференциации разрезов неокома не может быть высокой.

Недостаточное количество находок архистратиграфической фауны – аммонитов – это только одна наиболее очевидная сторона проблемы биостратиграфии неокома. Существуют и другие ее аспекты. В биостратиграфии, а точнее, в концепции руководящих видов, существуют понятия опель-зона и тейль-зона. Первая из них отвечает полному временному объему существования данного вида. Тейль-зона – это временной интервал существования вида в конкретном разрезе, обусловленный изменением условий осадконакопления, наличием перерывов в седиментации и т.п. Каждая группа организмов могла существовать только при определенных температурном, гидрохимическом и гидродинамическом режимах бассейна. При трансгрессивно-регрессивном развитии неокомского бассейна эти условия неоднократно и существенно изменялись. Поэтому определить причину, обусловившую исчезновение того или иного вида аммонитов (геохронологической или фацальной), точно невозможно. Это еще один из моментов, по которому достоверность выделения аммонитовых зон в неокме Западной Сибири нельзя считать высокой.

Д.Л. Степанов и М.С. Месежников [1979], рассматривая биостратиграфическую датировку осадочных толщ, выделили осложняющие ее факторы. К первич-

ным они отнесли факторы, связанные с последовательностью расселения фаун, обусловленные связью с определенными фациями. Наличие реликтовых (эндемичных и суперститовых) форм, т.е. форм древнего облика, встречаемых в молодых отложениях, гетерохронное распространение отдельных форм и комплексов фаун, обусловленное возрастной миграцией фаций, широко известно для различных групп организмов, в том числе и для аммонитов. Вторичные осложняющие факторы – переотложение фауны, редукция и конденсация осадочных толщ – также отрицательно сказываются на достоверности биостратиграфической датировки возраста разрезов.

Аналогичные представления развивал В.Е. Савицкий [1973]. Он считал, что последовательность многих хронозон, выделенных по самым идеальным, “архистратиграфическим” ископаемым – аммонитам, не всегда отражает непрерывную последовательность слоев в результате перерывов в осадконакоплении, длительность которых находится за пределами точности биостратиграфического метода. По данным времени формирования аммонитовых зон оценивается с точностью 0,3–0,5 млн. лет [Там же]. Учитывая, что максимальные скорости накопления осадков неокома (ранний валанжин) составляли более 300 Б (м/млн лет), в реальных разрезах эта ошибка может превышать 100–150 м. Это практически сводит на нет детальное биостратиграфическое расчленение неокома по аммонитам.

Исходя из этого, можно считать, что сейсмостратиграфические данные, основанные на максимально достоверном прослеживании отражающих горизонтов, увязанных с геологическими границами, более надежны, чем отдельные палеонтологические датировки.

Следует также заметить, что региональные сейсмостратиграфические исследования для решения задач стратиграфии в Западной Сибири в настоящее время не проводятся. Это связано с кризисом геологии вообще и стратиграфии, в частности. Тем не менее существует ряд актуальных регионально-стратиграфических задач, решение которых невозможно без использования сейсмостратиграфического подхода.

В первую очередь, это стратификация осадочного чехла северо-восточных районов Западной Сибири. Оставшись слабоизученными, эти районы в настоящее время рассматриваются в качестве первоочередного резерва прироста запасов УВ как для нефтедобывающих компаний, так и для ОАО ГАЗПРОМ. Геология же этих районов изучена слабо, начиная с вопросов стратиграфии. В связи с опесчаниванием юрско-меловых отложений, отсутствуют четкие реперные поверхности и маркирующие горизонты, начиная от берриас-валанжина по турон включительно. Поэтому стратификация их весьма затруднена.

Более того, на востоке рассматриваемой территории происходит замещение битуминозных глин баженновской свиты слабобитуминозными и небитуминозными глинами марьяновской свиты, затем песчано-глинистыми отложениями яновстанской свиты. Отражающий горизонт Б, контролирующий эти отложения, в восточной части Западной Сибири теряет динамическую выраженность и переходит в клиноформу. Аналогичные явления про-

исходят и с отложениями туона – в восточном направлении они наращивают мощность, опесчаниваются, а связанный с ними ОГ “Г” теряет устойчивость и также переходит в клиноформное залегание по отношению к подстилающим отложениям. По этим причинам даже грубая стратификация меловых отложений (на уровне ярусного расчленения разрезов), а также верхней юры, имеющей клиноформное строение, осложнена.

В восточной части рассматриваемой территории, на левобережье р. Енисей (Турухан-Еллогуйский район) в волжских отложениях выделяется яновстанская свита, распространяющаяся по мнению многих исследователей, и западнее. Однако по сейсморазведочным данным, увязанным с разрезом Туруханской опорной скважины, можно заключить, что яновстанская свита в том виде, как она выделена в этой скважине-стратотипе, на запад не прослеживается. Кровля яновстанской свиты на расстоянии в несколько километров на запад от Туруханской опорной скважины резко погружается вниз, к кровле киммериджа, образуя пологую клиноформу. Те же отложения, которые отнесены к яновстанской свите западнее, являются более молодыми, вероятно, волжско-берриасскими и входят в состав последующих (по отношению к яновстанской) проградационных клиноформ. Таким образом, западнее следует выделять не яновстанскую, а иную свиту.

С отложениями киммериджа на ряде месторождений (Верхнечасельское, Светлогорское, Толькинское) в северо-восточной части Западной Сибири связаны песчаные пласты, содержащие залежи УВ. Однако эти пласты и включающие их стратотипы не имеют места в региональной стратиграфической схеме верхней юры Западной Сибири, так как распространение сивговской свиты, имеющей глинисто-песчаный состав, показано только в Турухан-Елогуйском районе, а западнее выделена глинистая марьяновская свита, не содержащая песчаных пластов.

В свое время было предложено [А.А. Нежданов, М.И. Куренко, 1995] выделять в северо-восточных районах Западной Сибири не сивговскую и яновстанскую свиты, корреляция границ которых от скважины-стратотипа (Туруханская опорная) на запад не однозначна, а васюганскую (келловей-оксфорд), толькинскую (киммеридж), часельскую (титон) и селькупскую (титон-берриас) свиты.

Это тела-хронолиты, представляющие собой циклиты трансгрессивно-регрессивного режима, границы которых картируются как по сейсморазведочным, так и по скважинным данным на значительные расстояния. В западном направлении толькинский, часельский и селькупский стратотипы глинизируются и образуют георгиевскую и баженовскую свиты. На востоке, в зоне максимальных мощностей, каждая из этих свит представляет собой типичный циклит трансгрессивно-регрессивного типа и состоит из нижней, глинистой части (с маломощными базальными слоями в основании) и верхней песчаной части. Мощности этих тел составляют 100–200 м.

Стратификация меловых отложений рассматриваемых районов также является очень сложной. Согласно региональной стратиграфической схеме Западной Сибири, здесь в объеме апта–сеномана выделена покурская

свита. Она сложена преимущественно субконтинентальными и пресноводно-бассейновыми песчано-глинистыми слабоугленосными, местами янтареносными отложениями мощностью более 1000 м. Возраст, установленный весьма условно по редким находкам листовой флоры и спорово-пыльцевым комплексам и по положению в разрезе, принят в объеме апта–альба–сеномана.

В районах Среднего Приобья покурская свита залегает на алымской свите (апт), а восточнее разрез алымской свиты также опесчанивается. Поэтому провести четкую границу между барремом и апгом в восточной и северо-восточной частях Западной Сибири практически невозможно.

С учетом этого А.Л. Наумов предлагал выделять в северо-восточных районах Западной Сибири мегионскую свиту, а над ней усть-тазовскую серию, а не покурскую и вартовскую свиты. Усть-тазовская серия, выделенная Ю.Н. Карогодиным [1965], имеет возрастной диапазон валанжин–сеноман и охватывает слабо расчленяющиеся по литологическим признакам отложения покурской, вартовской, сухоудинской, малохетской и других свит. Выделение над мегионской свитой усть-тазовской серии более отвечает и требованиям стратиграфического кодекса России.

Если же говорить о расчленении и корреляции конкретных разрезов мела северо-востока Западной Сибири, то их стратификация затруднена из-за отсутствия маркирующих горизонтов. В таких условиях важное значение имеет прослеживание ОГ М', который маркирует в западной части Западной Сибири подошву хантымансийско-уватского регионального циклита (сеймоциклита).

Несмотря на, то что в восточном направлении глины ханты-мансийской свиты резко опесчаниваются, ОГ М' прослеживается далеко на восток, практически до р. Енисей как динамически выраженная отраженная волна, имеющая, правда, сложное, многофазное строение. Фактически ОГ М' является в меловой части разреза единственным устойчивым ОГ, имеющим субрегиональное и даже региональное распространение. Более или менее устойчивые горизонты, кроме М', приурочены только к верхней юре (ОГ группы Б) и сенона (С₄) (рис. 2).

Такое поведение ОГ М', кажущееся парадоксальным на первый взгляд, логично объясняется с позиций приуроченности большинства ОГ к базальным трансгрессивным слоям, фиксирующим расширение бассейна седиментации. Не следует забывать о том, что все региональные и субрегиональные отражающие горизонты связаны с инициально-трансгрессивными слоями крупных трансгрессий. Такая вязь ОГ и трансгрессивных слоев обусловлена наличием стратиграфических трансгрессивных несогласий, приуроченных к основаниям трансгрессивных серий осадков.

Наступление моря на континент сопровождается резким усилением гидродинамической активности в прибрежной зоне. Континентальные и прибрежные осадки проходят значительную переработку в обстановках пляжево-баровых побережий. В этой наиболее гидродинамически активной зоне морского бассейна

происходит размыв подстилающих отложений, их волновая переработка и захоронение в новых фациальных обстановках. Эти процессы меняют физические свойства пород и осадков, в том числе и их акустические жесткости.

При последовательном наступлении моря на континент пляжево-баровые обстановки сменяются глубоко-водно-морскими. Поэтому базальные слои трансгрессивных серий перекрываются преимущественно глинистыми осадками с горизонтальной стратификацией. Если же море трансгрессирует в условиях активного поступления в бассейн обломочного материала, а глубина бассейна незначительная, то вместо морских глин накапливаются прибрежно-морские песчано-алевритовые породы с хорошей сортировкой обломочного материала.

Как морские глины, так и высокопористые морские песчаники имеют пониженную акустическую жесткость. Кроме того, выдержанность морских глин и песчаников в разрезе и покровное распространение позволяет рассматривать их границы как протяженные и устойчивые на больших расстояниях. Именно эта упорядоченность (или зеркальность) отражающих границ приводит к тому, что связанные с трансгрессивными сериями ОГ имеют значительную протяженность и динамическую устойчивость.

Кроме этого, существует и еще один фактор, способствующий формированию динамически выраженных отраженных волн в базальных частях трансгрессивно-регрессивных циклов. При наступлении моря на континент происходит смешивание морских и континентальных (преимущественно речных) вод. В таких условиях, при резком изменении гидрохимических ус-

ловий, растворенные в воде вещества выпадают в осадок. Именно с прибрежными осадками связаны накопления фосфатных, железных, марганцевых и других руд осадочного генезиса. В прибрежных частях водоемов выпадают в осадок карбонаты кальция, магния, железа, формирующие мощные и протяженные тела терригенно-карбонатных пород – песчаников и алевритов с кальцитовым, доломитовым и сидеритовым цементом, а также конкреционные глинисто-карбонатные горизонты аналогичного состава.

В базальных трансгрессивных горизонтах мезозоя Западной Сибири установлены минералы железа, фосфора, марганца, разнообразные карбонатные стяжения значительной толщины. Аптский трансгрессивный базальный горизонт не является исключением.

В этом интервале разреза фиксируются мощные (до 5–7 м) горизонты терригенно-карбонатных пород (песчаников) с обильным базальным кальцитовым кальцит-доломитовым и кальцит-сидеритовым цементом. Они имеют высокую акустическую жесткость и в волновом сейсмическом поле при большой протяженности и толщине либо при группировании маломощных прослоев, дают интенсивные отражения.

Именно с этими явлениями и связана динамическая выдержанность и высокая прослеживаемость ОГ М' в восточной части Западной Сибири. В принципе этот ОГ можно рассматривать как границу между отложениями апта и альба. Для геологических построений в восточных и северо-восточных районах Западной Сибири ОГ М' может считаться опорным. Однако при скважинной корреляции идентификация слоев, с которыми связан ОГ М', в рассматриваемых районах

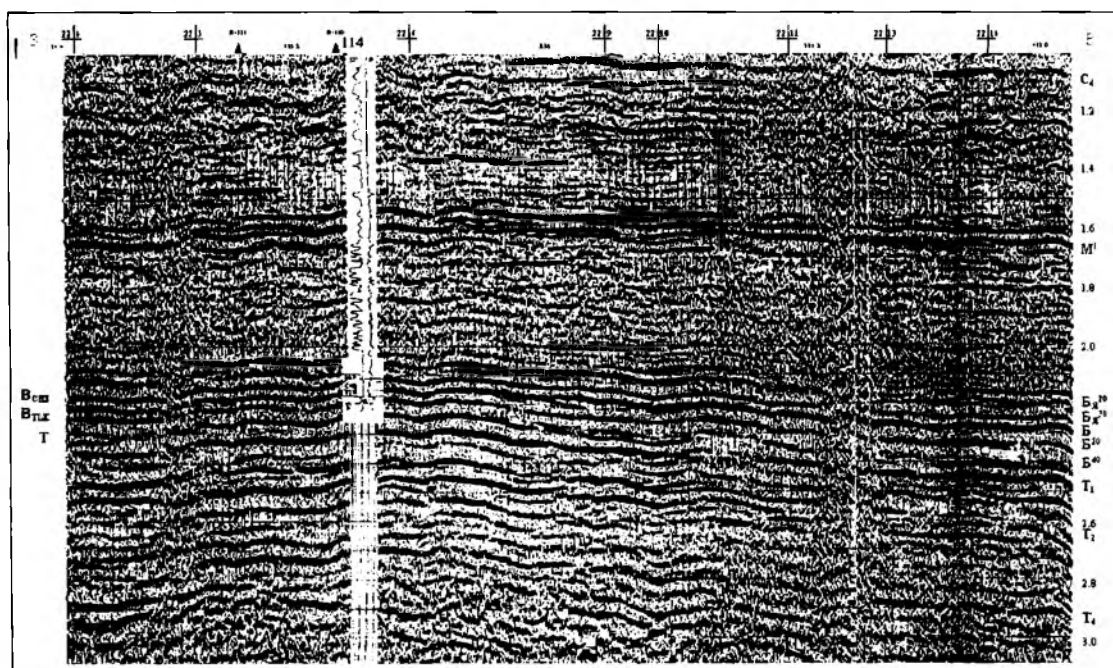


Рис. 2. Фрагмент временного сейсмического разреза МОГТ по Тэральской площади (северо-восток Западной Сибири). Пояснения в тексте.

осложнена из-за отсутствия четких маркирующих пачек. Это обусловлено резкой фациальной изменчивостью субконтинентальных (прибрежных) осадков при активной динамике привноса в седиментационный бассейн терригенного материала.

Кроме того, поступление в бассейн значительных объемов осадочного материала в апте-сеномане способствовало активному и дифференцированному прогибанию различных по тектоническому строению участков земной коры. Поэтому в разных структурных зонах и даже на крыльях и в сводовых частях крупных тектонических структур корреляция разрезов скважин с использованием принципа сохранения мощностей также не дает однозначных результатов. В этих условиях сейсмогеологическая корреляция является единственно возможной и наиболее точной. Вероятно, стратоны с таким комплексным сейсмогеологическим обоснованием границ имеют право не только на практическое использование, но и на включение в региональные стратиграфические схемы.

Литература

Егоян В.Л. Тенденции в развитии современной стратиграфии. Статья 3. Терминологические проблемы. Бюллетень МОИП. Отд. геол. 1989. Т. 64, вып. 1. С. 4–13.

Карогодин Ю.Н. Усть-Тазовская серия. // Решения и труды Межведомственного совещания по доработке и уточнению унифицированной стратиграфической схемы Западно-Сибирской низменности. Тюмень, 1969. 104 с.

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

Найдин Д.П. Сеймостратиграфия и *seismostratigraphy* // Бюллетень МОИП. Отд. геол. 1989. Т. 64, вып. 1. С. 14–23.

Савицкий В.Е. О зональной стратиграфии и путях совершенствования международной хроностратиграфической шкалы фанерозоя // Проблемы стратиграфии. Тр. СНИИГГиМС, вып. 169. Новосибирск, 1973. С. 22–38.

Сейсмическая стратиграфия // Ред. Ч. Пейтон. М.: Мир, 1982. Ч. 1. 375 с. Ч. 2 С. 381–846.

Степанов Д.Л., Мессежников М.С. Общая стратиграфия. Л.: Недра, 1979. 423 с.

Стратиграфический кодекс: 2-е изд., доп. СПб: ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.

Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Общетеоретические и методологические вопросы основных направлений и задач исследования геоцикличности // Геоцикличность. Новосибирск: 1976. С. 9-15.

Seismic stratigraphy – application to hydrocarbon exploration / Ed. by Charles E. Payton, Tulsa, Oklahoma, AAPG, 1977.



Нежданов Алексей Алексеевич –

кандидат геолого-минералогических наук, заслуженный геолог РФ, заведующий отделом геолого-геофизического мониторинга ООО «ТюменьНИИгазпрогаз», г. Тюмень. Специалист в области геологии Западной Сибири (стратиграфия, сеймостратиграфия, нефтегазоносность).



СТРУКТУРА ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕОКОМСКОГО ПАЛЕОБАССЕЙНА БОКОВОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ С ПОЗИЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИИ О МАРГИНАЛЬНЫХ ФИЛЬТРАХ МИРОВОГО ОКЕАНА

В.Ф. ГРИШКЕВИЧ

Научно-аналитический центр рационального недропользования

Ханты-Мансийского автономного округа, г. Тюмень

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 01-05-65180, 02-06-80517



В Западной Сибири в волжско-готеривское время предполагается режим бокового заполнения морского осадочного бассейна. С позиций современных биогеохимических представлений о маргинальных (прибрежных) фильтрах уточняется седиментологическая модель образования комплекса битуминозных и терригенных отложений. Предполагается, что органо-терригенные осадки образуются во внешней (биологической) зоне маргинальных фильтров дельтового типа. В зависимости от условий захоронения они трансформируются в битуминозные аргиллиты или тонкоотмученные глины покрывшей зональных резервуаров.

Ключевые слова: *седиментология, клиноформы, Западная Сибирь, битуминозные глины, маргинальный фильтр.*

В конце двадцатого столетия в Западной Сибири была накоплена обширная геолого-геофизическая информация, свидетельствующая о макрокосмостроении, клиноформном строении неокосских нефтегазоносных отложений. Для объяснения этого явления геологи-нефтяники широко используют представления о боковом заполнении палеобассейнов и о процессах лавинной седиментации в дельтах [Карогодин и др., 1996; Конторович, 1968; Наумов и др., 1977; и др.]. Последние десятилетия двадцатого столетия характеризовались интенсивным изучением современных процессов седиментации в морской геологии. Концептуальным обобщением накопленных данных стала теоретическая модель маргинальных фильтров Мирового океана [Lisitzin, 1999] (marginal – краевой, прибрежный). Дельтовые системы рек являются частным случаем маргинального фильтра. А так как, по мнению А.П. Лисицына, на современном этапе 93 % взвешенных веществ речного стока и около 40 % растворенных накапливается на границе река – море [Лисицын, 2001], то с этих позиций история осадочного бассейна бокового заполнения представляется прежде всего как история эволюции его прибрежной и, в частности, приустьевой зоны. Цель данной работы – уточнение деталей общей литолого-стратиграфической модели и региональной корреляционной схемы [Региональные схемы ..., 1991] Западно-Сибирского осадочного бассейна на основе биогеохимической модели маргинального фильтра.

Седиментологическая модель

В неокосское время осадконакопление в Западно-Сибирском бассейне протекало при умеренном, гумидном, по Н.П.Страхову, климате. В самом общем виде седиментационная провинция гумидного типа включает в себя область денудации (сноса), транспортирующую речную систему, и конечный морской бассейн осадконакопления. “Процессы, протекающие в приустьевой области и отражающиеся на концентрациях веществ в придельтовой воде, очень сложны и могут быть подразделены на следующие пять основных: 1) смешение пресной речной и морской воды; 2) явления подпружинивания речного стока и садка из него части взвешенных веществ; 3) коагуляция тонкой мути и ее осаждение; химическая садка некоторых компонентов; 5) биологическое извлечение компонентов” [Страхов, 1993, с. 56]. Таким образом, маргинальный фильтр устьевого (дельтового) типа представляется очень сложной, многокомпонентной системой. В нем параллельно протекает множество различных механических, физико-химических и биологических процессов: гравитационные, гидродинамические, сорбция и десорбция, коагуляция и т. п. Концептуальные положения о биогеохимических процессах на границе “река – море”, накопленные современной геологией морей и океанов, достаточно полно отображены на рисунке 1, но гравитационные механизмы лавинной седиментации терри-

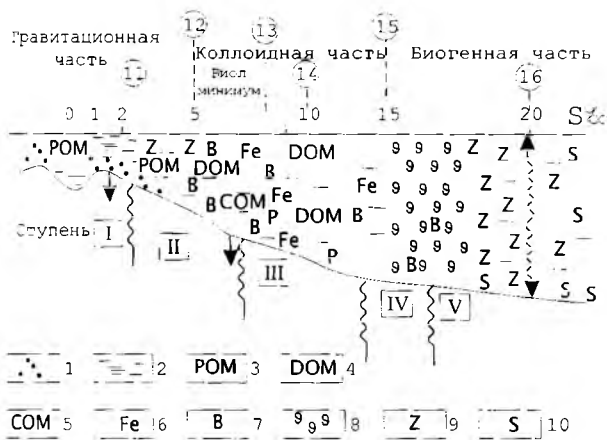


Рис. 1. Принципиальная схема маргинального фильтра «река-море» по А.П. Лисицыну (2001). Составлена по данным изучения эстуариев и дельт многих рек. «По горизонтальной оси – соленость. Последовательные ступени фильтра: I – гравитационная с образованием гранулированного сорбента (оболочки Fe-оксидов на зернах минералов); II – осаждение главной части глинистых минералов, сорбция на глинистых минералах; III – коллоидная часть фильтра – флокуляция растворенной органики и Fe-сорбента, продолжение осаждения глинистых минералов – сорбционный насос фильтра (высаливание коллоидов речной воды – «эстуарный снег»); IV – бактериальное обрастание на флокулах «эстуарного снега», завершение коллоидной части фильтра; вода становится достаточно прозрачной для массового роста фитопланктона; перевод растворенной части элементов речной воды во взвесь организмами фитофлоры – фитофлорный насос; мобилизация главной части биогенных элементов; V – растительные фильтраты зоопланктона и бентоса – область максимального развития зоопланктона и наит

более мощной фильтрации: принудительное безвыборочное удаление остатков взвеси из воды, перевод в крупные пеллеты до внешней границы фильтра – около 20 %.

1 – Песчано-алевритовый материал речной взвеси – область главного осаждения (гравитационная); 2 – область главного осаждения пеллитовой (глинистой) части; 3 – взвешенное органическое вещество речной воды (терригенное); 4 – растворенное органическое вещество речной воды (терригенное); 5 – коллоидная часть органического вещества, массовая флокуляция, образованное ОВ-сорбента; 6 – образование Fe-сорбента при флокуляции растворенных и коллоидных форм Fe речной воды; 7 – бактериальное обрастание на свежесформированных флокулах; 8 – массовое развитие фитопланктона – зона осветления речной воды и богатства биогенами; 9 – фильтрата зоопланктона; 10 – пеллеты зоопланктона – взвесь после принудительной фильтрации быстро оседает на дно.

Цифры в кружках – критические точки фильтра: 11 – прозрачность по диску Секки менее 1 м – низкая первичная продукция – недостаток света; 12 – начало интервала критической солености – резкое снижение биоразнообразия при солености (S) от 5 до 8‰; начало действия правила Кнудсена, характерного для соотношений главных солей в морской воде; 13 – конец «биологического перерыва», преобладание морской флоры и фауны; 14 – массовая коагуляция свежесформированных сорбентов (ОВ- и Fe-сорбентов); 15 – начало главной биогенной части фильтра (просветленная вода, много биогенов); 16 – внешняя граница фильтра (приблизительно по солености 20‰).

генной составляющей речного сноса на нем только обозначены. Мы попытаемся уточнить некоторые упущенные, но важные для нас детали.

Рассмотрим работу маргинального фильтра на идеализированном профиле «река-море» (рис. 2). Максимальные скорости выпадения терригенной части речного сноса из взвеси происходит над седиментационным шельфом в зоне иловой пробки как результат торможения течения и потери его несущей способности, а также образования органоминеральных флокулятов «эстуарного снега» в зоне первоначального перемешивания пресных и соленых вод. Однако основная часть выпавших иловых масс не аккумулируется в этой зоне, а начинает перемещаться в подвижном придонном слое под действием вдольбереговых течений, энергии волн и силы тяжести. В конечном счете, основная (алевритоглинистая) часть этих осадков, после всех перемещений, доразвивает внешний склон авандельты. На фронте дельты, а затем и на аккумулятивном шельфе накапливается главным образом песчано-алевритовая часть терригенного сноса реки. В этом контексте неявно предполагается волновой тип палеодельты, при котором велика роль волнений и вдольбереговых течений [Рейнек, Сингх, 1981]. Дельтовая платформа представляется частной, временной морфологической формой аккумулятивного шельфа, достраиваемого после прекращения роста очередной лопасти дельты и волнового выравнивания ее верхней части [Рейнек, Сингх, 1981, Обстановки осадконакопления ..., 1990]. Избытки песчано-алевритового материала сбрасываются с аккумулятивного шельфа, образуя конусы выноса у основа-

ния склона. На идеализированном профиле (см. рис. 2) в зоне иловой пробки показаны максимальные скорости выпадения осадков из взвеси и максимальные скорости механического сноса осадков в подвижном придонном слое (отрицательные скорости накопления, компенсирующие сверхбыстрое выпадение). Стрелками на профиле отображены результирующие поперечные перемещения осадков под действием силы тяжести на наклонной поверхности аккумулятивного шельфа. Зона накопления осадков за счет перемещения в придонном слое показана на достраиваемых склонах авандельты – к ним приурочены положительные значения на кривой итогов гравитационных перемещений. Одновременно с процессом механического перераспределения осадков, протекающим в придонном слое, в верхней части водной толщи происходят биолого-геохимические процессы осаждения остатков пеллитовой взвеси и утилизации растворенных составляющих речного сноса.

После выпадения основной части глинистой взвеси с просветлением вод начинается процесс фотосинтеза. Объемы продукции фотосинтеза вблизи иловой пробки в условиях избытка органогенных химических элементов (N, P, S) лимитируются только световым потоком (полка продуктивности). Захоронение (утилизация) органогенных элементов двустадийно. На первой стадии осуществляется их связывание в процессе фотосинтеза растениями (прежде всего фитопланктоном). На второй стадии часть связанных биогенных элементов безвозвратно выводится из освещенного слоя вод в результате поедания фитопланктона и осаждения переработанной органики в составе пищевых комочков (пеллет)



Рис. 2. Схематический профиль "река-море" через дельтовую систему:

1 – концентрация взвеси, мг/л; 2 – иловая пробка; 3 – "эстуарный снег"; 4 – фитопланктон (а), зоопланктон (б), бентос (в); 5 – раздел соленых вод и подстилающих вод нормальной солености; 6 – придонный слой концентрированной взвеси и направление ее перемещения; 7 – нижняя граница фотического слоя; 8 – анаэробная зона; 9 – гипотетическая кривая скорости гравитационного осаждения взвеси; 10 – результирующая кривая скорости гравитационных перераспределений в придонном слое; 11 – кривые суммарного объема пеллетного и флоккулярного осадения (а), чистого объема пеллетного осадения (б); 12 – кривая осредненного содержания $C_{орг}$, % вес. в конечном, зафиксированном осадке.

планктонных организмов – фильтраторов. Дополнительным механизмом вывода органогеов из фотического слоя является осаждение на дно погибших организмов, не подвергшихся пищевой переработке (некромассы), в виде трупов и фрагментов отдельных особей или органоминеральных агрегатов (флокул). В процессе продвижения вод от берега происходит постепенное истощение органогеов, поэтому объем синтеза постепенно сокращается до фонового уровня открытого моря.

Суммарные объемы пеллетного и флокулярного осаждения внутри клина солоноватых вод в связи с малой подвижностью фильтрующего зоопланктона лимитируются концентрацией биопродукции фитопланктона, т. е., в итоге пропорциональны объему фотосинтеза с учетом смещения био- и некромассы за счет сноса. В пределах этого суммарного объема относительный вклад флокулярного и пеллетного механизмов захоронения не постоянно. Доля органического вещества, связываемого за счет флокуляции, максимальна в зонах механического перемешивания вод с разной соленостью – в зоне иловой пробки и на истонченной части клина солоноватых вод. Любой шторм “откусывает от опресненного языка посильный ему кусок”, что приводит к быстрому перемешиванию опресненных, солоноватых вод с подстилающими водами нормальной солености и к массовому отмиранию стеногалинных солоновато-водных планктонных организмов. Вызываемое этим механизмом локальное увеличение концентрации взвешенного органического вещества зафиксировано, например, в дельтовой системе Амазонки [Lisitzin, 1999].

С физико-химической точки зрения, причина этого – потеря коллоидной стабильности клеточными мембранами при увеличении концентрации солей в растворе. Одновременно нарушается и равновесие сольватных оболочек твердых дисперсий. Поэтому после разрушения целостности клеток поверхностно-активные вещества клеточных мембран стремительно коагулируют вокруг минеральных частиц: собственных скелетов или частиц глинистых взвесей. Агрегатообразующим цементом флокул, также как и в “эстуарном снеге”, выступает теряющее коллоидную устойчивость органическое вещество.

Таким образом, в пределах внешней части маргинального фильтра существуют два относительно изолированных уровня: верхний – приповерхностный и нижний – придонный. По существу, на рис. 1 подробно разобраны биогеохимические процессы верхнего – приповерхностного – уровня маргинального фильтра. Очевидно, наверху при перемещении взвесей и растворов главенствуют волнение, приливные и поверхностные течения; внизу волновые и приливные перемещения вод затухают, а присклоновые течения часто имеют иное направление. Превалирующие на склоне авандельты гравитационное перемещение концентрированных взвесей в придонном слое, пластические течения осадков и подводные оползни контролируются главным образом геометрией рельефа дна и лишь отчасти – текущей динамикой поверхностного слоя вод. А дополнительные поступления осадочного материала из взвесей поверхностного слоя “тонут” в лавинных потоках гравитационных перераспределений осадков.

Органоминеральные агрегаты, образующиеся на верхнем уровне, выпадают на дно. Осаждаясь на склон авандельты, они попадают в придонный слой и перемещаются в нем, образуя примесь рассеянного органического вещества в накапливаемых осадках. От 70 до 90 % терригенного сноса рек выпадает в “иловой пробке” и далее переносится в придонном слое, от 10 до 30 % – во взвесах поверхностного слоя. Содержание $C_{\text{орг}}$ в пеллетах доходит до 20 % по сухой массе [Страхов, 1993; Лисицын, 1988; Лисицын и др., 1994, 2001; Lisitzin, 1999 и др.]. Таким образом, при равномерном перемешивании осадков получаются обычные, фоновые содержания $C_{\text{орг}}$ от долей процента до первых процентов (без учета его последующего разрушения на дне). Если клин солоноватых вод и зона высокой биопродуктивности простираются в сторону моря дальше нижней кромки склона авандельты, то вне зоны гравитационного перемещения осадков на присклоновой подводной равнине флокулярно-пеллетные агрегаты могут преобладать в общем потоке осадочного вещества и образовывать тонкие, обогащенные органикой органогео-терригенные илы. Тогда первоначальная концентрация $C_{\text{орг}}$ в осадках совпадает с его содержанием во флокулярно-пеллетных взвесах (до 40 %).

Далее в открытом море концентрация терригенной взвеси падает до минимальных значений порядка 0,1–1 мг/л, падает и интенсивность фотосинтеза. Во взвесах и осадках преобладает органогео минеральное вещество. Типичные взвеси открытого моря – пеллеты и “морской снег” – аморфные агрегаты из оболочек простейших [Shevchenko et al., 2000], типичные осадки – преимущественно органогео, например, диатомовые или радиоляриевые илы. Теоретический нормализованный профиль осадков, отвечающий вышеописанной схеме, показан в нижней части рис. 2.

Для более полного пространственного представления маргинального фильтра дельты в условиях плоских морских водоемов конечного стока [Страхов, 1993] перейдем к его аксонометрическому изображению (рис. 3). Принципиальным уточнением является нанесение условных границ клина солоноватых вод, нависающего над склоном авандельты и примыкающей подводной равниной. Линейные контуры аккумулятивного шельфа и клина солоноватых вод хорошо согласуются с предположением о волновом типе дельтовой системы. Для Западно-Сибирского палеобассейна это предположение подтверждается установленным субпараллельным, линейным, а не концентрическим перемещением бровок палеошельфа на протяжении 10 млн лет неокомского времени [Мкртчян и др. 1987, 1990; Нежданов и др., 1992; и др.] В условиях спокойной эволюции авандельты на подводной равнине накапливаются органогео-терригенные илы. Периодически склон авандельты и его бровка нарушаются в результате оползания только что отложившихся, предельно водонасыщенных осадков [Обстановки..., 1990; Зверев, Казаненков, 2001]. Через образующиеся при этом ложбины (оползневой рубец) возможна ускоренная разгрузка подвижного придонного слоя грубой взвеси аккумулятивного шельфа (дельтовой платформы) к основанию скло-



Рис. 3. Идеализированная модель образования макрокосмостратифицированного переслаивания терригенных и органогенно-терригенных пород за счет проникновения крупного фэна на подводную равнину, по: (Зверев, Казаненков, 2000).

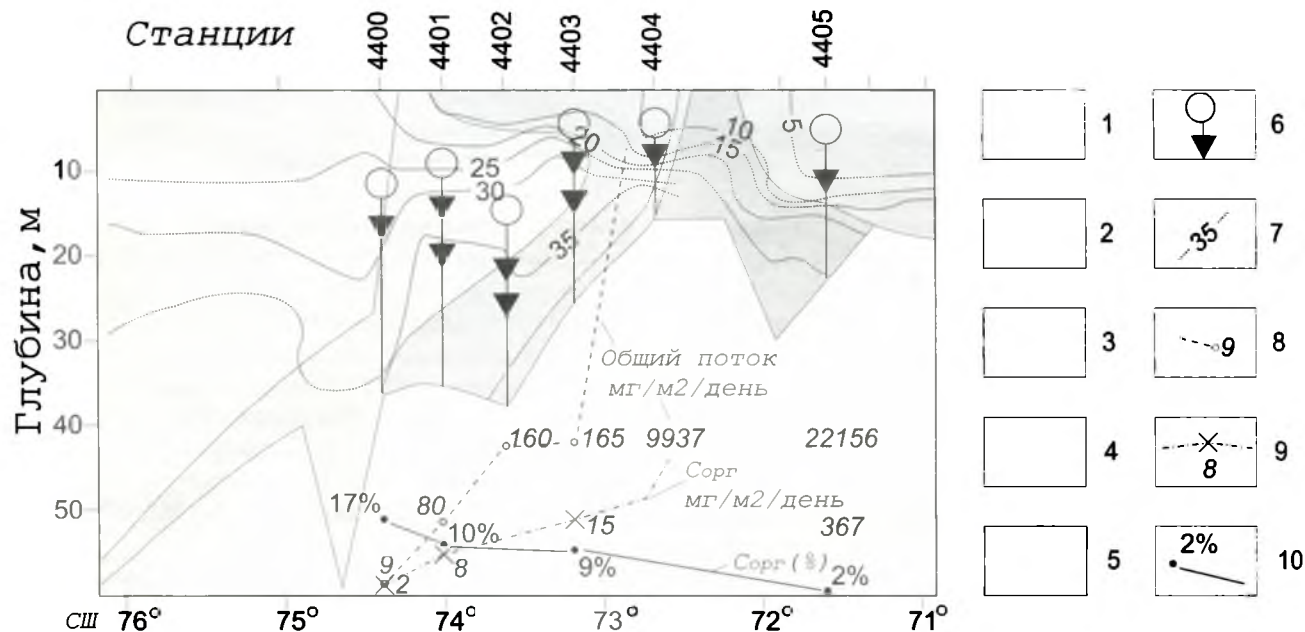


Рис. 4. Маргинальный фильтр р. Енисей, уходящий разрез от устья реки на север (сентябрь–октябрь 1993 г., по А.П. Лисицыну, 2001).

Содержание взвеси, мг/л: 1 – < 0,5, 2 – 0,5–1, 3 – 1,0–2,5, 4 – 2,5–5,0, 5 – > 5; 6 – положение седиментационных ловушек для оценки вертикальных потоков осадочного вещества; 7 – соленость воды, ‰; 8, 9 – замеренные значения и графики потоков терригенного (8) и органического (9) вещества; 10 – содержание $S_{орг}$ в сухом веществе осадка, %.

на аванделъты с образованием конусов выноса – подводного фэна. В зависимости от интенсивности присклоновых течений поступающие осадки могут разноситься вдоль основания склона либо глубоко (до 40–60 км) проникать на прилегающую подводную равнину. Во время интенсивного (лавиного) поступления в растущий фэн осадочного материала в нем “растворяется” обычный, стабильный объем выпадающих, обогащенных органикой пеллет и флокул. В случае циклического поступления материала внутри фэна возможно образование переслаиваний органо-терригенных и терригенных прослоев. Наконец, в случае быстрого заживления подводного канала тело фэна образует подводный структурный нос, над которым накапливаются обычные флокулярно-пеллетные осадки, и к моменту своего погребения наступающим склоном фэн может быть уже перекрыт достаточно толстым слоем обогащенных органикой илов. Таким образом, в условиях ненарушенного, согласного залегания в разрезе могут непосредственно соседствовать алевритистые глины отложений склона и органо-терригенные осадки, а также присклоновые песчано-глинистые осадки и органо-терригенные осадки, характерные для подводной равнины.

В подтверждение этой идеализированной схемы обратимся к результатам прямых замеров седиментационных потоков в устье Енисея (рис. 4). Прежде всего необходимо отметить, что по месту расстановки седиментологических ловушек оцениваются вертикальные потоки осадочного вещества, исходящие из поверхностного слоя вниз, в толщу подстилающих вод. В районе иловой пробки (станции 4404–4405) фиксируются ураганные значения потоков осадочного вещества. В ловушках, установленных на станциях 4401, 4402, и 4403, на склоне под клином солоноватых вод, суммарные потоки вещества на порядок ниже, но постепенно возрастает содержание $C_{орг}$ в сухом веществе осадка. Самое наличие подвижного придонного слоя между станциями 4404–4402 только предполагается по увеличению концентрации взвеси на расстоянии двух метров от поверхности дна (прямые замеры) [Лисицын и др., 1994; Лукашин и др., 2000; Shevchenko, 2000]. Зона быстрого накопления органо-терригенных илов начинается за станцией 4402 – крайней точкой гравитационного перераспределения придонной взвеси – и имеет для данного профиля в период замера ширину порядка 50 км.

Наличие полосы накопления органо-терригенных илов, скорости их накопления зависят от динамики морского бассейна, интенсивности речного стока и процессов фотосинтеза. Для рек гумидной зоны до 70 % их годового стока приходится на весенние месяцы, а на лето – максимум фотосинтеза (“цветение моря”). Это несколько усложняет модель: максимумы гравитационного и пеллетного потоков оказываются разнесенными по времени, а размер весеннего клина солоноватых вод и, соответственно, области флокулярно-пеллетного осаднения пеллитовой части терригенного сноса рек существенно расширяются в сторону моря.

Перейдем к рассмотрению условий сохранности $C_{орг}$ в осадках подводной равнины, склона и шельфа. За время своего перемещения до дна свежесформированные пел-

леты и флокулы могут поедаться организмами-фильтраторами зоопланктона подстилающих вод, в результате чего в них понижается содержание органического вещества. После выпадения на дно органическое вещество осадка выедается бентосными фильтраторами или подвергается бактериальному разложению и прямому окислению водно-растворенным кислородом [Лисицын, 1988]. Таким образом, в случае хорошей аэрируемости вод бассейна седиментации органическое вещество флокулярно-пеллетного потока будет полностью переработано и минерализовано. Накопление обогащенных органикой илов возможно только в случае существования в придонных слоях анаэробных условий, характерных для полужамкнутых морских водоемов с эстуариевым типом циркуляции вод [Шопф, 1982, с. 108]: объем стока, впадающих рек, превышает испарение (например, Черное или Балтийское море, рис. 5). По мнению многих авторов [Брадучан и др., 1986; Нефтегазоносность..., 1987; Гурари и др., 1988; Обстановки..., 1990 и др.; Нежданов и др., 2000], анаэробная обстановка была характерна для значительной части Западно-Сибирского палеоморя в волжско-готтеривское время. Возможно, сквозная циркуляция придонных вод была затруднена из-за орогенного воздымания подводных хребтов на его северных границах. С этого момента возникают условия для накопления битуминозных отложений. Основным механизмом поступления органического вещества в осадки в центральной глубоководной части бассейна было захоронение пеллет – пищевых комочков планктонных организмов-фильтраторов. При этом пищевая переработка, разубоживание органического вещества и его связывание с глинистыми частицами и остатками скелетов микроорганизмов происходило в замкнутом объеме пищевода планктонных организмов. Живые планктонные организмы не накапливают уран ни в тканях, ни в раковинах [Батурин, 1975]. Восстановление шестивалентного урана до четырехвалентного и его сорбционное связывание органическим веществом происходит в анаэробной среде уже после смерти особи. Внутри пеллет содержание

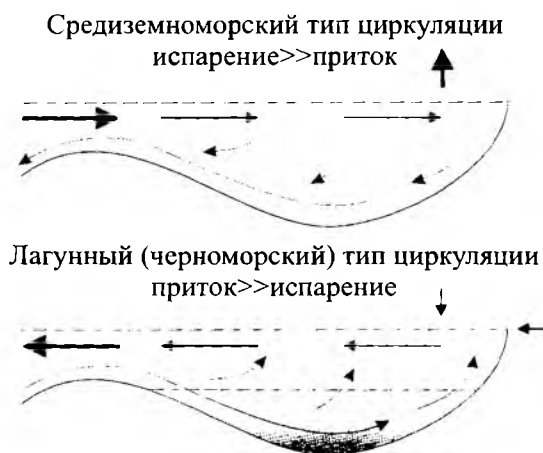


Рис. 5. Средиземноморский и эстуарный типы циркуляции, характеризующиеся противоположными по направлению перемещениями поверхностных и глубинных вод (Шопф, 1982).

органического вещества понижено за счет предварительной пищевой переработки, поэтому ОВ может адсорбировать меньшее количество тяжелых, в том числе и радиоактивных, металлов. Силициты конденсированного разреза отличаются от осадков битуминозного замыкания клиноформного комплекса своей меньшим содержанием C_{org} , слабой битуминозностью и радиоактивностью [Гурари и др., 1988], так как в них относительно невелика доля флокулярного потока некромассы безоболочных простейших.

Очевидно, условия накопления осадков постоянно в палеобассейнах изменялись. Циклические изменения условий находили свое отражение в циклическом строении накапливаемых отложений. Если представления о лавинной седиментации уже использовались при описании стратиграфических взаимоотношений, общей структуры нефтегазоносных толщ (рис. 6) [Нежданов и др., 1992 и др.; Карогодин Ю.Н. и др., 1996], то циклические взаимоотношения органогенно-терригенных и терригенных пород до сих пор не нашли достаточно полного изложения [Мкртчян и др., 1987; Гришкевич, 2001].

При эвстатическом повышении уровня моря дельтовые системы впадающих рек смещаются в сторону континента – бывшей приморской аллювиальной равнины. Так, в четвертичное время в результате повышения уровня вод Мирового океана на 50 м дельта Лены сместилась на юг на несколько сотен километров, и ее маргинальный фильтр оказался над затопленной равниной (рис. 7). В результате такого расположения маргинальных фильтров рек при эвстатической трансгрессии изменяются геохимические условия захоронения ор-

ганогенотерригенных осадков. За счет волнового перемешивания вод на мелководье не бывает анаэробного режима, необходимого для захоронения органической составляющей флокулярно-пеллетных осадков. Поэтому после биологической переработки и окисления большей части органического вещества флокулярно-пеллетный

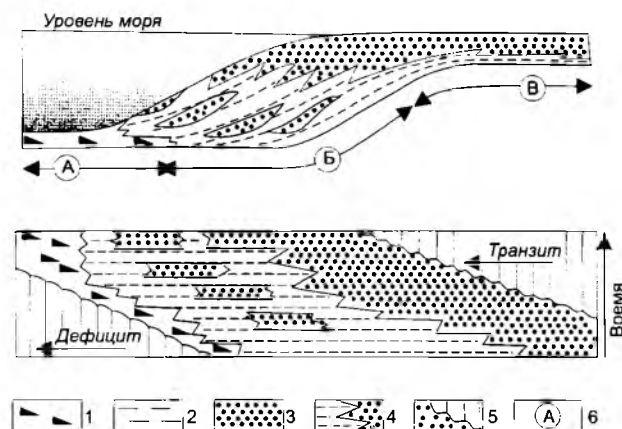


Рис. 6. Модель трансгрессивно-регрессивного цикла позднелюрско-неокомского некомпенсированного бассейна Западной Сибири: палеогеологический разрез (вверху) и хронопрофиль (Мкртчян и др., 1987):

1 – битуминозные глины, 2 – алевроитистые глины, 3 – пески, 4 – фациальные замещения, 5 – перерывы, 6 – типы разрезов: А – дефицитный, Б – идеальный (полный), В – транзитный.

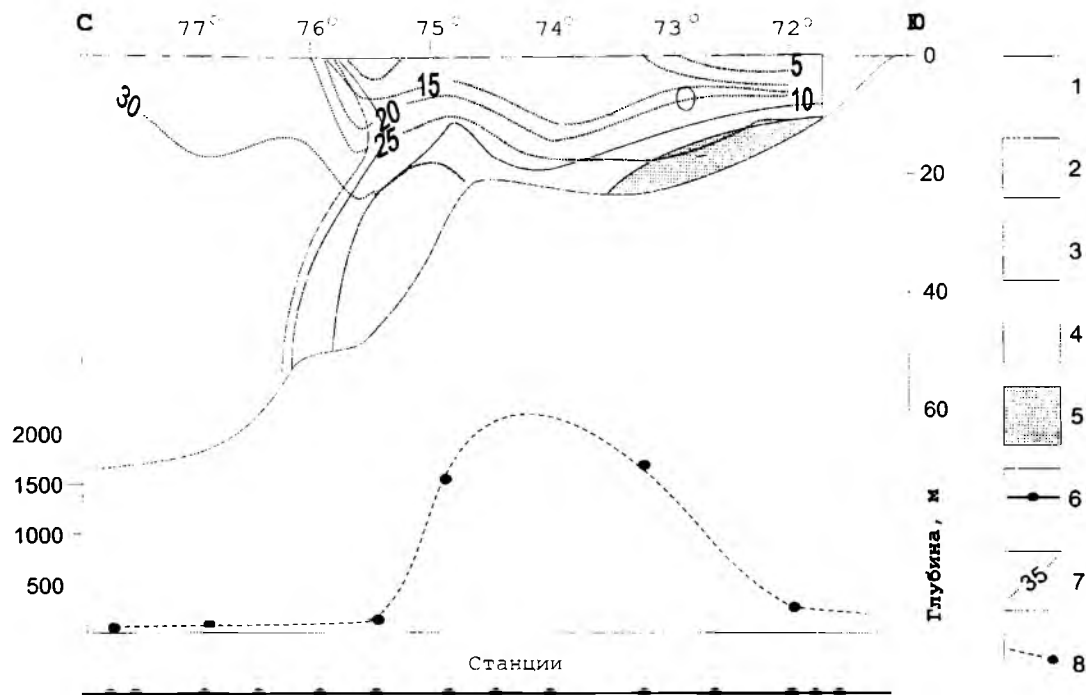


Рис. 7. Маргинальный фильтр р. Лены, уходящий разрез от устья реки на север (Лисицын, 2001, Lisitzin, 1999).

Содержание взвеси в водах на разрезе, мг/л: 1 – < 0.5, 2 – 0.5 – 1, 3 – 1–2.5, 4 – 2.5–4.0, 5 – > 4; 6 – положение станций на профиле, 7 – соленость воды, ‰, 8 – график общей скорости седиментации, мм/тыс. лет, по ^{14}C .

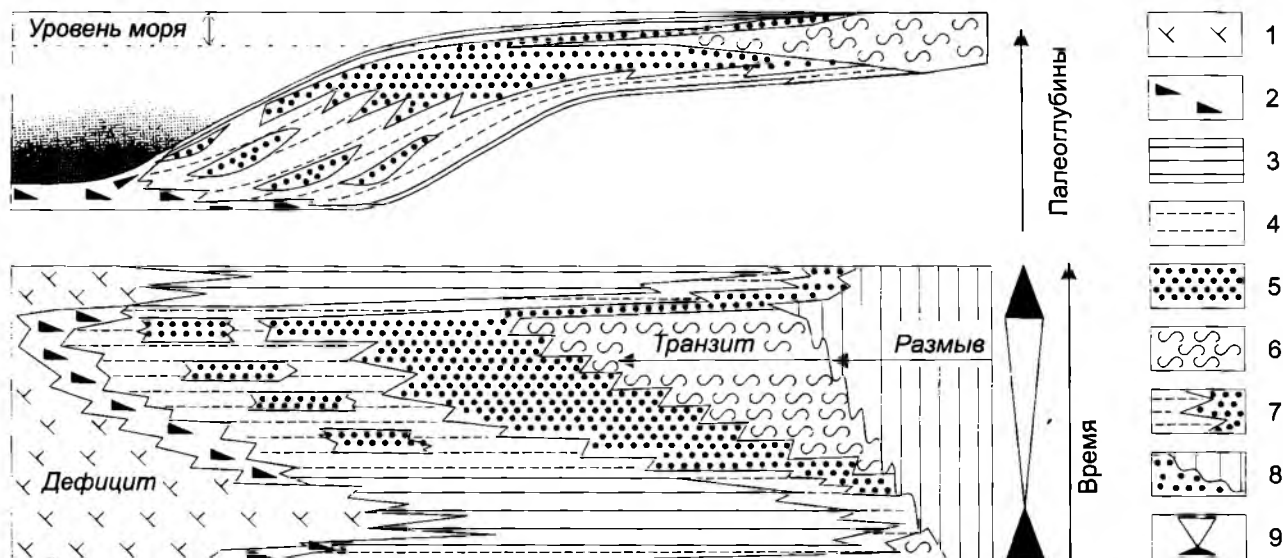


Рис. 8. Уточненная модель регрессивно-трансгрессивного цикла позднелюрско-неокомского палеобассейна Западной Сибири (палеопрофиль и хронопотфиль):

1 – органогенные илы, 2 – битуминозные глины, 3 – тонкоотмученные глины, 4 – алевроитистые глины, 5 – пески, 6 – аллювиально-озерные отложения, 7 – фацциальные замещения, 8 – перерывы, 9 – модель цикла.

материал захоранивается в виде выдержанных по площади тонкоотмученных глин с обычным фоновым содержанием C_{org} . На всей территории бывшей седиментационной платформы и, возможно, верхней части склона накапливаются глинистые осадки.

Нижняя часть склона и подводная равнина оказываются вне зоны маргинального фильтра, здесь наступают условия дефицитного осадконакопления преимущественно органогенных илов. В связи с уменьшением потока флокулярно-пеллетного материала в глубоководной части центральной впадины постепенно ослабевает анаэробная обстановка: уменьшается потребность в кислороде, расходуемом на биогенное и небактериальное окисление органического вещества осадков, появляется возможность развития бентоса. На относительно повышенных участках рельефа (банках) присутствие бентоса в битуминозных отложениях отмечается в виде редких тонких прослоев ракушняка двухстворок *Buchia* [Брадучан Ю.В. и др., 1986; Гуари и др., 1988; Региональные..., 1991].

Во время максимума трансгрессии далеко в глубине бывшей прибрежной суши образуются новые конусы выноса палеорек, концентрирующие песчано-алевритовый материал речного сноса. Новообразованные конусы выноса устьев палеорек с началом очередной регрессии будут размывы и переотложены.

После восстановления (с учетом прогибания дна) прежнего уровня моря продолжится боковое наращивание рассматриваемого седиментационного склона. Нависание клина солоноватых вод над краем центральной впадины приводит к быстрому восстановлению анаэробной среды (в современном Балтийском море сероводородное заражение периодически обновляемых придонных вод центральной впадины происходит за 2–

3 года [Лисицын, 1988; Страхов, 1993]). Возобновится и быстрое накопление органогенотерригенных илов на присклоновой части подводной равнины. Таким образом, накопление недефицитных органогенотерригенных осадков подвержено циклической пульсации [Курсин и др., 1984; Мкртчян и др., 1987; Гришкевич, 2001], также как и весь процесс лавинной седиментации. С учетом этого модель трансгрессивно-регрессивного цикла может быть уточнена (рис. 8).

Принципиальными отличиями предлагаемой схемы являются: во-первых, зафиксированная в ней прерывистость накопления органогенотерригенных илов (будущих битуминозных аргиллитов); во-вторых, введение нового типа литолого-стратиграфических объектов – тонкоотмученных глин, в которые трансформируются органо-терригенные илы во время эвстатических трансгрессий палеоморя.

Тонкоотмученные, “чистые” (пластические, по Филиппову [1967]) глины – ядра глинистых покрышек неомора [Гришкевич, 1982] наиболее выдержанные объекты осадочного чехла, поэтому они надежно распознаются и коррелируются в разрезах скважин [Главник и др., 1999].

Тонкоотмученные глины однородны по вещественному составу, так как в них отсутствует примесь песчано-алевритового материала, перемещаемого во взвесь придонного слоя и неизбежно присутствующего в ординарных алевроитистых глинах тела дельты. За счет этого они обладают специфическими петрофизическими характеристиками: низкими скоростями распространения сейсмических волн (в сейсмостратиграфии с ними соотносятся стабильные отражающие горизонты [Бембель, 1991; Мельников, Ухлова, 2000; и др.]; низкими значениями электрического сопротивления пород,

что является диагностическим признаком для их выделения по каротажу; наивысшей регулярностью трехмерных периодических коллоидных структур (решеток) и пониженным содержанием рыхлосвязанной и свободной воды, что делает их естественными, высокоэффективными разделами флюидодинамических систем: гидрогеологических и нефтегазоносных комплексов. По существу, ядра глинистых покрывок идентифицируют положение в разрезе нейтральных поверхностей (сепараторов) флюидодинамических систем [Гуревич и др., 1972] с учетом неоднородности глин. Ранее при моделировании процессов отжима вод в результате уплотнения пород и первичной миграции УВ структура глин принималась однородной [Гуревич и др., 1972; Трофимук, Конторович, 1965], и, как следствие, нейтральная поверхность проводилась по центру покрывки, что приводило к систематическим смещениям в оценках объемов дренируемых глин и масс отжимаемых вод и первичной миграции нефти.

Таким образом, в рамках излагаемой модели глинистые покрывки имеют двухчленное строение. В центре их залегают тонкоотмученные глины флокулярно-пеллетного генезиса – осадки органогенной части маргинального фильтра, а выше и ниже залегают алевролитистые глины гравитационной части маргинального фильтра (тела дельты). Именно алевролитистые глины составляют основную мощность покрывки, в то время как ее экраннующие свойства контролируются относительно малоомученными тонкоотмученными глинами.

С позиций формационно-циклического анализа центр “чистых” глин совпадает с поверхностью смены направления режима седиментации с трансгрессивного (прогрессивного) на регрессивный. Время трансгрессивного режима седиментации на рис. 8 показано черным треугольником, время регрессивного – опрокинутым белым треугольником. Комплекс пород, накопившийся в бассейне бокового осадконакопления за период времени между двумя максимумами эвстатических трансгрессий моря, мы назвали антициклитом. Более подробное обсуждение проблемы выделения циклических объектов будет рассмотрена позднее.

Кроме того, в истории осадочного бассейна, отображенной в уточненной модели регрессивно-трансгрессивного циклита, имеется еще два критических момента: начало и конец стабильного развития палеобассейна с наращиванием ископаемого седиментационного склона. Остановка наращивания седиментационного склона означает прекращение поступления придонной взвеси через верхнюю бровку склона – гравитационно перемещаемые осадки остаются на дельтовой платформе. В течение некоторого времени в начале трансгрессии клин солоноватых вод продолжает нависать над склоном. Выпадающие флокулярно-пеллетные осадки не разбавляются гравитационно транспортируемой взвесью, в нижней части склона в анаэробной среде они накапливаются в виде органогенно-терригенных илов, а в верхней аэрируемой части склона они трансформируются в “чистые” глины [Лисицын, 1988; Гришкевич, 2001]. С окончательным отступлением клина солоноватых вод за границы анаэробной зоны центральной

впадины накопление органогенно-терригенных илов на седиментационном склоне прекращается. Таким образом, возникает второй (трансгрессивный) тип седиментологически обусловленного макрокосослоистого переслаивания битуминозных и небитуминозных пород в разрезе Западно-Сибирского неокма (рис. 9). Напомним, первым типом являются их переслаивания внутри и поверх подводных конусов выноса (фэнов) у основания седиментационного склона.

Теоретически возможно существование еще одного, регрессивного, типа макрокосослоистого переслаивания битуминозных и небитуминозных пород. Нависание клина солоноватых вод над седиментационным склоном возможно и в процессе эвстатической регрессии моря, когда на дельтовой платформе еще не накопилась достаточная масса подвижных осадков и склон не достраивается за счет поступления сверху через кромку. Органогенно-терригенные осадки накладываются на отложения предыдущего цикла. Можно предполагать, что этот тип переслаивания менее ярко выражен по сравнению с трансгрессивным типом. Во-первых, значительная часть органического материала флокулярно-пеллетных осадков будет израсходована на восстановление анаэробных условий в центральной впадине, во-вторых, при наличии более яркого трансгрессивного переслаивания невозможно отделить и проидентифицировать регрессивную часть.

“Зоны аномальных разрезов”

Дополнительные сложности в идентификации типа макрокосослоистых переслаиваний битуминозных и небитуминозных пород вызывает наличие сингенетических, но не седиментационных факторов – подводных оползней и пластических течений осадков на склоне авандельта [Рейнек, Сингх, 1981; Обстановки..., 1990].

В научной литературе обсуждается и возможность оползневой природы макрокосослоистого переслаивания битуминозных и небитуминозных пород. [Филиппович, 1999; Нежданов и др., 2000; и др.] Слаболитифицированные органогенно-терригенные илы эродированы подводными оползнями. На образовавшихся боковых поверхностях органогенно-терригенные илы контактируют с подвижными пластическими массами оползня. Предполагается, что высокое содержание тонкодисперсного органического вещества в илах (глинах?) порождает их листоватость и легкое расщепление по напластованию на глубинах порядка 20–40 м от уровня дна. Эта листоватость является причиной гидравлического разрыва, расклинивания, расщепления слаболитифицированных илов подвижными пластическими массами и последующего внедрения этих масс внутрь трещин гидроразрыва (боковой диапиризм). Нам представляется полезным сформулировать критические условия бокового диапиризма.

Во-первых, глубина оползневой эрозии должна быть достаточной для вскрытия расщепляющихся, листоватых слоев. Наиболее вероятный механизм такого вскрытия – смятие присклоновых осадков на фронте оползня в компрессионные складки, осложненные разрывами

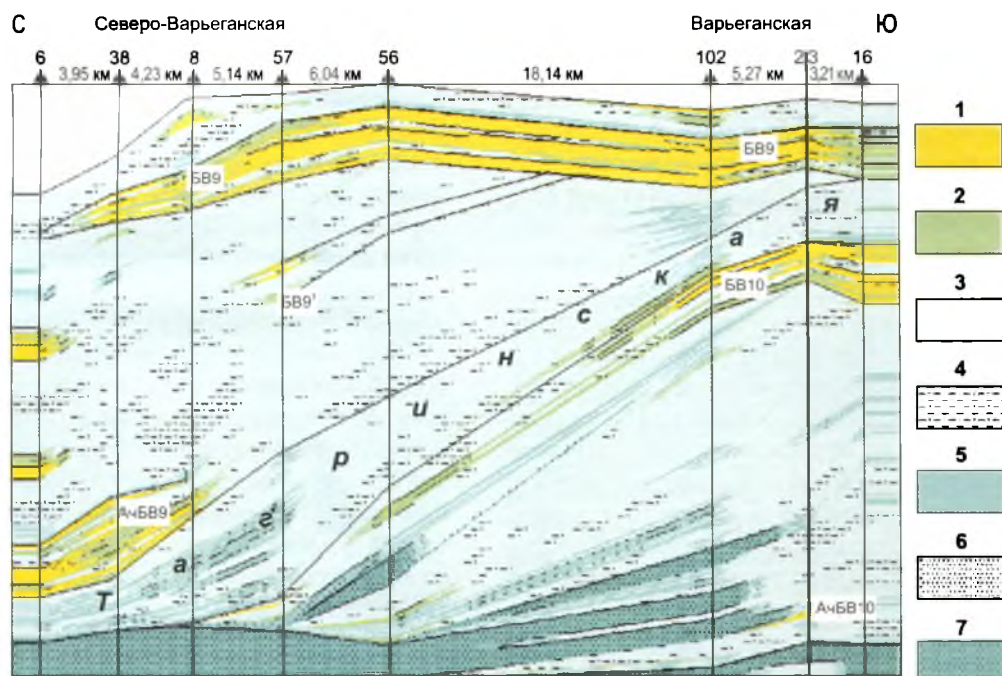


Рис. 9. Пример "аномального разреза" баженовской свиты трансгрессивного типа. Профиль выравнивания через зону макрокослоистого переслаивания трансгрессивного типа (Северо-Варьганская и Варьганская площади, по Г.Е. Толубаевой, Е.В. Олейник и В.Ф. Гришкевичу):

1 – пронизываемые породы; 2 – слабопронизываемые породы; 3 – глины; 4 – алевроитовые глины; 5 – тонкоотмученные глины; 6 – слабобитуминозные породы; 7 – высокобитуминозные породы.

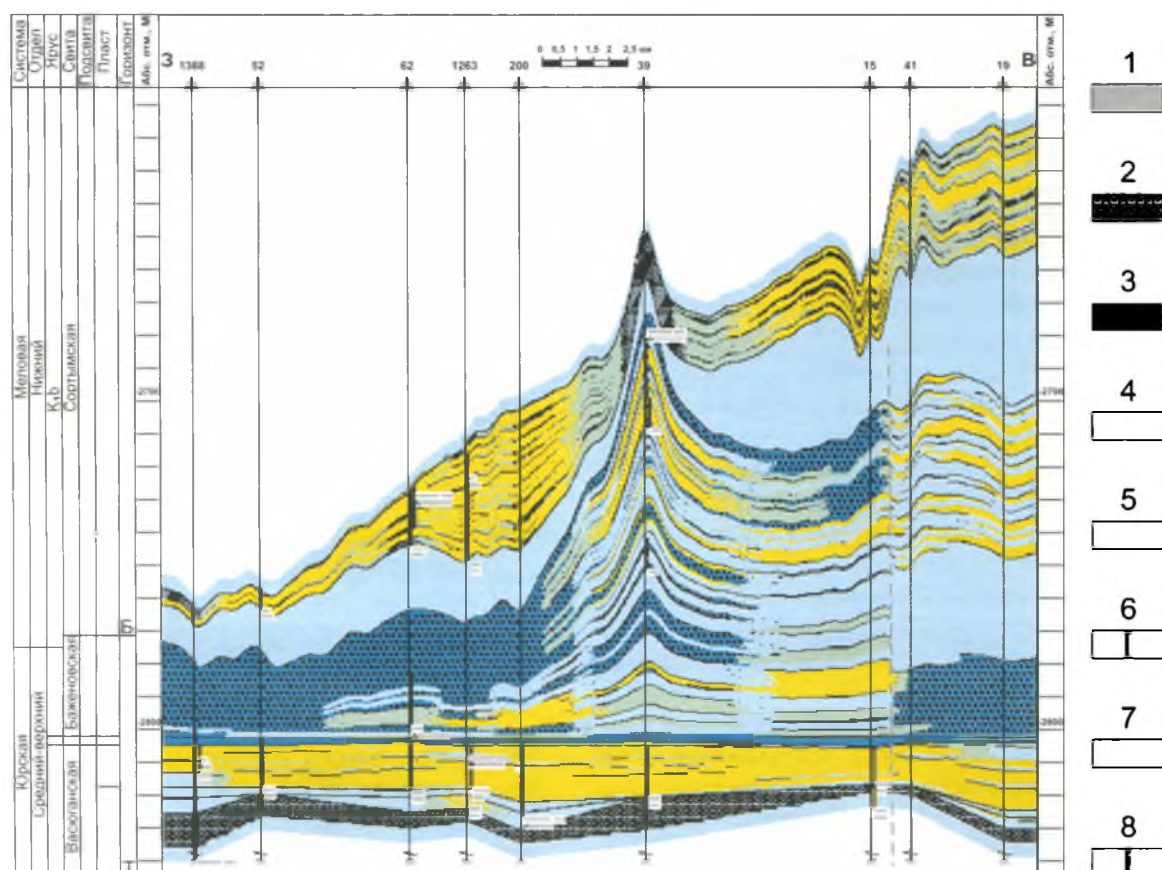


Рис. 10. Пример "аномального разреза" баженовской свиты оползневой типа на Восточно-Сургутской площади.

[Рейнек, Сингх, 1981]. Во-вторых, гидравлическое давление в пластической массе оползня на уровне листовых слоев должно превышать сумму геостатического давления вышележащего столба органогенно-терригенных осадков и начального расклинивающего давления (давления разрыва). Если не выполняется второе условие, то даже глубокая эрозия не приводит в боковому диапиризму. В связи с тем что оползнева масса представлена предельно водонасыщенными, свежееотложившимися осадками, то только тяжелые песчано-глинистые пульпы могут достичь критических условий гидроразрыва и последующего “архимедова всплывания” легких органогенно-терригенных осадков над более тяжелой пульпой. В-третьих, всплывающие слаболитифицированные илы должны обладать достаточной прочностью для сохранения некоторой целостности по напластованию, что абсолютно нереально для придонных слоев ила. И наконец, объем оползня и внедрившейся пластической массы должен быть достаточно велик для того, чтобы результаты бокового диапиризма могли быть зафиксированы полевыми наблюдениями. Наиболее вероятно боковой диапиризм существует как сопутствующее явление на периферических участках пластических оползней. Отклоняемые от основания пластины битуминозных илов теряют свою латеральную целостность – “разбитая тарелка”. Образующиеся “торфяные острова” переходят в состояние “наплаву” поверхности раздела “вода–пульпа”. Частично они дробятся и застревают в тяжелой пульпе оползня, образуя его рваное заполнение (“дробленку”). Сохранившиеся пластины скапливаются на поверхности оползня как черепитчатое покрытие, уплотненное соскальзыванием под действием сил тяжести на наклонной поверхности пульпы и за счет сноса подстилающей движущейся массой. В случае больших размеров, проникающий на присклоновую равнину оползневой фэн может быть дополнительно перекрыт слоем органогенно-терригенных илов (рис. 10). Такое перекрытие легкими органогенно-терригенными или глинистыми илами является условием остановки процесса всплывания “торфяных островов”.

И, наконец, на части территории возможно и полное отсутствие битуминозных глин в разрезе. Во-первых, в случае долгого нависания неширокого клина солоноватых вод над достраиваемым склоном – растворение флокулярно-пеллетного материала в алевроитоглинистой массе осадков склона. Во-вторых, снос, неотложение флокулярно-пеллетного материала из-за сильных подводных течений [Гурами и др., 1988].

Изложенная теоретическая схема объясняет многие наблюдаемые особенности строения разрезов баженовской свиты. Находит свое логическое объяснение отмечаемая всеми авторами изменчивость литологического состава баженовской свиты – как прямое следствие накопления ее осадков в динамичной зоне продельты. Высокобитуминозные отложения баженитов накапливаются из флокулярно-пеллетного материала, образовавшегося главным образом в зоне штормового пере-

мешивания солоноватых вод продельты и подстилающих вод нормальной солености. На своем пути ко дну они проходят слой вод нормальной солености, где частично подвергаются вторичной пищевой переработке, поэтому содержат поглощенный комплекс катионов нормальной солености, а повсеместно встречаемые в составе баженовской свиты прослои небитуминозных аргиллитов содержат комплекс поглощенных катионов солоноватых вод [Нефтегазоносность..., 1987; Гурами и др., 1988; Занин и др., 1999]. Это объясняется тем, что слабобитуминозные аргиллиты представляют собой лопасти нижнего фэна. Они образуются за счет глинистого материала, приносимого в относительно глубоководную зону головными частями мутьевых потоков и пластических оползней. В момент своего первоначального осаждения на седиментационном шельфе осадки приобретают солоновато-водный комплекс поглощенных катионов, который из-за скоротечности перемещения и замкнутости объема мутьевого потока или оползня сохраняется и после повторного осаждения переносимого материала [Занин и др., 1999].

Принципы выделения циклических объектов

Условимся именовать «ядром» трансгрессии момент ее максимума на шкале абсолютного времени (рис. 11). Аналогично определяется и ядро (момент максимальной) регрессии. Циклитом будем называть комплекс пород, накопившихся в период между двумя максимумами регрессии, антициклитом – между двумя максимумами трансгрессии. Проциклата и рециклата – прогрессивная (трансгрессивная) и регрессивная части (половины) циклита или антициклита. Таким образом, дается набор стратиграфических уровней (возрастов), ограничивающих во времени интервалы однонаправленного изменения условий осадконакопления. Далее, согласно принципу Головкинского-Вальтера [Головкинский, 1869], предполагается, что внутри каждого из таких интервалов в результате осадконакопления образуется ансамбль взаимосогласованных литологических границ, поведение которых осложнено локальной изменчивостью условий осадконакопления. Очевидно, циклит или антициклит может быть полным или неполным, когда часть литологических разностей отсутствует из-за неотложения или размыва.

В терригенной осадочной толще антициклит включает в себя проницаемое тело, возможно, нефтегазозного резервуара (точнее коллектора)*, а циклит имеет своей сердцевиной глинистый флюидоупор, покрывающий резервуар.

Ранее нами было показано, что ядро трансгрессии или момент реверсии трансгрессивного характера осадконакопления на регрессивный хорошо диагностируется внутри глинистых покрывшей, практически совпадает с границей динамического объема нефтегазозного резервуара. Напомним, что именно к ядрам по-

* И окружающие его непроницаемые породы (флюидоупоры, экраны) (Прим. ред.).



Рис. 11. Схема выделения циклических объектов.

крышек приурочены пакеты гладких сейсмических поверхностей, порождающие субрегиональные сейсмические отражающие горизонты [Гришкевич, 1982; Мельников, Ухлова, 2000; и др.].

Поэтому при разработке циклостратиграфической шкалы Западно-Сибирского осадочного бассейна мы взяли за границы циклов именно сепараторы региональных и субрегиональных глинистых покровов [Гришкевич, 1982; Гришкевич, Лагутина, 1988]. Для Западно-Сибирского мезозойского осадочного бассейна существует несколько циклостратиграфических схем [Кародин и др., 1996; Нежданов и др., 2000; и др.], базирующихся на нескольких иных принципах выделения границ циклических объектов: "Циклит – это относительно непрерывная во время формирования последовательность слоев (или их групп), ограниченная в кровле и подошве несогласиями или коррелятивными им согласными поверхностями" [Кародин и др., 1996, с. 43]. По существу, такое определение циклита заимствовано от определения "сиквенса" – сеймостратиграфического комплекса из американской сейсмической стратиграфии 70-х годов [Шериф и др., 1982]. При этом в условиях Западной Сибири за несогласные поверхности, необходимые для определения сиквенсов, циклитов, принимались кровли проницаемых тел – песчаных пластов*. А так как литологические границы проницаемых тел часто имеют значительное возрастное скольжение, то это порождает проблемы неоднозначности (по определению) возрастной привязки границ сиквенсов, циклитов. Напомним, например, о существовании у большинства продуктивных пластов Западной Сибири ($БВ_8^0$, $БУ_8^0$, $БС_{10}^0$ и т. д.), так называемого нулевого пропластка, располагающегося внутри покровышки пласта

и стратиграфически выше его основного проницаемого тела. Нефтеносность таких "нулевых" пропластков тесно связана с нижележащим основным пластом [Филиппов, 1967]. Тем не менее по классической схеме эти пропластки относятся к вышележащему сиквенс-циклиту (рис. 12). Такое секущее нефтеносность выделение базовых объектов не может не затруднять анализ и прогноз нефтеносности.

"Момент" реверсии трансгрессии на регрессию в геологическом плане более скоротечен, чем трансгрессия, порождающая размыв, поэтому используемые нами в качестве границ циклических объектов ядра трансгрессии (покрышек) представляются методически более приемлемыми. Не говоря уже об удобстве совпадения стратиграфического объема антициклита, динамического рабочего объема резервуара и объемов сеймостратиграфических комплексов, выделяемых между региональными и субрегиональными отражающими горизонтами.

Между введенными нами и широко распространенными определениями циклических объектов существует противоречие. Впрочем, оно отнюдь не антагонис-

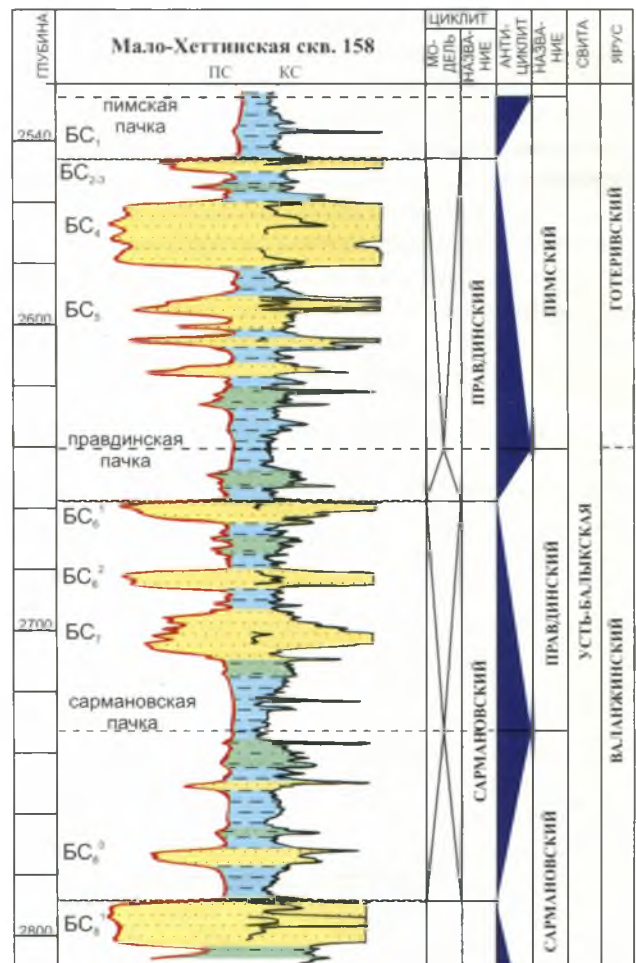


Рис. 12. Пример соотношения циклических объектов, выделенных по предлагаемой нами и сиквенс-циклитной схеме (Кародин и др., 2000).

* Ошибочность данного утверждения и неточность нижеследующих видна из содержания предыдущих статей. (Прим. ред.).

тическое. Введенное нами понятие циклита существенно совпадает с определением сиквенс-циклита с учетом принятого в сейсмостратиграфии предположения о том, что сиквенс ограничивается "в кровле и подошве несогласиями или коррелятивными им согласными поверхностями". Достаточно отождествить эти дополняющие согласные поверхности со стратиграфическим положением ядер регрессии, используемых в наших определениях.

Макет региональной корреляционной схемы

Теперь после разбора седиментологической модели мы считаем возможным перейти к ее отображению в макете стратиграфической схемы берриас-аптских отложений Западно-Сибирского осадочного бассейна [Белусов и др., 2001]. В качестве циклостратиграфической основы на условный профиль районов Широкого Приобья вынесены субрегиональные глинистые пачки и разделяемые ими группы проницаемых песчаных пластов. Соотношение циклитов и порайонных индексов продуктивных пластов приведено в табл. 1. В соответствии с моделью бокового заполнения А.Л. Наумова [Наумов и др., 1977] границы региональной глинизации песчаных пластов совпадают с положением кромки седиментационного шельфа. В процессе развития бассейна они смещаются от периферии палеобассейна к центральной впадине. В общепринятой терминологии песчаные пласты, накопившиеся на седиментационном шельфе, и разделяющие их глинистые пачки относятся к покровному (ундаформному) комплексу, все осадки склона – к клиноформному

комплексу и дифициентные осадки обычно называются фондоформными [Мкртчян и др., 1987; Мкртчян и др., 1990; Карогодин и др., 1996, 2000]. Соответственно, на макете схемы нанесены наклонные пунктирные линии – границы между покровным, клиноформным и фондоформным комплексами. С верхней линией, по определению, совпадают границы регионального замещения покровных песчано-алевритовых пластов (резервуаров). Нижняя граница клиноформного комплекса на макете (рис. 13) показана проходящей параллельно его верхней границе.

Таким образом, возраст кровли клиноформного комплекса и включенной в него ачимовской толщи скользит от берриаса до раннего готерива. Внутри клиноформного комплекса показаны продолжения глинистых пачек субрегиональных циклических объектов покровного комплекса и расчлененные, структурированные ими песчано-алеврито-глинистые отложения ачимовской толщи на стратиграфических уровнях клиноформного продолжения покровных песчаных пластов [Кулахметов и др., 1983; Мкртчян и др., 1987; Обстановки..., 1990; Нежданов и др., 1992; Карогодин и др., 1996; Мельников, Ухлова, 2000; Белусов и др., 2001; и др.]. Это делает естественной индексацию песчаных ачимовских пластов по индексам покровных пластов и пропластков, клиноформным продолжением которых они являются, например АчБС₁₀.

Далее предполагается, что ниже ачимовских отложений залегают осадки фондоформной зоны. На макете схемы (см. рис. 13) они представлены как битуминозные отложения и отнесены к баженовской свите (формации, толщи). Это позволило нам естественным образом показать седиментологически обусловленные "аномаль-

Таблица 1

Схема привязки берриас-баремских пластов к региональной циклостратиграфической шкале
(составлена в 1993 году по материалам ЗапСибНИГНИ)

Кровли таксонов МСШ (млн лет)	Кровли циклитов (млн лет)	РАЙОНЫ									
		СУРГУТ-СКИЙ	ВАРГОВСКИЙ	ЯМАЛ	НАПАЛКОВСКИЙ	ГЫДАНСКИЙ	НАДЫМСКИЙ	УРЕНГОЙСКИЙ	ГУБКИНСКИЙ	ТАЗОВСКИЙ	ТУРУХАНСКИЙ
K _{1br}	118	119.4	АС4	АВ2	ТП18	БЯ1	ТП18	ТП18			МХ3
		121.4	АС5								
		122.3	АС6		ТП20	БЯ3	ТП20	ТП20	АУ8	АП8-9	
K _{1h}	123	123.3	БЫСТРИНСКИЙ	АС7	ТП21	БЯ4	ТП21	ТП21			МХ4
		124.1		АС9	ТП23	БЯ5	ТП23				
		125		АС10	ТП24-26		ТП24-26	АН10	АУ10	АП10	МХ5
		125.9		АС11	ТП25	БЯ6	ТП25				
		126.8	АЙПИМСКИЙ	АС12	АВ4	ТП26	БЯ7	ТП26	АН11	АП11	МХ6
		127.7	ПИМСКИЙ	БС1		БЯ9	БГ9	БН2	БУ1-2		АТ6-7
		128.6		БС4	АВ5		БЯ17	БГ17	БН4	БУ3-4	БП1
		129.5	ТЕПЛОВСКИЙ	БС6	АВ6	НП0		БН7-8	БУ6	БП2	
K _{1v}	130	130.3	САРМАНОВСКИЙ	БС8		НП5		БН9-10	БУ8	БП5	АТ11
		132.2	ЧЕУСКИНСКИЙ	БС10	АВ8			БН12	БУ10-11	БП7	БТ2-4
		133.1	САВУЙСКИЙ	БС11	БВ0	НП7		БН14	БУ12	БП8	БТ3
		134	САМБУРГСКИЙ	БС13	БВ2			БН17	БУ14		БТ4
		134.9	ТАРАСОВСКИЙ	БС14	БВ4				БУ15	БП10	БТ5
		135.8	УРЬЕВСКИЙ		БВ6			БУ16-17	БП12-0	БТ6	СД8
		136.7	САМОТЛОРСКИЙ		БВ8	НП12		БУ18-19	БП14		
		137.6	ТАГРИНСКИЙ		БВ10			БУ20	БП15	БТ9	
		138.5	ПРИОЗЕРНЫЙ		БВ12			БУ22	БП16	БТ12	СД10
		139.4	ЛАБАЗНЫЙ		БВ14					БП18	БТ14
K _{1b}	139.5	140.3	САБУНСКИЙ		БВ16						НХ3
		141.2			БВ17						

ные разрезь” битуминозных отложений – макрокосослоистых переслаиваний битуминозных и небитуминозных пород. Переслаивания трансгрессивного типа, приурочены к трансгрессивным частям пар “покровный пласт и его глинистая покрывка”.

Положения выявленных бурением (от БВ₁₂ до АС₁₂) и предполагаемых (БВ₁₄ и БВ₁₆) аномальных разрезов на макете схемы показаны выступающими языками фациальных замещений битуминозных отложений и помечены ярлычками “АР”. Объемы аномальных разрезов битуминозных аргиллитов отнесены к клиноформной части разреза [Головкинский, 1869].

Нам представляется, что в основании баженовской толщи залегают конденсированные пелагиальные осадки [Мкртчян и др., 1987; Гришкевич, 2001], накопившиеся с момента возникновения анаэробного режима вод до момента их перекрытия лавинным осадконакоплением бокового заполнения осадочного бассейна. Общеизвестно, что в основании баженовской свиты повсеместно залегает регионально выдержанная пачка слабобитуминозных силицитовых пород, обогащенных панцирями радиолярий и диатомовых водорослей [Нефтегазность..., 1987, с. 51]. По нашему мнению, эта пачка имеет скользкую по возрасту кровлю. Толщины ее колеблются от 1–2 м на востоке ХМАО, 2–4 м в Вартовском районе и до 10–15 м на Краснотенинском своде (заштрихованная область баженовской свиты на макете региональной стратиграфической схемы, рис. 13. Пачка РЗ на рис. 14. Невозможно убедиться что, приведенные данные о вещественном составе пород полностью укладываются в излагаемую седиментологическую модель. Как показывает анализ аномальных разрезов [Нежданов и др., 2000], в подавляющем большинстве случаев эта пачка остается ненарушенной и ограничивает снизу переслаивания ачимовских отложений и битуминозных пород с повышенной радиоактивностью. Именно по кровле этой пачки мы и предлагаем проводить нижнюю границу клиноформного комплекса. Этим подчеркивается естественное замыкание клиноформного комплекса бокового заполнения бассейна седиментации битуминозными отложениями.

В соответствии с рекомендацией статьи Х.13 “Стратиграфического кодекса” [Стратиграфический кодекс, 1992] сеймостратиграфическая схема совмещена с региональной корреляционной схемой. На макет схемы вынесены региональные и зональные отражающие сейсмические горизонты. Региональные сейсмогоризонты (толстые линии) именованы общепринятыми индексами (“А”, “Б”, “М”). Зональные сейсмогоризонты (линии средней толщины) – именованы индексами “Н” плюс аббревиатура названия глинистой пачки, на тонкоотмученной центральной части которой формируется основное отражение волны [Гришкевич, 1982; Мкртчян и др., 1990; Бембель, 1991; Нежданов и др., 1992], например, Н_{лим}, Н_{сирм}. Для локальных отражающих сейсмических горизонтов предусматривается их индексация по имени пласта или пропластка, к кровле (покрывке) которого он привязывается по сеймостратиграфической интерпретации, например, Нбв_г. Для зональных сейсмогоризонтов возможна их индексация как по имени пачки, так и по имени пласта.

Взаимоотношения отражающих горизонтов приведены в соответствии с принятой моделью бокового заполнения неокомского седиментационного бассейна. Наибольшие изменения по сравнению со стратиграфической схемой 1990 г. претерпело проведение отражающего горизонта “Б”. Как известно, в центральных районах этот региональный отражающий сейсмический горизонт приурочен к кровле битуминозных аргиллитов (баженовской, тутлеймской и мулымьинской свит). На стратиграфических уровнях возможного расположения аномальных разрезов баженовской свиты показана его дихотомия: основное отражение привязано к кровле клиноформного отщепления битуминозных аргиллитов, стратиграфически ниже которых появляется новое отражение. Таким образом, стратиграфическая привязка горизонта “Б” кулисообразна. С этими кулисами сопрягаются клиноформные продолжения зональных отражающих сейсмических горизонтов, связанных с тонкоотмученными глинами покрывок покровных пластов (глинистых пачек).

Серьезной проблемой остается отображение на схеме стратиграфических несогласий. Модель бокового заполнения бассейна предполагает существование в разрезе многочисленных, обширных, постоянно смещающихся областей промежуточного накопления, денудации и транзита осадочного материала (прибрежно-морского и континентального завершения осадочной чечевицы Н.А. Головкинского [Головкинский, 1869]). Бедность фаунистических остатков и множественность стратиграфических несогласий делает условным любое их изображение на схеме.

Таксономическое обоснование предположенного макета

Очевидное противоречие между стратиграфической схемой 1990 года [Региональные схемы..., 1991] и предлагаемым макетом – изменение “снизу” стратиграфических объемов ряда свит, связанных со скользящим возрастом кровли битуминозных отложений. В свое время эти свиты выделялись в стратиграфическом объеме – “от кровли одного регионального маркера до кровли другого”, например, от кровли пимской пачки до битуминозных аргиллитов баженовской свиты для ахской свиты или до кровли чеускинской пачки для усть-балыкской свиты. И самый яркий пример – баженовская свита, выделяемая между двумя региональными маркерами – кровлей и подошвой битуминозных глин. При этом поверхности таких маркеров предполагались одновозрастными.

С принятием клиноформной модели неокома предположение об одновозрастности кровли битуминозных аргиллитов становится более чем спорным. Стратиграфическая схема 1990 г. [Там же] была составлена в соответствии со “Стратиграфическим кодексом СССР” 1977 г. Согласно статье V.3 “Стратиграфические границы местных подразделений должны быть приурочены к уровням изменения вещественного состава пород, а также к стратиграфическим перерывам или к смене ассоциаций остатков организмов”. То есть СК-1977




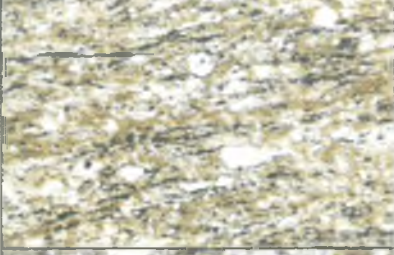
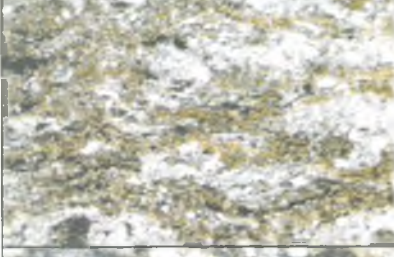
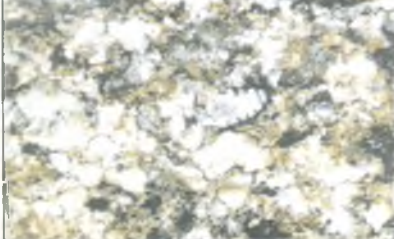

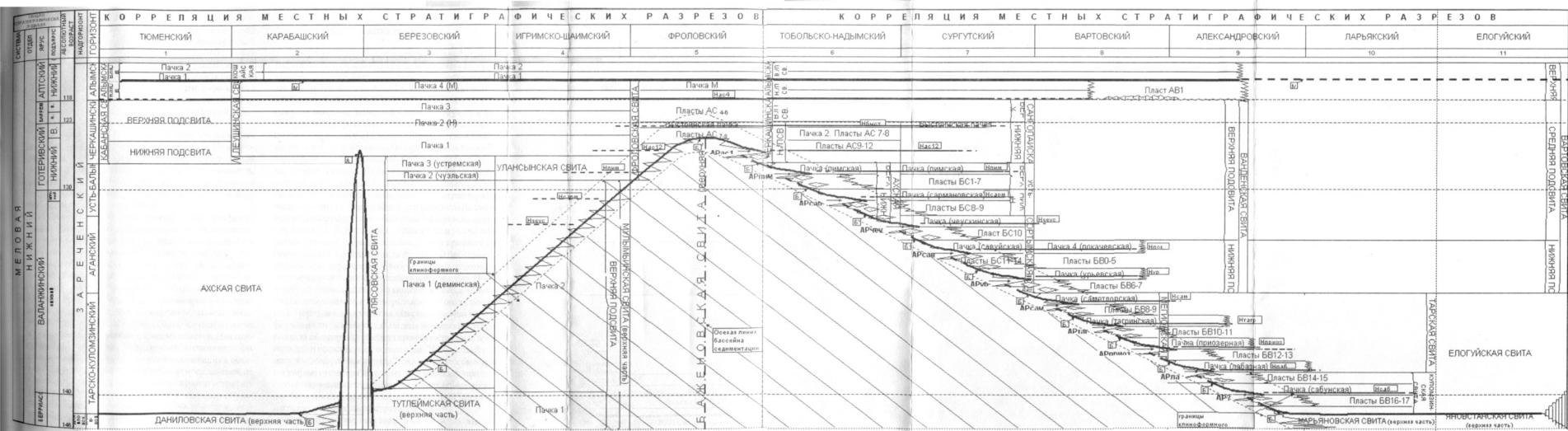
Подачимовская пачка		<p>Скв. 4008. Ув. 100. Аргиллит гидрослюдистый, слоистый, углистый. Сорг н.о., пирит н.о., $Fe/S = 1.9$, $SiO_2/Al_2O_3 = 5$.</p>
Баженовская свита		<p>Скв. 4021, пачка С₁. Кремнисто-глинистая, битуминозная порода, по напластованию скопление точечных стяжений пирита. Толщина 4-6 м. Сорг 42%, пирит 14%, $Fe/S = 0.6$, $SiO_2/Al_2O_3 = 6$.</p>
		<p>Скв. 4021, пачка Р₁. Прослой, обогащенный линзами пелитоморфного карбоната, ихтиодетритом, пиритом и остатками микрофауны. Толщина 3 м. Сорг 23%, пирит 5%, $Fe/S = 0.5$, $SiO_2/Al_2O_3 = 12$.</p>
		<p>Скв. 4021, пачка С₂. Глинисто-кремнисто-керогеновая порода с чешуйчатой структурой, пиритизированная. Толщина 4 м. Сорг 41%, пирит 3%, $Fe/S = 0.5$, $SiO_2/Al_2O_3 = 13$.</p>
		<p>Скв. 4021, пачка Р₂. Глинисто-керогено-кремнистая порода. Толщина 1 м. Сорг 22%, пирит 2%, $Fe/S = 0.5$, $SiO_2/Al_2O_3 = 30$.</p>
		<p>Скв. 4021, пачка Р₃. Радиолярит карбонатизированный, пиритизированный, битуминозный. Толщина 13-14 м. Сорг 24%, пирит 1%, $Fe/S = 0.5$, $SiO_2/Al_2O_3 = 15$.</p>
Георгиевская свита		<p>Скв. 4021, пачка Р₄. Аргиллит пиритизированный, глауконитовый. Толщина 3 м. Сорг н.о., пирит н.о. $Fe/S = 1.0$, $SiO_2/Al_2O_3 = 5$.</p>

Рис. 14. Сводный литолого-петрофизический разрез Айпимской площади, по данным [Федорцов и др., 2001].



предполагает приуроченность смены вещественного состава пород к определенному стратиграфическому уровню. Соответственно, границы свит, приуроченные к смене вещественного состава, так же предполагаются привязанными к определенному стратиграфическому уровню. Но новая редакция статьи V.3 “Стратиграфического кодекса” 1992 г. регламентирует: “Стратиграфические границы местных подразделений приурочены к изменениям вещественного состава пород по разрезу...”. При этом в тексте статьи отсутствует какая-либо ссылка на возраст – стратиграфический уровень границы. То есть, новая редакция снимает ограничение на возрастное скольжение литологических границ, к которым могут быть приурочены границы свит. Применительно, например, к ахской свите согласно СК-1992 достаточно будет указать, что ее подошвой является кровля регионально выдержанных битуминозных аргиллитов без указания стратиграфического уровня, на котором происходит это замещение. Выделение баженовской свиты также, по сути своей, остается без изменений.

Таким образом, формально “Кодекс” позволяет сохранить баженовскую свиту в ранге свиты. Новое понимание “баженовки” как объекта со значительным возрастным скольжением кровли можно подчеркнуть, добавлением к ее названию терминов свободного пользования: баженовская толща или баженовской формация [Карогодин и др., 1996].

Менее очевидное противоречие “Стратиграфическому кодексу” возникает при определении стратиграфических объемов свит, выделенных в покровной части неокома и имеющих по стратотипическому описанию соответствующий “покровный” облик (ванденская и усть-балыкская свиты). Дилемма: следует ли показывать нижнюю границу свиты совпадающей с границей раздела покровного и клиноформного комплексов – регионального замещения покровных пластов или же включать в объем свиты клиноформные продолжения покровных песчаных пластов. Для максимального сохранения таксономии нижнемеловых отложений авторы пошли по пути включения в объемы “покровных” свит клиноформных продолжений их пластов и пачек вплоть до границ литолого-стратиграфических районов. Это привело к тому, что дополненные “покровные” свиты оказались кое-где залегающими непосредственно над баженовскими битуминозными аргиллитами. Так, например, в западной части Вартовского района самотлорская пачка, ограничивающая ванденскую свиту, снизу “ныряет” в битуминозные аргиллиты. И клиноформные аналоги пластов БВ_к–БВ_н, входящие в ванденскую свиту, оказываются непосредственно залегающими над битуминозными аргиллитами баженовской формации в полосе шириной около 30 км.

Возможно, на переходный период разумно сохранить все существующие наименования неокомских свит, объединив все “небитуминозные” свиты в мегонско-вартовскую серию на всей территории развития неокомских клиноформ. Здесь мы имеем в виду то, что практически стратификация неокомских отложений

реально строится на названиях имен глинистых пачек или индексах пластов, ограничивающих рассматриваемый интервал сверху и снизу. Этого более чем достаточно, для обеспечения взаимопонимания и картируемости выделенных таким образом интервалов разреза: кровля и подошва картируемы по определению, а область определения – границы совместного существования кровельного и подошвенного объектов. Присвоение некоторым из таких интервалов дополнительных собственных имен (названий неокомских свит) дань традиции, а не практическая надобность.

Заключение

Проблема отображения на региональной стратиграфической схеме клиноформного комплекса есть отражение существующего кризиса региональной стратиграфии. Кризис начался в 1974 г. с момента опубликования А.Л. Наумовым модели бокового накопления осадков неокома Западной Сибири [Наумов и др., 1977]. К этому времени в основном завершилось построение борреальной биостратиграфической шкалы мезозоя в целом, региональных и местных биостратиграфических шкал Западно-Сибирского бассейна, в частности [Региональные схемы..., 1991]. Уместно уточнить, что региональная и местные шкалы разрабатывались на основе согласования биостратиграфических данных с существовавшей плоскопараллельной моделью осадочного бассейна. Макрокосослоистая модель А.Л. Наумова опиралась да и могла опираться “только” на данные сеймостратиграфии и бурения, так как противоречила принятым биостратиграфическим определениям возрастов по таксономии, согласованной с плоскопараллельной моделью. Положение усугублялось скудостью фаунистических находок по низам неокома в центральных районах провинции. Через два десятилетия выяснилось, что клиноформная или “наумовская” модель неокома постепенно стала общепринятой среди производственных организаций и практикующих геологов. “Шагающей не в ногу, выбивающейся из ряда”, оказалась уже биостратиграфия, несмотря на ее систематический, продвинутый научный аппарат и многолетнее доминирование биостратиграфических данных во всех спорных вопросах региональной стратиграфии.

В данной статье мы ставили своей целью выполнить достаточно строгое и полное седиментологическое изложение макрокосослоистой модели позднеюрско-неокомских отложений Западно-Сибирского бассейна с позиций современной морской геологии. “Общие представления геологов о древнем литогенезе на каждой ступени развития литологии определялись в конце концов суммой знаний о современном осадконакоплении” [Рейнек, Сингх, 1981, с. 276]. Заведомая оторванность построений от существующей биостратиграфической основы делает их открытыми как для всестороннего анализа и критики, так и для использования в эталонировании биостратиграфических шкал при их возможной ревизии. А необходимость такой ревизии давно назрела [Нежданов и др., 1992].

Литература

- Батурин Г.Н.** Уран в современном морском осадкообразовании. М.: Атомиздат, 1975. 152 с.
- Белоусов С.Л., Гришкевич В.Ф., Елисеев В.Г.** Предложения по уточнению региональной стратиграфической схемы мезозойских отложений Западно-Сибирской равнины (Ханты-Мансийский автономный округ и сопредельные территории) // Геология нефти и газа. 2001. № 2. С. 57–62.
- Бембель Р.М.** Высокорастворяющая объемная сейсморастворка. Новосибирск: Наука, 1991. 152 с.
- Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др.** Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтегазоносность). Новосибирск: Наука, 1986. 216 с.
- Головкинский Н.А.** О Пермской формации в центральных частях Камско-Волжского бассейна // Материалы для геологии России. Т. 1. С.-Пб., 1869. С. 273–408.
- Гришкевич В.Ф.** Динамическое обоснование рабочего объема нефтегазоносных резервуаров. // Молекулярная геохимия нефтегазоносных отложений Западной Сибири // Тр. ЗапСибНИГНИ. Вып. 174. Тюмень, 1982. С. 109–113.
- Гришкевич В.Ф., Лагутина С.В.** Информационно-функциональная модель автоматизированного каталога литолого-стратиграфических разбивок. // Математические методы прогнозирования нефтегазоносности в Западной Сибири. Тр. ЗапСибНИГНИ. 1988. С. 131–140.
- Гришкевич В.Ф.** Макет мезозойских отложений центральных районов Западно-Сибирской равнины и его теоретическое обоснование // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа. (Четвертая научно-практическая конференция) / Под ред. Карасева В.А., Ахпателова Э.А., Волкова В.А. Ханты-Мансийск, 2001. С. 130–142.
- Гурари Ф.Г., Вайц Э.Я., Меленевский В.Н. и др.** Условия формирования и методик поиска залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты. М.: Недра, 1988. 199 с.
- Гуревич А.Е., Капченко Л.Н., Кругликов Н.И.** Теоретические основы нефтяной гидрогеологии. Л.: Недра, 1972. 272 с.
- Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Меленевский В.Н., Давыдов Д.Ю.** О двух вещественно-генетических типах черных сланцев баженовской свиты // Докл. РАН Геохимия, 1999. Т. 368. № 1. С. 91–94.
- Зверев К.В., Казаненков В.А.** Седиментогенез отложений ачимовской толщи Северного Приобья. // Геология и геофизика, 2001. Т. 40, № 8. С. 12–23.
- Карогодин Ю.Н., Ершов С.В., Сафонов В.С. и др.** Приобская нефтеносная зона: системно-литмологический аспект. Новосибирск. Изд-во СО РАН. НИЦ ОИГГМ. 1996. 252 с.
- Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Рыльков В.А., Ершов С.В.** Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокма (системно-литмологический подход). Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2000. 200 с.
- Конторович А.Э.** Формы миграции элементов в реках гумидной зоны: по материалам Западной Сибири и других районов // Геохимия осадочных пород и руд. М.: Наука, 1968. С. 88–101.
- Кулахметов Н.Х., Никитин В.М., Ясевич Г.С., Валицкий Ю.И.** Особенности корреляции шельфовых отложений неокма Среднего Приобья с использованием сейсморастворки МОВ ОГТ // Геология нефти и газа. 1983. № 5. С. 44–48.
- Курсин С.В., Наумов А.Л., Онищук Т.М.** Особенности строения отложений баженовской свиты на площадях Среднего Приобья // Проблемы нефти и газа Тюмени. Вып. 61. Тюмень, 1984. С. 6–9.
- Лисицын А.П.** Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. М.: Наука, 1988. 309 с.
- Лисицын А.П., Шевченко В.П., Виноградов М.Е. и др.** Потоки осадочного вещества в Карском море и в эстуариях Оби и Енисея // Океанология, 1994. Т. 34. № 5. С. 748–758.
- Лисицын А.П., Шевченко В.П., Буренков В.И.** Гидрооптика и взвесь арктических морей // Оптика атмосферы и океана. 2000. Т. 13, № 1. С. 70–79.
- Лисицын А.П.** Литология литосферных плит // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 4. С. 522–559.
- Лукашин В.Н., Люцарев С.В., Краснюк А.Д. и др.** Взвешенное вещество в эстуариях Оби и Енисея (по материалам 28 рейса НИС "Академик Борис Петров") // Геохимия. 2000. № 12. С. 1329–1345.
- Мельников Н.В., Ухлова Г.Д.** Строение неокма (группа пластов БС) в западной части Сургутского свода // Стратиграфия и палеонтология Сибири. Новосибирск. 2000. С. 157–164.
- Мкртчян О.М., Трусов Л.Л., Белкин Л.М., Дёгтев В.А.** Сейсмогеологический анализ нефтегазоносности отложений Западной Сибири. М.: Наука. 1987. 126 с.
- Мкртчян О.М., Гребнева И.Л., Игошкин В.П. и др.** Сейсмогеологическое изучение клиноформных отложений Среднего Приобья. М.: Наука. 1990. 108 с.
- Наумов А.Л., Онищук Т.М., Биншток М.М.** Особенности формирования разреза неокмских отложений Среднего Приобья // Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири. Тюмень, 1977. С. 39–49.
- А.А. Нежданов, В.В. Огибенин, А.Н. Батурин и др.** Сейсмогеологический прогноз и картирование неантиклинальных ловушек, залежей нефти и газа в Западной Сибири // Обзор ВИЭМС. Сер. Разведочная геофизика. М.: МГП Геоинформмарк, 1992. Ч. 1. 99 с.; Ч. 2. 101 с.
- Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А., Горбунов С.А.** Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. М.: Издательство Академии горных наук, 2000. 247 с.
- Нефтегазоносность глинистых пород Западной Сибири.** Мин-во геологии РСФСР, ЗапСибНИГНИ. М.: Недра, 1987. 256 с.
- Обстановки осадконакопления и фации:** В 2-х т. Т.1: Пер. с англ. / Под ред. Х. Рединга. М.: Мир, 1990. 352 с.

Плавник Г.И., Толубаева Г.Е., Олейник Е.В. Исследование строения и перспектив нефтегазоносности ачимовской толщи // Вест. недропользователя ХМАО, Ханты-Мансийск, 1999. № 4. С. 39–47.

Региональные стратиграфические схемы мезозойских отложений Западно-Сибирской равнины. Тюмень, 1991.

Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных классических осадков) / Пер. с англ. М.: Недра, 1981. 439 с.

Страхов Н.М. Развитие литогенетических идей в России и СССР. М.: Наука, 1971. 597 с.

Страхов Н.М. Осадконакопление в современных водоемах. Избр. Тр. М.: Наука, 1993. 392 с.

Стратиграфический кодекс СССР / Отв. ред. Жамойда А.И. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 80 с.

Стратиграфический кодекс / Отв. ред. Жамойда А.И. С.-Пб.: ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.

Трофимук А.А., Конторович А.Э. Некоторые вопросы теории органического происхождения нефти и проблема диагностики нефтепроизводящих толщ // Геология и геофизика. 1965. № 12. С. 3–14.

Федорцов И.В., Коровина Т.А., Кропотова Е.П. и др. Особенности вещественного состава пород баженновской свиты на Айпимской площади в зонах перспективной продуктивности // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа. (Четвертая научно-практическая конференция) / Под ред. Карасева В.А., Ахпателова Э.А., Волкова В.А. Ханты-Мансийск, 2001. С. 220–230.

Филиппов Б.В. Типы природных резервуаров нефти и газа. Л.: Недра, 1967. 124 с.

Филиппович Ю.В. Типы и механизмы формирования аномальных разрезов баженновского горизонта и ачимовской толщи // Вестник недропользователя ХМАО. Ханты-Мансийск. 1999. № 4. С. 30–34.

Шериф Р.Е., Грегори А.П., Вейл П.Р. и др. Сейсмическая стратиграфия. М.: Мир, 1982. 840 с.

Шюф Т.Дж. Палеоокеанология. М.: Мир, 1982. 312 с.

Lisitzin A.P. The continental-ocean boundary as marginal filter in the World ocean // Biogeochemical Cycling and Sediment Ecology. Kluwer Academic Publishers, 1999. P. 69–103.

Shevchenko V.P., Lisitzin A.P., Zernova V.V. et al. Vertical particle fluxes in seas of Western Russian Arctic // Humanity and the world ocean: Independence at the Dawn of the New Millenium. PACON International, 2000. P. 239–249.



Гришкевич Владимир Филиппович –

кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией стратиграфических баз данных. Основные научные интересы – прогноз нефтегазоносности, прикладная стратиграфия региона и системы обработки геолого-геофизических данных.

E-mail: grishkevich@ccru.tmn.ru



ПРОБЛЕМА КОРРЕЛЯЦИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (БЕЗ СЕНОМАНА) СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С.Е. АГАЛАКОВ*, Ю.В. БРАДУЧАН**

* ИГНГ СО РАН, ** ЗапСибНИГН

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 01-05-65180, 02-06-80517



Особенности строения турон-сантонских отложений обусловлены существенным сокращением их мощности в направлении с востока на запад вследствие недокомпенсации.

Отложения, обособляемые в Тазовском районе в газсалинскую пачку, образуют единое геологическое тело с ипатовской свитой. В зоне перехода от Тазовского типа разреза к Туруханскому и Усть-Енисейскому выделяется еще один песчано-алеврито-глинистый перспективный резервуар, названный русско-реченской толщей.

Кремнистый репер, выделяемый в верхах нижнеберезовских образований либо нельзя считать изохронным, либо следует пересмотреть существующие палеонтологические определения.

Ключевые слова: турон-сантонские, недокомпенсация, газсалинская пачка, ипатовская свита, русско-реченская толща, кремнистый репер, нижнеберезовские образования.

Состояние, актуальность и решаемая задача

Крупные обобщающие работы по верхнему мелу последний раз проводились в 1964 г. Причиной этому стали сравнительно низкие оценки перспектив нефтегазоносности надсеноманских отложений и представление о чрезвычайной простоте строения верхнего мела Западной Сибири.

Кернового материала с тех пор появилось сравнительно мало. Исследовался он главным образом с точки зрения возрастной датировки вмещающих толщ, что позволяло З.И. Булатовой, Э.Н. Кисельман, Ф.В. Киприяновой, В.М. Подобиной, М.И. Таначевой и другим специалистам совершенствовать диагностику различных палеонтологических ассоциаций и уточнять стратиграфическую приуроченность местных подразделений.

Другая группа исследователей развивала представления о геологическом строении верхнемеловых отложений посредством составления схем корреляции материалов ГИС. Это в основном представители ЗапСибНИГНИ Н.Х. Кулахметов, М.И. Мишульский, В.Г. Елисеев и др.

Третье направление исследований – изучение разрезов верхнего мела по коренным выходам на Гыданском полуострове и в Усть-Енисейском районе – осуществлялось в конце 80-х годов группой Новосибирских ученых под руководством В.А. Захарова.

Но один из подходов не способен решить всех проблем, тем более что фактический материал сильно рассредоточен по территории и зачастую выявлен в различных подразделениях. Отсутствие комплексного подхода привело к появлению множества вопросов. В частности, в настоящей статье рассматриваются вопросы взаимоотношений стратиграфических подразде-

лений различных типов разреза турон-сантонского возраста:

- поведение хэяхинской пачки (опоки и кремнистые глины в кровле нижнеберезовской подсвиты);
- соотношение между березовской, часельской и ипатовской свитами (в существующей стратиграфической схеме ипатовские образования параллелизуются с нижнеберезовской, (нижнечасельской) подсвитой, и кровли их совмещены с границей сантонского и кампанского ярусов);
- соотношение между ипатовской свитой и газсалинской пачкой кузнецовской свиты. Согласно ныне действующей схеме, эти два резервуара имеют разный возраст и располагаются один над другим.

Методика

Для реализации задачи построено девять схем корреляции турон-сантонских отложений с использованием порядка 300 скважин (рис. 1). Схемы корреляции строились на основании разработанных для каждого фациального района геофизических образов стратиграфических подразделений с использованием данных по литологии и возрастным определениям.

Для построений выбирались скважины с имеющимися палеонтологическими определениями. Была предпринята попытка пересмотра и уточнения палеонтологических определений шестидесятых годов с учетом современных представлений. Для более надежной привязки фауны и выявления взаимоотношений различных подразделений, сопоставление разрезов проводилось с помощью рабочих корреляций, выполненных графическим способом по замкнутому контуру.

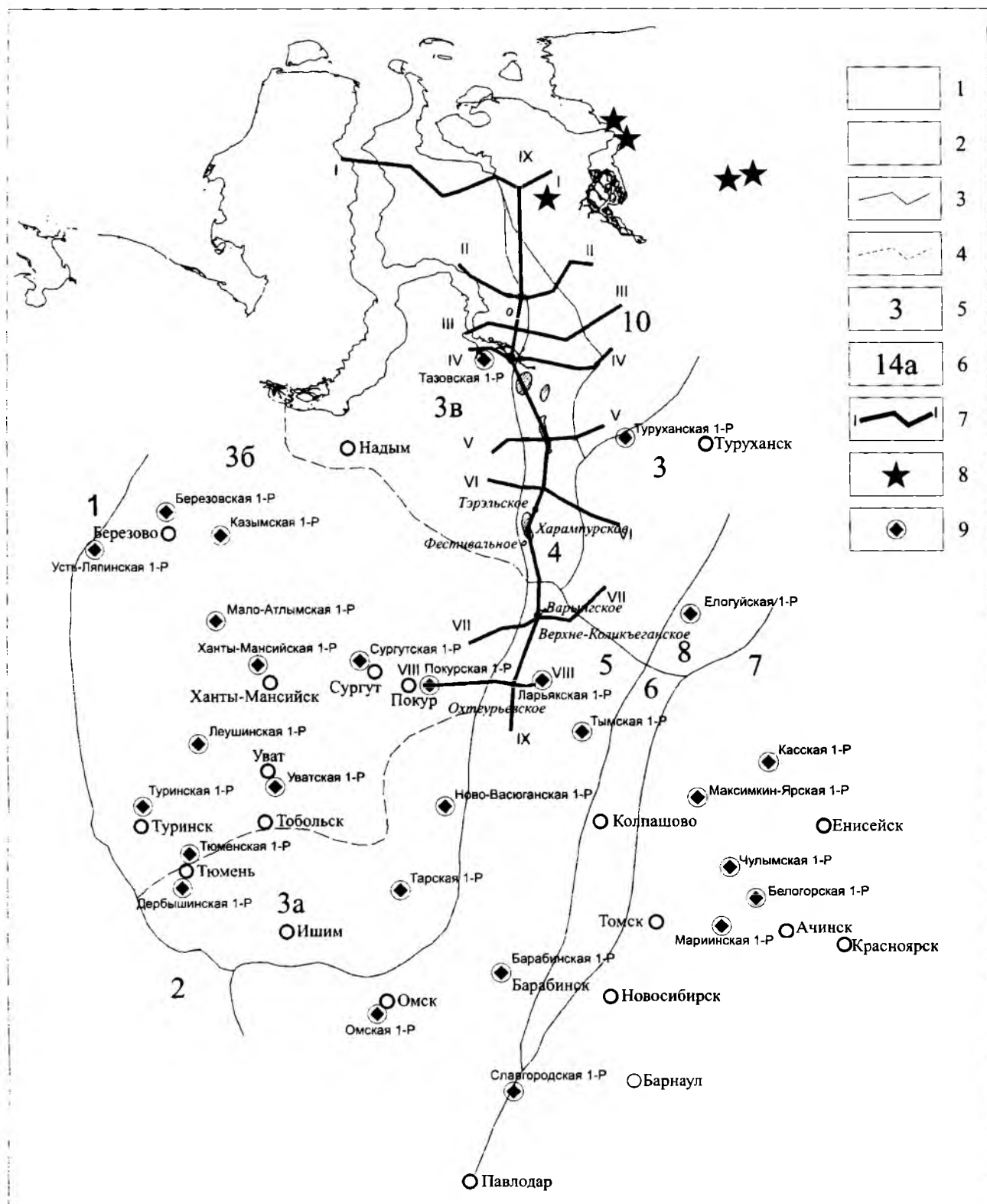


Рис. 1. Схема районирования верхнемеловых отложений Западно-Сибирской равнины.

1 – обрамление, 2 – граница распространения верхнемеловых отложений, 3 – граница района, 4 – граница подрайона, 5 – район, 6 – подрайон, 7 – расположение схем корреляции, 8 – выходы верхнемеловых пород, 9 – опорные скважины

Районы и подрайоны: 1 – Полярное и Приполярное Зауралье, 2 – Северное, Среднее и Южное Зауралье, 3 – Ямало-Тюменский, 3а – Тюменско-Васюганский, 3б – Березово-Вартовский, 3в – Ямало-Уренгойский, 4 – Тазовский, 5 – Омско-Ларьякский, 6 – Колпашевский, 7 – Кулундино-Чулымо-Енисейский, 8 – Елогуйский, 9 – Туруханский, 10 – Усть-Енисейский.

Особое значение придавалось прослеживанию реперных границ, в качестве которых использовались граница уватского и кузнецовского горизонтов, соответствующая границе сеноманского и туронского ярусов, а также репер в кровле нижеберезовской (нижнечасельской) подсвиты, соответствующий границе сантона и кампана (по Н.Х. Кулахметову – хяхинская пачка).

В силу сложности опознавания по каротажу кровли кузнецовской свиты она не привлекалась в качестве реперной границы, а служила объектом исследований.

Подошва изучаемого интервала – первая реперная граница

Кровля уватского горизонта уверенно выделяется как по керну, так и на диаграммах ГИС в центральных и западных районах Западной Сибири, где быстрая обширная трансгрессия привела к резкой смене литологического состава пород. В связи с этим мы получили на диаграммах спонтанной поляризации (ПС) легко коррелируемый переход от континентальных и мелководно-морских отложений сеномана к глубоководным глинам турона.

В восточных районах задача выделения кровли уватского горизонта решается не столь однозначно и требует помимо материалов ГИС более углубленного изучения литологии кернового материала и возрастных палеонтологических определений. Так, в Усть-Енисейском районе в кровле уватского горизонта (долганская свита) залегают породы с большей долей глинистого материала, которые не всегда четко выделяются по ГИС от глин дорожковской свиты. В более южных районах (Туруханский, Елогуйский, Колпашевский) в направлении на восток региона морские отложения кузнецовской и дорожковской свит становятся все более мелководными, постепенно опесчаниваются и все менее отличаются от подстилающих континентальных отложений сеномана.

Кровля сантона – электрокаротажный, литологический и сейсмический репер «С»

Проблема выделения электрокаротажного репера в кровле нижеберезовской свиты имеет принципиальный характер, так как в результате наших исследований его положение в разрезе восточных районов отличается от зафиксированного в Региональной стратиграфической схеме (РСС–91).

Литология. Детально керн изучался в опорных скважинах, пробуренных в 50–60 годах – это Березовская скважина в западной части региона, Уватская, Ханты-Мансийская, Сургутская и Покурская скважины в центре Западной Сибири, Ларьякская, Тымская, Туруханская и Елогуйская скважины на востоке.

В опорных скважинах Широкого Приобья керн в кровле нижеберезовской подсвиты представлен почти чистыми опоками, переходящими ниже по разрезу в глинистые опоки и опоковидные глины.

В Сургутской опорной скважине [Нестеров, 1964] керн нижеберезовской подсвиты представлен светло-серыми опоками с аморфной структурой. Основная масса состоит из аморфного кремнезема с примесью глинистого вещества. Встречаются алевроитистые опоки с мелкими обломками кварца диаметром 0,01–0,05 мм. Средний медианный диаметр опок равен 0,003 мм, коэффициент отсортированности 1,76. В кровле и подошве свиты залегают трещиноватые разности опок. Трещины наклонены к горизонту под углом 10–70°. Штриховка в трещинах всегда параллельна линии падения. С трещиноватыми опоками связана характерная “узурчатая” текстура пород, представляющая собой сетчатое или полосчатое чередование светлых и темных разностей опок. При этом полосы, как правило, ориентированы параллельно трещинам.

В Покурской Уватской и Березовской скважинах [Алферов, 1961; Боярских, 1962; Дряхлова, 1961] керн нижеберезовской подсвиты описан как светло-серые и пепельно-серые опоки с острым занозистым изломом, легкие, бесструктурные, брекчированные, с зеркалами скольжения. В шлифе опока состоит из криптокристаллического опала содержащего тонкодисперсную примесь глинистых и известковых частиц.

В более северных районах целенаправленного изучения пород нижеберезовской подсвиты не проводилось. Однако при изучении сеноманских газовых залежей на Русском, Заполярном, Тазовском месторождениях залегающие выше по разрезу глины изучались в качестве экрана.

По данным скв. 20 Заполярной площади кровлю подсвиты составляет хорошо выдержанный по площади пласт темно-серых, почти черных, плотных, крепких, сильно кремнистых пород толщиной до 20 м. Содержание кремнезема в них достигает 90 %. Глинистая часть, представленная гидрослюдой и монтмориллонитом, составляет 3–5 %. Отмечаются редкие зерна пирита и глауконита.

Аналогично описание этого интервала для скв. 7 Тазовской площади. Глины почти черные, преимущественно опоковидные со слабым зеленоватым оттенком, очень плотные и крепкие с большой примесью аморфного опала и небольшим содержанием глауконита.

На севере региона по результатам изучения коренных выходов верхнемеловых пород на р. Танама [Захаров, 1986] описана пачка глин опоковидных, мелкооскольчатых, хрупких, твердых, остроугольных. Цвет пачки в сухом виде светло-серый, в сыром – темно-серый, мощность – до 13 м. Возраст пачки датируется границей сантона и кампана, что позволяет коррелировать ее с кровлей нижеберезовской подсвиты [Решение..., 1991].

В районе Губкинского и Комсомольского месторождений породы являются переходными от опок Широкого Приобья к кремнистым глинам Севера. Керн из кровли нижеберезовской свиты Губкинской площади (скв. 40) описан как аргиллит темно-серый, почти черный, очень слабый, с тонкой чешуйчатой отдельностью, либо как опока глинистая.

В Елогуйской и Туруханской скважинах на востоке региона в описании керна этого интервала разреза опо-

ки не отмечены, в Ларьякской скважине в пределах репера выделен двухметровый прослой опок. Таким образом, в восточном направлении опоки постепенно замещаются глинами, которые, еще далее на восток опесчаниваются и теряют свои реперные свойства.

Геофизический образ репера. Рассматриваемый репер однозначно выделяется зоной повышенных сопротивлений на кривых кажущегося сопротивления (КС) и небольших отрицательных значений ПС, по материалам ГИС, практически на всей территории развития верхнемеловых отложений. Однако амплитуда этих аномалий на наиболее распространенных электрокаротажных диаграммах стандартного каротажа видоизменяется в различных районах в зависимости от литологических особенностей строения. Так, опоки обладают коллекторскими свойствами, и в районах их развития репер выделяется значительной аномалией кривой ПС, а аномалия на кривой КС зависит от характера их насыщения. На севере региона кремнистые глины не дают аномалии ПС, но их кажущееся сопротивление достигает 25–30 Ом·м при 3–5 Ом·м для вмещающих пород. В восточном направлении постепенно снижается количество кремнистой составляющей в составе пород и закономерно уменьшается амплитуда аномалий.

Менее известной и используемой при корреляциях, однако более устойчивой и ярко выраженной характеристикой репера является аномально низкая естественная радиоактивность (метод ГК) и водородосодержание (методы нейтронного каротажа НГК, НКТ).

На временных сейсмических разрезах репер выражен отраженной волной повышенной амплитуды и нередко двухфазной. В практике сейсморазведочных работ ему присвоено обозначение «С».

Прослеживание репера в Омско-Ларьякском районе

При расчленении верхнемеловых отложений Вахского и более северных районов было обращено внимание, что внутри славгородской свиты на диаграммах стандартного каротажа выделяется репер, напоминающий таковой в верхах нижнеберезовской подсвиты. Репер проходит на 35–40 м выше подошвы славгородской свиты на Назинской площади, в северном направлении эта величина возрастает, достигая 50–60 м в районе Бахиловского месторождения (рис. 2).

Именно этот последний репер был сопоставлен с верхами нижнеберезовской подсвиты, кровля которой совмещена с подошвой кампанского яруса. Наличие кампанского комплекса фораминифер в основании верхнеберезовской подсвиты Локосовской скв. 31 (Нижнемысовская параметрическая скв. 1) и широкое распространение фораминиферовой ассоциации коньяк-сантона в нижнеберезовской подсвите, вплоть до ее кровли, установленной в Покурской скв. 1–ОП, надежно определяют границу сантонского и кампанского ярусов, совпадающей с разделом двух подсвит.

Отсюда напрашивается вывод, что на значительной территории кровля ипатовской свиты не совпадает с таковой сантонского яруса, как это принято в ныне дей-

ствующей стратиграфической схеме верхнемеловых отложений, а проходит внутри его и лишь на востоке, в районе Верхне-Сабунской и Восточно-Сабунской площадей вследствие фациального наращивания приближается к ней.

Этот вывод предопределяет необходимость изменить датировку славгородской свиты. Если по схеме она относилась к кампану, то сейчас ее возрастной диапазон расширился – частично поздний сантон–кампан. Уточнения, возникшие в процессе проведенных построений, позволяют расчленить славгородскую свиту на две подсвиты. Нижняя характеризуется наличием кремнистой составляющей в виде прослоев опок и опоквидных глин, приуроченных в основном к нижнеберезовскому маркирующему горизонту, поверхность которого и ограничена нижней подсвитой. Ее возраст – поздний сантон (частично). Мощность 35–60 м. Верхняя подсвита практически лишена кремнистого материала, единичные маломощные прослои, встречаемые в ней, рассредоточены по разрезу, не образуя заметных концентраций. Возраст ее кампанский.

На основании вышеизложенного Ю. В. Брадучан [2000], предлагает упразднить ипатовский и славгородской горизонты, а вместо них выделить единый березовский горизонт с двумя подгоризонтами: нижний, соответствующий нижнеберезовской, а верхний – верхнеберезовской подсвитам, т.е. так, как это было в стратиграфической схеме 1967 г.

Репер в Усть-Енисейском районе

Для анализа поведения репера в Усть-Енисейском районе был построен ряд схем корреляции материалов ГИС, включая стандартный и радиоактивный каротажи от Тазовской, Юрхаровской, Антипаютинской площадей на западе к Лодочной, Мессояхской, Пайяхской, Казанцевской на северо-востоке. Основные выводы заключаются в следующем:

- вблизи границы сантона и кампана четко коррелируются по всей исследуемой территории четыре пачки (рис. 3), в качестве репера различные исследователи принимают пачку с наиболее ярко выраженными геофизическими характеристиками – вторую, иногда объединяя ее с первой или третьей;
- границу сантона и кампана проводят чаще всего по кровле пачки 2, иногда по кровле пачки 3 [Кулахметов, 1977];
- в Усть-Енисейском районе репер четко обособляется по кривым радиоактивного каротажа в подошве глин салпадинской свиты, что соответствует ее литологическому описанию (глины опоквидные), однако, по существующим представлениям, имеет кампанский возраст [Решение..., 1991]. Такой же возрастной датировки придерживается В. А. Захаров с коллегами [Захаров, 1986] в отношении опоквидных глин в коренных выходах верхнемеловых пород.

Таким образом, на сегодняшний день существует проблема возраста репера: исследуемые кремнистые образования либо нельзя считать изохронными, либо следует пересмотреть существующие палеонтологические определения.

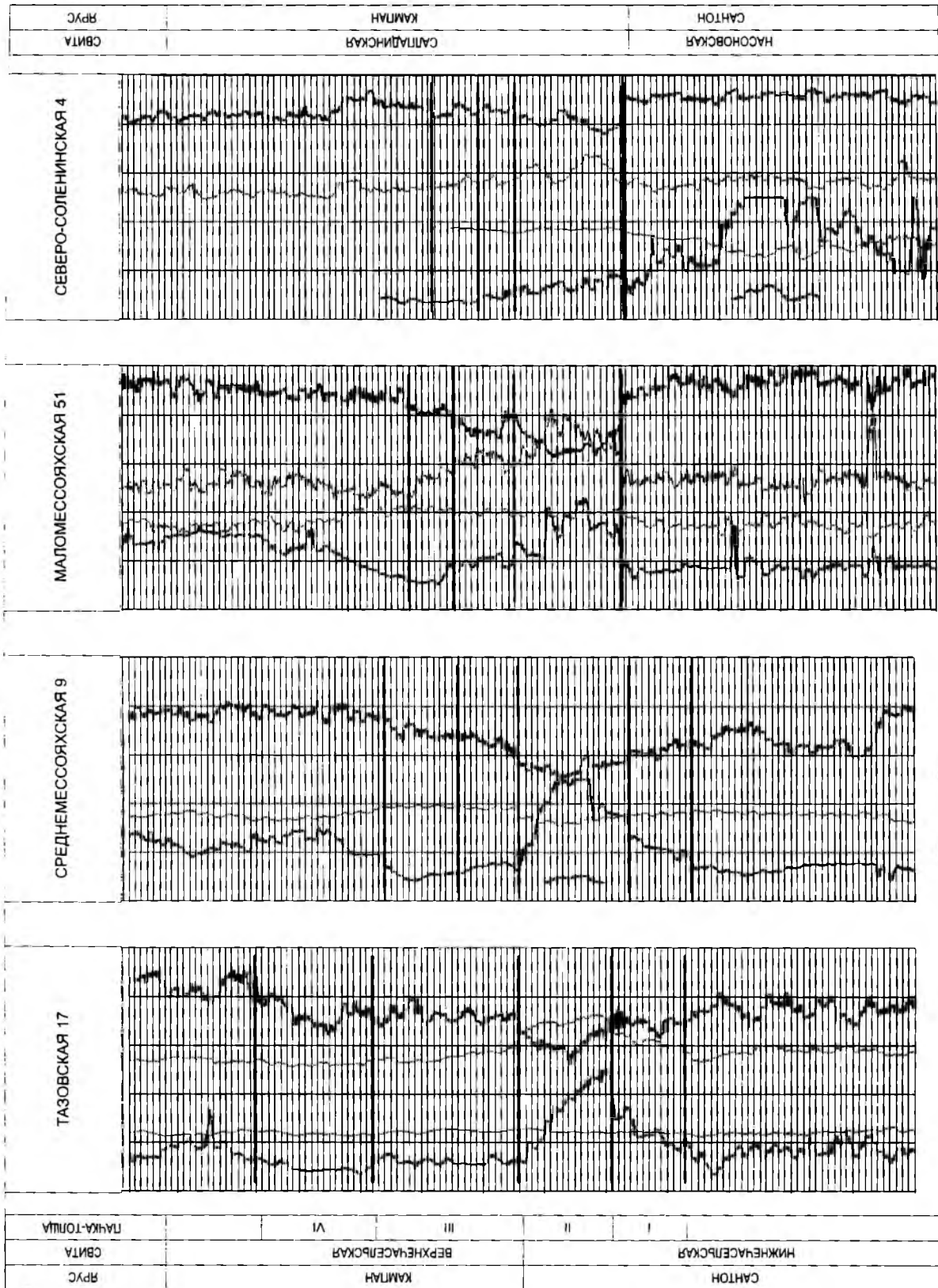


Рис. 3. Прослеживание поведения репера кремнистые глины по материалам ГИС.

Ипатовские образования и газсалинская пачка

Согласно РСС-90 [Решение..., 1991], ипатовская свита имеет коньяк-сантонский возраст и в районах сосуществования залегает над газсалинской пачкой коньякского возраста. Вместе с тем ряд исследователей [Галеркина, 1982; Кулахметов, 1998] высказывали мнение о том, что эти два стратиграфических подразделения образуют единый резервуар. Для решения этого вопроса были построены рабочие корреляции от Назинской площади в общем направлении на север по наиболее плотной сети скважин до Тазовской площади со стратотипом газсалинской пачки в скв. 3. Для использования палеонтологических данных, выявленных в скважинах, расположенных вне профиля корреляции проводились дополнительные сопоставления с выходом на основное направление корреляции. Всего проанализирована 151 скважина с максимально возможной точностью расчленения разрезов от подошвы кузнецовской свиты до репера С включительно. Фрагмент схемы корреляции представлен на рис. 2.

В результате проведенных построений выяснилось, что отложения, обособляемые в газсалинскую пачку и ипатовскую свиту, фактически, представляют собой единое геологическое тело. Таким образом, наметилось два вопроса, требующих изучения:

- противоречие между сопоставлением по литолого-геофизическим признакам и палеонтологическими датировками газсалинских образований;
- положение кровли кузнецовской свиты в разрезе и ее стратиграфическое положение относительно общей шкалы.

Русско-Реченская толща

Анализ схем корреляции широтного направления позволил определить, что в северных районах опесчанивание разреза в восточном направлении происходит иначе, чем на широте Омско-Ларьякского района. Здесь четко прослеживается два цикла осадконакопления, регрессивная часть нижнего цикла представлена газсалинской пачкой (рис. 4). В зоне перехода от Тазовского типа разреза к Туруханскому и Усть-Енисейскому выделяется еще один песчано-алеврито-глинистый перспективный резервуар, названный нами Русско-Реченской толщей (рис. 5). Распространена толща узкой полосой меридионального направления шириной до 80 км и протяженностью от Гыданского полуострова до северной части Омско-Ларьякского района. Западная граница распространения толщи обусловлена ее глинизацией, восточная – опесчаниванием глин, отделяющих ее от газсалинской пачки. Таким образом, в восточном направлении газсалинская пачка и Русско-Реченская толща объединяются с образованием насоновской (в Усть-Ени-

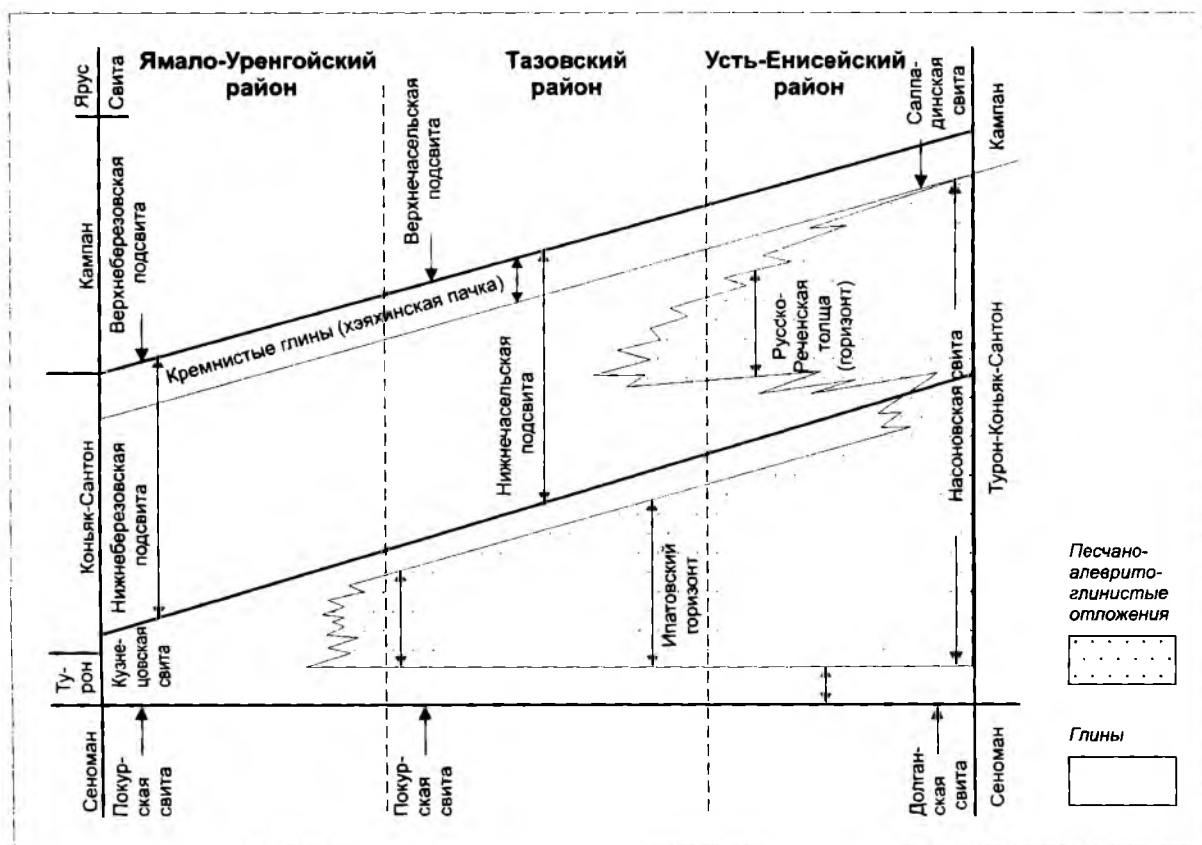


Рис.4. Схема строения турон-сантонских отложений в арктических районах Западной Сибири.

он не совпадает с кровлей ипатовских образований, как это принято в ныне действующей стратиграфической схеме, а проходит внутри славгородской свиты. Возрастная датировка самого репера и его объем нуждаются в уточнении.

2. В направлении с востока на запад происходит существенное сокращение мощности турон-сантонских отложений вследствие недокомпенсации. Геологическое строение отложений определяется двумя трансгрессивно-регрессивными циклами осадконакопления.

3. Установлено, что ипатовская свита и газсалинская пачка представляют собой единое геологическое тело. Тем самым выявлен новый нефтегазоносный горизонт. Он прослеживается от Карского моря до Казахского нагорья в виде меридианальной полосы протяженностью свыше 2000 км, пересекая всю Западную Сибирь между 78 и 82 градусами восточной долготы, а площадь распространения составляет около 300 тыс. км².

4. В зоне перехода от Тазовского типа разреза к Турханскому и Усть-Енисейскому выделяется еще один песчано-алеврито-глинистый перспективный резервуар, названный нами Русско-Реченской толщей. Возраст-сантон – определен по положению в разрезе.

5. Предлагается вместо ипатовского и славгородского горизонтов выделять один березовский с двумя подгоризонтами: нижним и верхним.

6. стратификация отложений относимых к турон-сантонскому ярусам, представляет собой сложную проблему и требует проведения обширных обобщающих исследований в целом по равнине.

Литература

Алферов Б.А., Пуртова С.И., Серебрякова З.Д., Ястребова Т.А. Опорные скважины СССР. Уватская опорная скважина (Тюменская область). Л.: ВНИГРИ, 1961. 91с.

Боярских Г.К., Никонов В.Ф., Прокопенко В.И. и др. Опорные скважины СССР. Березовская опорная скважина (Тюменская область). Л.: ВНИГРИ, 1962. 122 с.

Брадучан Ю.В. Стратиграфия турон-сантонских отложений восточной половины Западной Сибири // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока России. Томск, 2000. Т. 2. С. 366–367.

Галеркина С.Г., Алексейчик-Мицкевич Л.С. Козлова Г.Э., Стрельникова Н.И. Стратиграфия верхнемеловых отложений севера Западной Сибири // Сов. геология. 1982, №12. С. 77–95.

Дряхлова Е.А. и др. Опорные скважины СССР. Покурская опорная скважина (Тюменская область). Л.: ВНИГРИ, 1961. 112с.

Захаров В.А., Занин Ю.Н., Зверев К.В. и др. Стратиграфия верхнемеловых отложений Ссеверной Сибири (Усть-Енисейская впадина). Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1986. 82 с.

Кулахметов Н.Х., Мишульский М.И. Часельская свита (верхний коньяк–кампан). Тюмень. Тр. ЗапСибНИГНИ. Вып. 121, 1977.

Кулахметов Н.Х., Левинзон И.Л., Никулин Б.В. Новая нефтегазоносная толща в разрезе верхнего мела севера Западной Сибири // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Материалы научн. конф. Т. 1. Томск, ТГУ 1998. С. 88–91.

Нестеров И.И. и др. Опорные скважины СССР. Сургутская опорная скважина (Тюменская область). Л.: ВНИГРИ, 1964. 188 с.

Решения 5-го межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины. Тюмень, 1991.



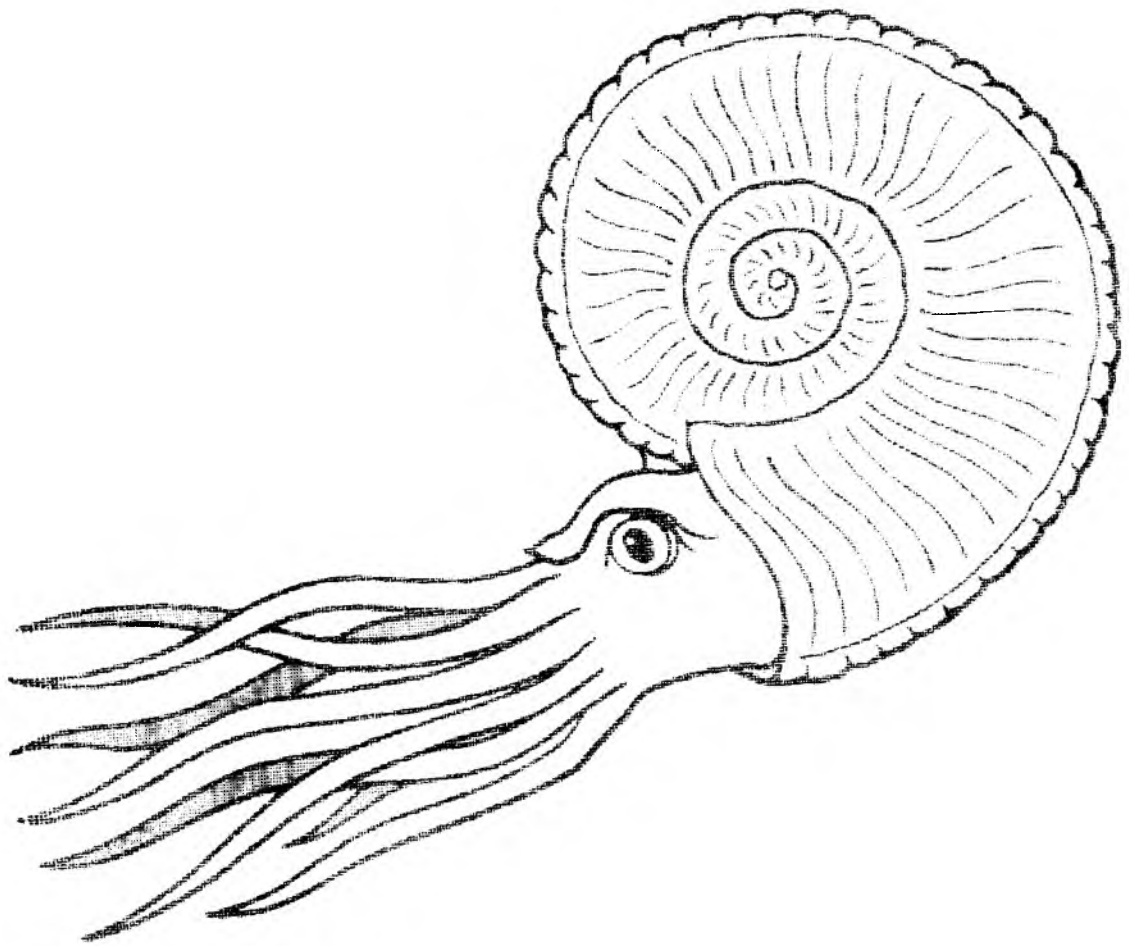
Агалаков Сергей Евгеньевич –

к.г.-м.н, с.н.с ЗСФ ИГНГ СО РАН, г.Тюмень, в 1983 г. окончил физфак Ленинградского государственного университета, область научных интересов – геология и нефтегазоносность послесеноманских отложений Западной Сибири, автор 20 научных работ.

Брадучан Юрий Владимирович –

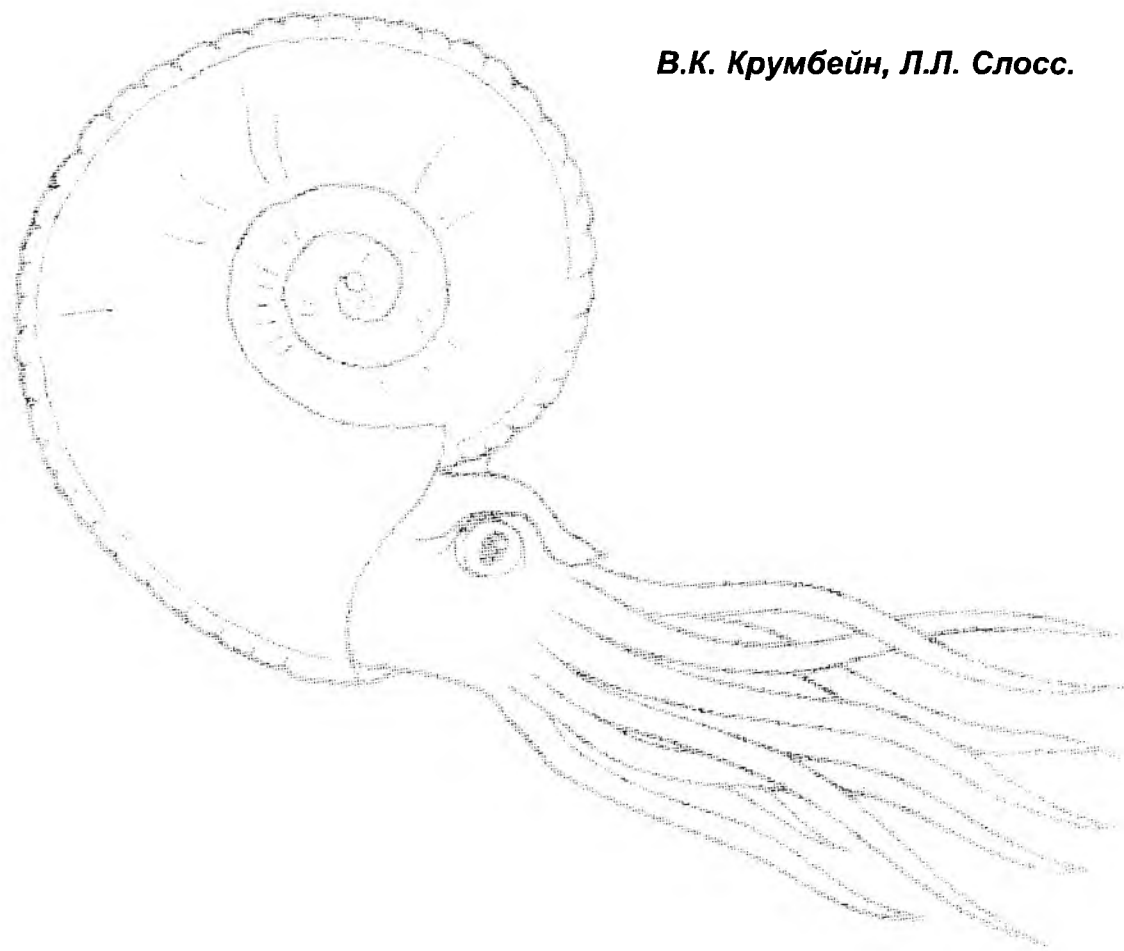
к.г.-м.н, зав.лаб. биостратиграфии ЗапСибНИГНИ ТюмГНГУ, в 1958 г. окончил геологический факультет Свердловского горного института, область научных интересов- стратиграфия юрских и меловых отложений Западной Сибири, автор более 100 научных работ.





**“Если будет установлено стратиграфическое положение наиболее
глубинной части данного цикла, это положение можно считать
эквивалентным по времени во всех скважинах”**

В.К. Крумбейн, Л.Л. Слосс.



СИСТЕМНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (БЕЗ СЕНОМАНА) ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю.Н. КАРОГОДИН

Новосибирский государственный университет

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 01-05-65180, 02-06-80517.



“Многие принципы и идеи чисто теоретического порядка находят прямое приложение к решению практических задач”.

В.К. Крумбейн, Л.Л. Слосс

В статье дан краткий обзор официально принятой (утвержденной) стратиграфической схемы верхнемеловых отложений (без сеномана) Западной Сибири. Отмечены ее недостатки и предложен на обсуждение вариант системно-стратиграфической модели, исключающий эти недостатки и противоречия. Данную модель стратиграфической схемы предлагается рассматривать в качестве примера реализации принципов системно-литмологической методологии.

Ключевые слова: *верхний мел, Западная Сибирь, системно-стратиграфическая модель, кризис региональной стратиграфии.*

Настоящая публикация является попыткой на конкретном примере верхнемеловых отложений показать недостатки официально принятой схемы и пути их устранения с использованием основных принципов **системного подхода** [Карогодин, 2000, 2001, 2001а]. Выход из кризисной ситуации бассейновой стратиграфии видится в активном, осознанном использовании системного подхода, системных принципов.

Верхнемеловые отложения (без сеномана) вместе с образованиями датского яруса палеогена (ранее относившимися также к верхнему мелу) на стратиграфической схеме 1991 г. выделены в *дербышинский надгоризонт* [Решения..., 1991], включающий четыре следующих горизонта (снизу вверх): *кузнецовский* (турон – отчасти нижний коньяк), *штатовский* (нижний коньяк-сантон), *славгородский* (кампан), *ганькинский* (отчасти верхний кампан-маастрихт-даний). В свою очередь, эти горизонты объединяют более 20 (!) свит.

Дербышинский надгоризонт (он же одноименная серия) имеет весьма важное практическое значение. Литологически он представлен преимущественно глинами мощностью до 700 м. Именно они являются экраном для залежей газа в подстилающих сеноманских отложениях, в том числе супергигантских – Уренгойского, Ямбургского и других крупнейших месторождений северных и арктических нефтегазоносных областей (НГО) Западной Сибири (ЗС).

В то же время в составе преимущественно глинистой *дербышинской серии* имеются достаточно мощные толщи слабо уплотненных песчаников, песков и алевролитов, содержащие промышленные залежи газа. До недавнего времени они не привлекали особого внима-

ния геологов. Оно было сосредоточено на гигантских и крупнейших залежах в нижележащих сеноманских отложениях. Однако по мере истощения запасов газа основных залежей встал вопрос о целесообразности разработки и менее крупных, в том числе и в газалин-ской пачке, на тех же месторождениях. В связи с этим возникла необходимость в решении целого комплекса вопросов по данному продуктивному горизонту, в том числе и подсчета ресурсов и запасов газа. Все это требует в качестве основы надежной детальной стратиграфии верхнемеловых отложений. Именно этим обусловлена важность создания их системно-стратиграфической (точнее литмостратиграфической) схемы.

Обсуждению предлагаемого варианта такой модели целесообразно предпослать краткую характеристику и анализ существующей схемы 1991 г.

Краткое описание взаимоотношения региональных и местных стратонов верхнего мела (без сеномана)

По схеме районирования верхнемеловых отложений ЗС выделяются десять районов и три подрайона (рис. 1): Полярное и Приполярное Зауралье, Северное, Среднее и Южное Зауралье, Ямальско-Тюменский, Тазовский, Омско-Ларьякский, Колпашевский, Кулундино-Чулымско-Енисейский, Елогуйский, Туруханский, Усть-Енисейский районы.

Эталонном *кузнецовского горизонта* является разрез одноименной свиты (турон – часть нижнего коньяка). Она выделяется в разрезах Ям а л ь с к о - Т ю - м е н с к о г о . Т а з о в с к о г о . О м с к о - Л а р ь я к с к о г о районо в ч а с т и С е -

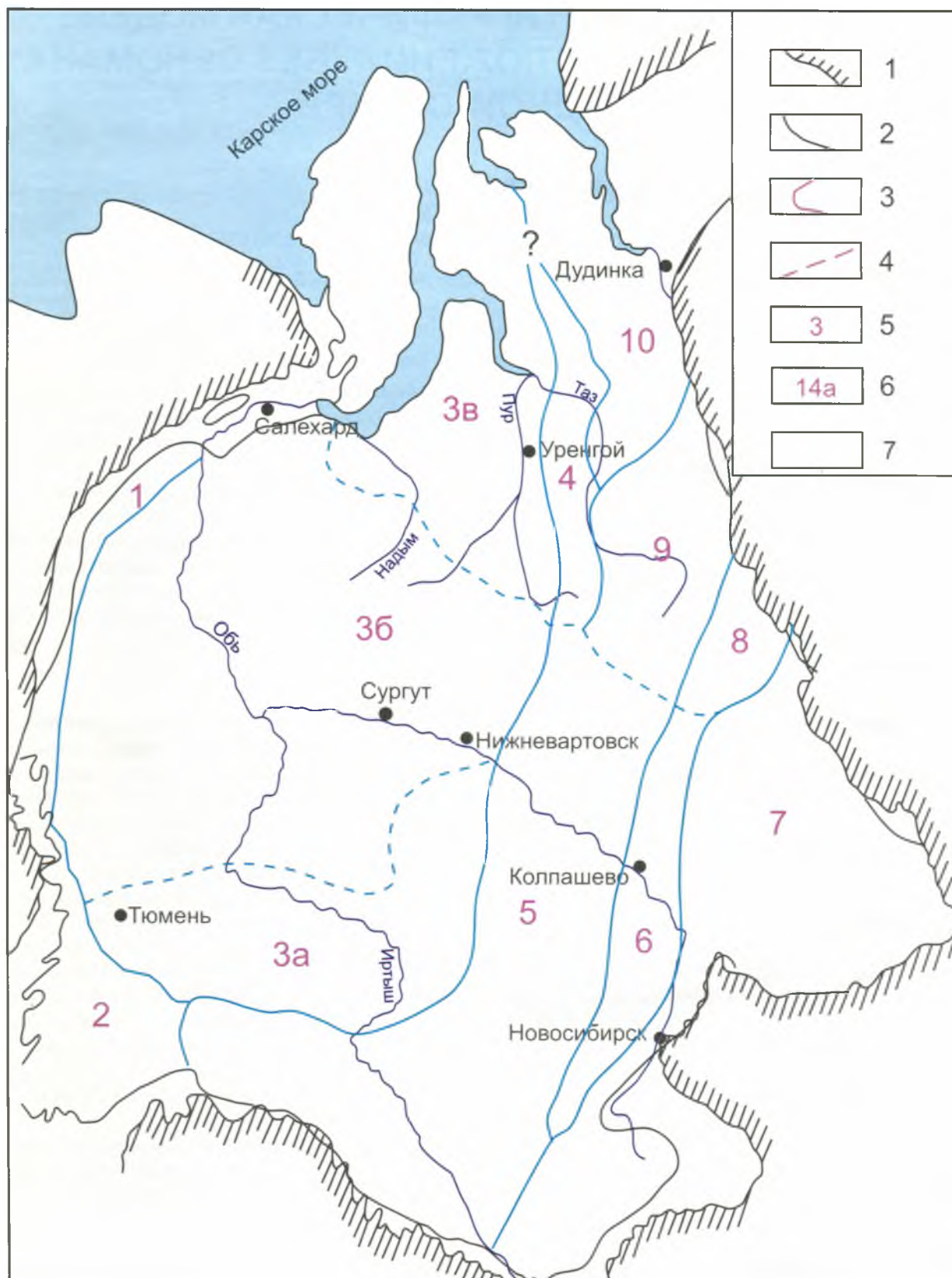


Рис. 1. Схема районирования турон-датских отложений Западно-Сибирской равнины (по Решения..., 1991).

1 - обрамление, 2 - граница распространения неокомских отложений, 3 - граница района, 4 - граница подрайона, 5 - район, 6 - подрайон, 7 - территория исследований.

Районы и подрайоны: 1 - Полярное и Приполярное Зауралье, 2 - Северное, Среднее и Южное Зауралье, 3 - Ямало-Тюменский, 3a - Тюменско-Васюганский, 3b - Березово-Вартковский, 3v - Ямало-Уренгойский, 4 - Тазовский, 5 - Омско-Ларьякский, 6 - Колпашевский, 7 - Кузундино-Чулым-Енисейский, 8 - Елогуйский, 9 - Туруханский, 10 - Усть-Енисейский.

[illegible]

Рис. 2 к стр. 83

верного, Среднего и Южного Зауралья. Наиболее дифференцированный её разрез в Тазовском районе в восточной части Ямальско-Уренгойского подрайона. Здесь в её составе выделено четыре пачки. Три пачки (1, 2 и 4) представлены глинами (от 5–10 до 60 м), отличающимися цветом и фаунистическими комплексами. Пачка 3 (газалинская) – пески и алевролиты (коллектор – 10–115 м) серо-зелёные глауконитовые.

В ряде разрезов Северного, Среднего и Южного Зауралья в качестве возрастного аналога *кузнецовской свиты* выделяется *мугайская свита* (до 30 м) переслаивания глин, алевролитов и песчаников. Снизу и сверху она ограничена несогласиями.

В Полярном и Приполярном Зауралье горизонт почти полностью отсутствует, и лишь пачка гидрослюдисто-каолиновых глин и суглинков небольшой мощности (8–10 м) сопоставляется с самыми низами турона. Она с размывом залегает на ханты-мансийской свите альба либо прямо на палеозойских породах фундамента.

В неполном объеме *кузнецовского горизонта* Кулундино-Чулымо-Енисейского и отчасти Колпашевского районов выделена соответствующая турону *верхнесимоновская подсвита* (20–200 м), лишь в Колпашевском районе частично приравниваемая полному объёму горизонта. Самая верхняя, коньякская часть *кузнецовского горизонта* в этих районах сопоставляется с нижней частью вышележащей *сымской* и *ипатовской свит*. По объёму она сопоставляется (условно) с верхней (четвёртой) пачкой *кузнецовской свиты*. В разрезах Елогуйского, Туруханского и Усть-Енисейского районов в объёме нижнего турона на схеме показана *дорожковская свита* глин и алевролитов (45–130 м). В первых двух районах к верхнему турону отнесена неопределённая по мощности нижняя часть *маргельтовской свиты* турон-сантона. В Усть-Енисейском районе – это пачка 1 глин и алевролитов (70–100 м) *насоновской свиты* (верхний турон-сантон).

Нижняя граница горизонта в большинстве районов на схеме показана волнистой линией, обозначающей стратиграфическое несогласие. В то же время в разрезах всех районов свиты под перерывом (*мысовская, покурская, уватская, марресалинская, леньковская, кийская, маковская, долганская* и др.) обозначены как сеноманские.

Эталоном *ипатовского горизонта* является *ипатовская свита* (60–150 м) коньяк-сантона, выделенная в разрезах Омско-Ларьякского и Колпашевского районов соскользящей (в Колпашевском районе) нижней границей до кровли турона (рис. 2).

В Тазовском районе объёму *ипатовского горизонта* соответствует *нижнечасельская подсвита* (60–195 м) коньяк-сантона с двумя пачками. В Ямальско-Тюменском районе

объёму этой подсвиты полностью соответствует *нижнеберёзовская подсвита* (60–195 м). В Кулундино-Чулымо-Енисейском районе – *нижнесымская подсвита* (110 м) с той лишь разницей, что её нижняя граница, как отмечалось выше, совмещена (условно) с кровлей турона.

В Северном, Среднем и Южном Зауралье стратиграфическим аналогом выше названных подсвит является ряд свит: *камышовская* (верхний, средний и отчасти нижний подъярусы коньяка мощностью 1–40 м), нижняя (в объёме сантона) подсвита *зайковской свиты* (до 200 м). На части территории данного района, на схеме в составе горизонта показана неопределённая по мощности часть *высокогорской свиты* общей мощностью 20–30 м. Её нижняя граница проходит несколько ниже подошвы (с вопросом) *зайковской* и *верхней границы камышовской свит*. В разрезе некоторой части района показано отсутствие верхней (сантонской) части горизонта (объём *нижнезайковской подсвиты*).

В Полярном и Приполярном Зауралье большей верхней части *ипатовского горизонта* (без ниже- и частично среднеконьякских отложений) соответствуют три (из четырёх) нижние пачки песчаников и алевролитов *усть-маньинской свиты* мощностью соответственно (снизу вверх) 40–60, 5 и 14 м. Свита залегает со значительным размывом на пачке каолиновых глин, как уже отмечалось, предположительно нижнего турона.

В Елогуйском и Туруханском районах объёму рассматриваемого горизонта соответствует неопределённая (вероятно, большая) часть *маргельтовской свиты*. Её общая мощность достигает 308 м. Верхняя граница свиты совмещена с границей *ипатовского горизонта* и рядом свит и подсвит (*нижнечасельской, нижнеберёзовской, нижнезайковской, нижнесымской*), входящих в него.

В разрезе Усть-Енисейского района объёму *маргельтовской свиты* точно соответствует *насоновская свита* (более 500 м) с пятью пачками. Нижняя граница той и другой свит параллелизуется с нижней границей третьей (*газалинской*) пачки *кузнецовской свиты*. Соответственно нижняя граница горизонта должна проходить неопределённо где-то в нижней части *нижнемаргельтовской свиты* и внутри пачки 2 *насоновской свиты*.

Славгородский горизонт, как уже отмечалось, выделяется в объёме большей части кампанского яруса. Его эталоном является, как и в предыдущих случаях, одноименная свита (30–180 м), выделяемая в разрезах Омско-Ларьякского и Колпашевского районов. В тех же границах (и объёме), как и *славгородская*, выделяются *верхнеберёзовская* (40–150 м) и *среднесымская* (30–40 м) подсвиты, соответственно Ямальско-Тюменского и Кулундино-Чулымо-Енисейского районов. В разрезах других районов это комбинация свит, подсвит и пачек.

В разрезе Усть-Енисейского района выделена *салпадинская свита* с двумя подсвитами в объёме кампана. Нижняя (40–125 м) представлена опоковидными глинами. Верхняя (20–50 м) – алевроли-

тами. Верхняя граница горизонта должна проходить где-то в алевролитах верхней части свиты.

В Елогуйском и Туруханском районах к *славгородскому горизонту* относится какая-то неопределённая часть *костровской свиты* (до 117 м) кампан-маастрихта. В её составе в основном пески и песчаники. Забегая несколько вперёд, отметим, что какая-то (неопределённой мощности) верхняя часть этой свиты относится к следующему, *ганькинскому горизонту*, выделяемому в объёме части верхнего кампан-маастрихт-дания. В Тазовском районе это большая (основная) часть *верхнечасельской подсвиты* (400–450 м) переслаивания глинистых алевролитов и алевритистых глин. Верхняя граница горизонта должна находиться в какой-то неопределённой (верхней) части свиты. Аналогичная ситуация и в других районах. Так, в водных разрезах Северного, Среднего и Южного Зауралья эта граница должна проходить в неопределённой верхней части глин *верхнезайковской подсвиты* (50 м) кампана, верхняя граница которой на части территории сопоставляется с верхней границей горизонта. В других – это так же неопределённая часть песчаников и алевролитов *федюшинской свиты* (до 60 м) кампан-маастрихта, залегающей с размывом на *камышловской свите* коньяка. В третьих, – ещё более неопределённая часть *высокогорской свиты* (20–30 м), поскольку верхняя её граница (кампа под вопросом) размыта.

В Полярном и Приполярном районах *славгородскому горизонту* соответствуют две (из четырёх) нижние пачки *леплинской свиты* (до 200 м) кампан-маастрихт-датского интервала разреза. Мощность нижней из них до 20 м, а верхней не указана. Предполагается, что верхняя граница горизонта проходит где-то (опять же неопределённо) в самой верхней части диатомитов второй пачки.

Ганькинский горизонт. Его эталоном является одноименная свита (от 25–240 м), которая выделяется в разрезах шести из десяти районов (см. рис. 2).

В Полярном и Приполярном Зауралье это две верхние пачки (из четырёх) диатомитов и диатомовых глин *леплинской свиты* (до 200 м). Объем третьей считается маастрихтским, а верхней – датским.

На части территории Тюменско-Васюганского подрайона верхи *ганькинской свиты* частично размыты.

В Тазовском районе горизонту соответствует *танамская свита* (до 100 м) песков и алевролитов маастрихта и верхи *часельской свиты*. Дат здесь размыт, а на некоторой части территории (как и в разрезах Омско-Ларьякского, Кулундино-Чулымского, Елогуйского и Усть-Енисейского районов) полностью отсутствуют и породы маастрихта.

В Кулундино-Чулымо-Енисейском и Елогуйском районах *ганькинский горизонт* представлен песками *верхнесымской подсвиты* (0–280 м). На большей части

Туруханского района на схеме показан размыв верхней половины горизонта, а нижняя и отчасти средняя части (верхи кампана, верхний маастрихт) сопоставляются с неопределённой частью верхней половины *костровской свиты*. Общая мощность её до 117 м.

На основной части территории Усть-Енисейского района горизонт представлен двумя свитами (снизу вверх): песками и алевритами *танамской* (30–140 м) маастрихта и *кэтиарской свиты* (до 100 м) дания. А на некоторой части района маастрихт-датские отложения полностью отсутствуют. Таково взаимоотношение местных (по существу лито) стратона *дербяшинского надгоризонта* верхнего мела (без сеномана).

Замечания к региональной стратиграфической схеме верхнего мела (без сеномана)

- Совершенно необоснованное обилие более (20) свит и множество подсвит.

- Отсутствие логики выделения горизонтов (регорусов) и их границ, которые в подавляющем большинстве разрезов невозможно сколько-нибудь определённо выявить (и провести). По определению, границы горизонтов, в отличие от свит, должны быть изохронны. Но это требование (принцип) практически (да и теоретически) невозможно выполнить. Назовём два основных непреодолимых препятствия на пути реализации данного требования. Первое – литологическая однородность местных стратона (свит, подсвит, пачек), внутри которых в целом ряде случаев весьма неопределённо, как видно из схемы и отмечалось выше, должны проходить границы горизонтов. Второе – палеонтологическая бедность или даже полное отсутствие фауны в отложениях многих стратиграфических интервалов не только мелового, но всего мезозойско-кайнозойского разреза ЗС. Больше того, некоторые границы горизонтов проводятся на схеме внутри зон. Например, как можно определить (провести) границу биостратиграфического стратона, каковым считается горизонт, в “середине” (части) зоны, характеризующей тот или иной подъярус? Так, верхняя граница кузнецовского горизонта показана внутри зоны *Forresterie* (*Harleites*) *petrocoriensis*. Возникает вопрос, на который нет, и не может быть ответа: как найти, проследить эту границу там, где не выделяется *кузнецовская свита* (эталон горизонта)? Например, в монотонных толщах песчаников и алевролитов низов *шатовской*, *сымской*, *мергельтовской*, *насоновской* и других свит. Это граница литологическая по кровле глин *кузнецовской свиты*. Там где нет глин, там нет и границы горизонта. Аналогичная ситуация и с границами между *славгородским* и *ганьковским горизонтами*. Она проведена внутри зоны *Bostrichoceras polyplacum* верхнекампанского подъяруса. Как, по каким биостратиграфическим признакам можно найти, провести эту границу внутри зоны? Её можно более или менее обоснованно наметить в разрезах лишь некоторых районов, где выделяется *ганькинская свита*, залегающая на *берёзовской* или *славгородской свитах*. В этих случаях свита может “обоснованно” выделяться (превращаться) в горизонт с её же на-

ванием. С присвоением этого более высокого номенклатурного (рангового) “звания” никаких дополнительных функций (и “льгот”) ей не добавляется. В трёх случаях из пяти границы горизонтов совмещены с границами ярусов. Следовательно, нет однозначного проведения границ горизонтов, поскольку нет определённого требования к их выделению. По определению горизонты – это корреляционные стратоны, биостратоны (суммы зон), поскольку другие (местные) стратоны не обладают корреляционными свойствами. А, по сути, – это “этапостратиграфические” подразделения. В “немых” докембрийских и фанерозойских (континентальных, а в некоторых случаях и морских) толщах нет иного пути расчленения разрезов с необходимой детальностью, как выделение породных тел “этапов”. Но при этом возникает сложность, связанная с различным толкованием понятия “этап”. Одни исследователи за этапы принимают трансгрессивные и регрессивные отложения, другие – трансгрессивно-регрессивные, третьи наоборот – регрессивно-трансгрессивные (например, В.П. Казаринов при выделении “серий-циклов”), иные – образования ледникового и межледникового, а кто-то – ледникового-межледникового в целом (климатолиты В.А. Зубакова и др.) или наоборот, и т. д. и т. п. Нет в стратиграфии однозначного определения понятия “этап”, поэтому нет и однотипного, одновариантного выделения “этапостратонов”, а следовательно, и “этапогоризонтов”.

- Таким образом, горизонты, выделенные на анализируемой схеме, нет оснований и неправомерно считать биостратонами (суммой зон), регоярусами.

- Однако горизонты это и не этапостратоны, как считают многие исследователи, поскольку совершенно непонятно, каким (чего) этапам они соответствуют и что отражают. На огромной территории бассейна, за исключением Приуральских (крайне западных) и Приенисейских (восточных) районов, верхний мел представлен морскими отложениями. В таком случае за основные этапы формирования этих отложений ничего не остаётся, как принять тела трансгрессивно-регрессивных циклов или считать таковыми образования трансгрессий и регрессий. Но для этого необходимо владеть методикой циклического анализа и использовать ее при составлении схемы. Цикличность строения верхнемеловых, как и нижнемеловых, а также юрских отложений полностью проигнорирована. И это, несмотря на то что схемы цикличности (ритмичности) были опубликованы до этого рядом исследователей [Казаринов, 1958, 1960, 1962; Карогодин, 1970, 1971, 1974, 1980, 1985, 1990; Нежданов, 1990; Нежданов и др., 1990; и др.]. Четыре горизонта верхнемеловых отложений в весьма грубом приближении отражают половины (трансгрессивные и регрессивные) двух трансгрессивно-регрессивных циклов. Конечно, в определенном отношении породные тела гемициклов можно считать этапами – трансгрессивными и регрессивными, но они по определению не отвечают основному требованию горизонтов-стратонов – изохронности. Границы тел-этапов седиментации определяются по литолого-седиментологическим признакам, а на схеме целый ряд гра-

ниц горизонтов проведен (показан, предполагается) внутри литологически однородных тел-стратонов – свит, подсвит, пачек. Фактически за пределами распространения свит-стратонов нет никаких реальных, объективных признаков для выделения и прослеживания границ горизонтов. Например, совершенно нереально определить и провести верхнюю границу кузнецовского горизонта за пределами распространения кузнецовской свиты. В разрезе К о л п а ш е в с к о г о р а й о н а , как отмечалось выше, она должна проходить в низах песков и песчаников *ипатовской свиты*. В Е л о г у й с к о м и Т у р у х а н с к о м р а й о н а х её положение предполагается также внутри однородной толщи песчаников низов *маргельтовской*, как и в низах *сымановской свиты* К у л у н д и н о - Ч у л ы м о - Е н и с е й с к о г о р а й о н а . А в разрезе У с т ь - Е н и с е й с к о г о р а й о н а граница горизонта должна проходить внутри неопределённой части алевролитов и песков пачки второй *насоновской свиты*. Совершенно непонятно, как можно определить положение верхней границы *ипатовского горизонта* внутри *высокогорской свиты*. На схеме она не показана даже пунктиром. Подобная сложность с проведением верхней границы *славгородского горизонта* в верхней части той же *зайковской*, а также *фадюшинской*, *часельской костровской* и *салтадинской свит*. Невольно возникает вопрос – зачем нужен такой стратон, со столь неопределённым проведением его границ, а следовательно, и неспособный выполнять (как было задумано) свою основную, корреляционную функцию? Ещё раз отметим, что границы горизонтов можно определенно провести лишь в тех разрезах, где выделена свита-эталон его. Но это не значит, как свидетельствует опыт, что её границы изохронны. Считать границы свит и горизонтов изохронными и утверждать возможность их определения и прослеживания в разрезах всех районов (а иначе, какой смысл в выделении горизонтов) – значит выдавать желаемое за действительное, обманывая себя и других. Следовательно, присвоение свите “звания” горизонт – ненужная (излишняя) процедура (информационный шум) региональной стратиграфии.

- В схеме нарушены основные *правила (принципы) классификации, субординации* стратонов. Это проявляется в том, что под одним и тем же названием (именем), в одном и том же стратиграфическом объёме, н о п о р а з л и ч н ы м п р и з н а к а м (по определению, а не по сути) выделяются стратоны разных категорий: региональные (горизонты, надгоризонты, подгоризонты и соподчинённые им зоны), местные (серии, свиты, подсвиты) и вспомогательные (пачки). Один объект классифицирования (референт) попадает в разные “классы”. Запрещённая классификацией процедура “пересечения классов”. Не может солдат Иванов быть одновременно и генералом Ивановым по ранговому основанию деления. По другому (и другим) основанию (признаку) и солдат, и генерал могут оказаться в одном классе. Например, по фамилии (Ивановы и прочие), по делению на мужчин и женщин военнослужащих, на высоких и низких и т. д., и т. п. Примеров нарушения

только этих двух правил-принципов можно привести множество. Так, например, *дербышинский надгоризонт*, он же и *дербышинская серия*. Эталоном горизонта является свита, название которой ему и дано. Все четыре названия верхнемеловых горизонтов – это и названия свит с полным совпадением их объёмов и, соответственно, границ. В разрезах, где эти свиты не выделяются в стратиграфическом объёме горизонта, на схеме показана самая различная комбинация стратоноров разных категорий – местных и вспомогательных. Так, горизонту может соответствовать не только свита с его же или иным названием, но и часть свиты (например, *насоновской*), полторы свиты (*камышловская свита* и *нижнезайковская подсвита*), две свиты (*кэтпарская* и *танамская*), одна свита и неопределённая часть другой, перекрывающей или подстилающей свиту (*симоновская свита* и какая-то часть *сымской свиты*, *дорожковская свита* и неопределённая часть *насоновской*), подсвита (*нижнеберёзовская*, *верхнеберёзовская*, *нижнечасельская*, *верхнечасельская*, *нижнесымская*, *среднесымская* и *верхнесымская*) две–три пачки какой-либо свиты (две нижние пачки *леплинской свиты* – *славгородский горизонт*, верхние две – *ганьковский горизонт*; верхние три с половиной пачки *насоновской свиты* – *ипатовский горизонт*) и т. д. и т. п. Соответственно нет и субординации среди местных стратоноров. И вся нелогичная ситуация с соотношением региональных стратоноров и местных в полной мере относится и к последним. Присваивать свите (стратону “местного ранга”) статус (“звание”) горизонта (стратона более высокого, “регионального ранга”) всё равно, что прапорщику присвоить звание полковника, лаборанту – степень доктора или звание академика. Присвоить можно, но ничего, кроме удивления, а может быть и вреда, это не принесёт.

• Песчаные пласты под глинами *кузнецовской свиты* (горизонта, *дербышинского надгоризонта*) ошибочно отнесены к *покурской свите* (надгоризонта) с соответствующей аббревиатурой ПК₁, ПК₂₍₃₎. Это базальные слои трансгрессивных отложений *кузнецовской свиты* (и её возрастных аналогов) и отрывать их от неё не следует. Вероятнее всего, на значительной территории ЗС они с размывом залегают на нижележащих (регрессивных) отложениях. Поэтому и должны входить в состав вышележащих трансгрессивных образований с соответствующими индексами. Аналогичная ошибка с пластами ВК₁, ВК₂₍₃₎ ханты-мансийской, яронгской и др. свит альба, относимых на схеме ошибочно к *викуловской свите* апта, как отмечалось ранее [Карогодин, 1967, 1968, 1971; и др.]. Подобная ошибка, но может быть менее очевидная повторяется и на других стратиграфических уровнях в связи с игнорированием (точнее незнанием) правила базальности. Во всех этих случаях предпочтение отдаётся принципу удобства выделения стратоноров и их составляющих (толщ, пластов, пачек). Признак однородности литологического состава является определяющим при выделении свит. Преимущественно глины – одна свита, преимущественно песчаники – другая. Следова-

тельно песчаные пласты должны входить в свиту песчаников. Эта ошибка далеко небезобидна как в теоретическом, так и особенно в практическом отношениях. Базальные и “подбазальные” (часто подперерывные) слои существенно различаются фильтрационно-ёмкостными свойствами.

• В разрезе рассматриваемого стратиграфического диапазона показано лишь одно, предтуронское региональное несогласие. А должна быть их система: региональные, зональные, локальные. При составлении стратиграфической схемы 1991 г. проигнорирован небезызвестный принцип неполноты геологической летописи (Дарвина). Региональный перерыв, разделяющий покурский и дербышинский надгоризонты, необходимо показать на схеме ниже подошвы *кузнецовской свиты* глин. Пласты ПК₁, ПК₂₍₃₎, как отмечалось выше, должны быть над перерывом, а не под ним, как показано на схеме. Фиксирование базальных слоёв является индикатором явных или вероятных (скрытых, прогнозируемых) перерывов в разрезе. Они находят отражение на каротажных диаграммах, особенно при высокочастотном индукционном каротажном изопараметрическом зондировании (ВИКИЗ) скважин. Базальные слои должны входить в состав вышележащих отложений (свит и другого ранга лито- и литмостратонов). Не исключено, что при более тщательном анализе фауны возраст пластов ПК₁, ПК₂ окажется туронским, а не сеноманским.

Эти замечания свидетельствуют о существенной бессистемности и противоречивости существующей стратиграфической схемы верхнемеловых (равно как и других) отложений Западной Сибири. Антиподом системности, как известно, является хаос.

Ниже приводится обоснование и краткая характеристика предлагаемого на обсуждение системно-стратиграфической (литмостратиграфической) модели верхнемеловых отложений Западной Сибири с использованием основных принципов системно-литмологической и циклической методологии [Карогодин и др., 2000; Карогодин, 2001а; Карогодин, 2001б], изложенных в уточнённом виде в предыдущей статье автора.

Системно-стратиграфическая схема верхнемеловых отложений (без сеномана)

Принципы системно-стратиграфической методологии, являющиеся составной частью системно-литмологических принципов, изложены ранее [Карогодин, 2001а; Карогодин, 2001б], поэтому нет необходимости повторяться. Напомним лишь некоторые, основные (исходные) положения разрабатываемого системного подхода.

Стратиграфическое подразделение, стратон любого типа и ранга – это относительно целостная (во времени формирования) породно-слоевая система. Все региональные, местные и вспомогательные стратиграфические подразделения (надгоризонты, горизонты,

* И в предыдущей статье автора в настоящем сборнике. (Прим. ред).

[illegible]

свиты, подсвиты, пачки, толщи) не являются системами (в данном её понимании), так как не отвечают требованиям, предъявляемым к системам данного “рода” (“качества”). Этим требованиям не отвечают и все свиты мезозойско-кайнозойских отложений, кроме одной – *васюганской* (келловой-оксфорда).

Все атрибуты системы присущи (и отвечают всем её требованиям) *телам седиментационных циклов* (циклитам, сиквенсам) различной природы (эвстатической, трансгрессивно-регрессивной, тектонической, климатической, золовой и др.), масштаба и ранга. Именно поэтому **принцип седиментационной цикличности** должен быть в основе выделения бассейновых (региональных, местных) стратон-свит [Нежданов и др., 1990, с. 82], стратон-систем.

Тела седиментационных циклов (циклиты), наряду с биостратиграфическими (системами, ярусами и т.д.), являются **основными стратонами, литмостратонами** бассейновых (региональных, местных) стратиграфических схем. Любые другие породные тела, выделяемые по тем или иным признакам и причинам (удобство, практическая значимость и т.д. и т.п.) не являются основными стратонами и должны рассматриваться в качестве вспомогательных. И это будет другая категория стратон-литостратон (подсвиты, толщи, пачки, слои). Они могут оказаться частями и элементами стратон-систем. Понять, осознать и определить их местоположение (и значимость) в стратонах-системах – важнейшая, первостепенная задача системно-стратиграфического анализа.

В зависимости от тектоно-седиментационного режима бассейна в разрезе наиболее отчётливо выделяются циклиты того или иного ранга. В бассейнах относительно пассивного, платформенного тектоно-седиментационного режима как, например, Западно-Сибирский, Лено-Тунгусский и другие, наиболее ярко в разрезе обособливаются (и картируются) региональные (8–10 ± 2 млн. лет) циклиты (сиквенсы 2-го порядка). В периоды активизации седиментационного процесса (чаще всего на регрессивном “плече” крупного цикла – 80–100 млн. лет) не менее отчётливо в их составе выделяются по 2–3 субрегиональных циклита и несколько зональных в каждом из них (система систем – принцип субординации, иерархии).

В бассейнах с платформенным режимом осадконакопления роль основных, главных “блоков” осадочно-чехла играют *региональные циклиты* [Трофимук, Карогодин, 1984; Карогодин, Малашенков, Саидходжаев, 1981]. Они весьма ярко проявляются, отчётливо опознаются и фиксируются (по известным признакам и правилам их выделения) в разрезе естественных обнажений, по керну скважин, промыслово-геофизическим данным, а также на сейсмопрофилях.

Верхнемеловые отложения *дербышинской серии* (надгоризонта) – это трансгрессивные, в том числе финально-трансгрессивные образования крупного алт-неогенового трансгрессивно-регрессивного цик-

ла (нексоцикла), аналогичного по рангу юрско-барремскому. Данное представление хорошо согласуется с тем, что “на всем протяжении второй половины позднемеловой эпохи в южном полушарии происходило расширение Южной Атлантики и Южного океана” [Жарков и др., 1998, с. 9]. Одновременно происходило и расширение Северной Атлантики, что привело “к формированию единого субмеридионального Атлантического океана” [Там же]. В это же время в Северном полушарии продолжались “радикальные погружения”, сопровождавшиеся трансгрессиями, в том числе и в пределах Западно-Сибирского моря, находившегося в восточной части Евразийского континента.

На официально принятой схеме (см. рис. 2) в рассматриваемом стратиграфическом интервале *дербышинского надгоризонта*, как уже отмечалось, выделено более двадцати (!) свит с множеством подсвит и пачек. Однако они, не будучи выделены как слоевые системы, не выполняют главную функцию стратон – **корреляционную**. Эту функцию с успехом выполняют региональные стратон-системы, т.е. циклиты. Правила их выделения известны и сформулированы [Карогодин, 1990; и др.]. Они апробировались на многочисленных естественных обнажениях отложений разного возраста (от рифейских до неоген-четвертичных) Сибири, Средней Азии, Кавказа, Копет-Дага, Донбасса, Балкан Болгарии, плато Колорадо Северной Америки и др.. Отработанные на обнажениях методы переносились на изучение керна скважин, промыслово-геофизических и сейсморазведочных данных.

В верхнемеловом разрезе (без сеномана) регионального ранга циклитов, а следовательно, и основных литмостратон (хронолитов) будет всего два: турон-сантонский и кампан-датский. Выделение региональных циклитов в таком стратиграфическом объёме вряд ли у кого-либо вызовет сомнение [Нежданов и др., 1990]. Указывая на возрастной интервал литмостратон, мы принимаем на веру версию схемы 1991 г. По названию ограничивающих их (сверху и снизу) свит логично и целесообразно присвоить им следующие “имена”. Нижний (турон-сантонский) – *кузнецовско-ипатовский*, а верхний (кампан-датский) – *славгородско-ганькинский*. Общего и номенклатурного (рангового) названия для такого типа систем-стратон нет, поскольку не получил пока развития и признания системный подход в стратиграфии. Идёт поиск, и нет сомнения, что удачные термины будут со временем найдены. Нами предлагались в качестве такого термина – стратоциклит, стратом, хронолит, стратолитмит, но пока ни один из них не прижился окончательно. Некоторые геологи вполне логично считают, что свиты в большинстве случаев “должны отвечать целому числу зональных, либо субрегиональных циклов” [Там же, с. 82]. В нашем представлении, как отмечалось выше, несколько (два-три) субрегиональных циклитов составляют регоциклит, т.е.

* На одном из семинаров рабочей группы СибРМСК (сентябрь 2001 г.) по уточнению неокомской стратиграфической схемы В.С. Старосельцев (СНИИГиМС) предложил в объёме клиноформного неокома выделить всего одну свиту (вместо 18-25)

отвечают понятию свита. И в северо-восточных, более полных верхнемеловых разрезах достаточно отчетливо по каротажу и керну выделяются по два-три субрегиональных циклита в составе выделенных региоциклитов. Авторы цитируемой выше работы полагают, что региоциклиты-стратона "должны быть введены в стратиграфические схемы в качестве регионального стратона, заменяющего "горизонт"" [Там же, 1990, с. 82], т. е. выполнять корреляционную функцию.

В рассматриваемом случае каждый региоциклит (регостратон) – это не один, а два горизонта схемы 1991 г. Учитывая немаловажный фактор традиций, представляется целесообразным использовать термин "свита" для региоциклитов-стратонов, систем-стратонов. В таком случае, вместо 20 и более свит в разрезе верхнемеловых отложений будут всего две свиты: *кузнецовско-ипатовская* и *славгородско-ганькинская* (рис. 3).

Не считая нужным и корректным в настоящей публикации проводить ревизию границ ярусов, подъярусов и их соотношение с границами региональных и местных стратонов (по существу литостратонов), необходимо заметить следующее. В данном случае, как отмечалось выше, они принимаются такими, какими приняты на схеме 1991 г. Однако личный опыт исследований свидетельствует о том, что биостратиграфические границы не совпадают с литостратиграфическими (тел седиментационных циклов, циклитов), вопреки достаточно широко распространенному мнению об их синхронности (В.В. Меннер и др.).

Кузнецовскую, ипатовскую и другие (*мергельтовская, насоновская*) свиты в таком случае логично перевести в ранг подсвит, сохранив за ними прежние названия.

Подсвиты, вероятно, целесообразно перевести в ранг толщ, а пачки так и оставить в "ранге" пачек с собственными названиями или номерами (снизу вверх). Таким образом, в предлагаемом варианте системно-стратиграфической модели, наряду с новыми терминами (составленными из прежних) оставлены и все существующие названия "стратонов" (см. рис. 3).

Аналогичную процедуру изменения ранга местных стратонов предлагается выполнить и для второго, *славгородско-ганькинского регостратона*, называемого свитой. Соответственно *славгородская* и *ганькинская*, а вместе с ними *танамская, кэтпарская* и другие свиты переводятся в ранг подсвит, с толщами, пачками и существующими названиями. В таком, системно-стратиграфическом варианте схема верхнемеловых отложений представляется значительно проще предыдущей. В ней не нашлось места надгоризонту, горизонтам, множеству свит, не выполняющих свою главную, корреляционную функцию.

Цель данной публикации заключалась в демонстрации на конкретном примере разреза верхнемеловых отложений процедуры, возможностей и преимущества системного (системно-литмологического) подхода к созданию бассейновой (региональной) стратиграфической схемы. Аналогичные схемы составлены и для аптальб-сеноманских, неокоских, а также и верхнеюрских отложений Западной Сибири.

Литература

- Боганик Н.С.** О "теории" циклов в современной геологии // Советская геология. 1939. № 7. С. 78–85.
- Гурари Ф.Г., Нестеров И.И., Рудкевич М.Я.** О стратиграфии мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика. 1962. № 3. С. 3–10.
- Гурари Ф.Г.** Клиноформы – особый тип литостратонов // Геология и геофизика. 1994. № 4. С. 19–26.
- Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.
- Жарков М.А., Мурдмаа И.О., Филатова Н.И.** Палеогеография коньяк-маастрихтского времени позднего мела // Ж. Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 6, № 3. 1998. С. 3–16.
- Казаринов В.П.** Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. Гостоптехиздат, 1958. 324 с.
- Казаринов В.П.** Осадочные комплексы Западной Сибири // Советская геология. 1960, № 8. С. 26–38.
- Казаринов В.П.** Осадочные серии и тектонические фазы палеозоя Сибири // Тр. СНИИГиМС, 1962. Вып. 16. С. 5–16.
- Карогодин Ю.Н.** Перспективы нефтегазоносности верхнеаптских отложений Западной Сибири // Геология и геофизика. 1967. № 5. С. 14–15.
- Карогодин Ю.Н.** Об объеме алымской свиты // Решения и труды Межведомственного стратиграфического совещания. Тюмень. 1968. С. 73.
- Карогодин Ю.Н.** Ритмичность осадконакопления мезозойско-кайнозойских отложений Западной Сибири и планетарные колебательные движения // Материалы по геологии, геофизике и полезным ископаемым Сибири. Новосибирск, 1970. С. 5–10.
- Карогодин Ю.Н.** Классификация, структура и номенклатура ритмов и соподчиненных с ними литостратиграфических, гидрогеологических и нефтегазовых подразделений // Проблемы нефтеносности Сибири. Новосибирск: Наука, 1971. С. 151–162.
- Карогодин Ю.Н.** Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность. М.: Недра, 1974. 176 с.
- Карогодин Ю.Н.** Седиментационная цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.
- Карогодин Ю.Н.** Региональная стратиграфия (системный аспект). М: Недра, 1985. 179 с.
- Карогодин Ю.Н.** Введение в нефтяную литологию. Новосибирск: Наука, 1990. 240 с.
- Карогодин Ю.Н.** О необходимости принципиального изменения корреляционной стратиграфической схемы нефтегазовых отложений Западной Сибири (*Предложения к совещанию по уточнению стратиграфической схемы Западной Сибири*) // Сб. Вопросы устойчивого и бескризисного развития. № 3/2, 2001а. С. 111–115.
- Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Рыльков С.А., Ершов С.В.** Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокома (системно-литмологический подход). Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2000. 200 с.
- Карогодин Ю.Н., Малашенков Г.Н., Саидходжаев Ш.Г.** Цикличность и нефтегазоносность палеогена Северного Таджикистана. Новосибирск: Наука, 1981. 216 с.

Карогодин Ю.Н. Основные принципы системно-литмологического мировоззрения // Сб. Вопросы устойчивого и бескризисного развития. № 4/2, 2001б. С. 3–10.

Нежданов А. А., Огибенин В. В., Куренко М. И. и др. Региональная литмостратиграфическая схема мезозоя и кайнозоя Западной Сибири и основные закономерности размещения неантиклинальных ловушек углеводородов // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. Новосибирск: Наука, 1990. С. 80–108.

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

Решения V Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1991. 54 с.

Стратиграфический кодекс СССР. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 79 с.

Стратиграфический кодекс: 2-е изд., доп. СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.

Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. (соавтор и ответств. редактор). Системные исследования в геологии каустобиолитов. М.: Наука, 1984. 190 с.

Шерихора В.Я. О выделении васюганской свиты в составе юрских отложений. – “Вестн. ЗСГУ и НТГУ”, 1961, вып. 2. С. 60–63.



СИСТЕМНО-ЛИТМОЛОГИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ УСТЬ-ТЫМСКОЙ ВПАДИНЫ

О.С. ЧЕРНОВА

Институт геологии нефтегазодобычи

при Томском политехническом университете, г. Томск

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 01-05-65180, 02-06-80517



На основании комплексных исследований геолого-геофизических материалов 467 скважин 78 площадей Усть-Тымской впадины проведено изучение верхнеюрской продуктивной толщи. На основании принципов системного анализа слоевых ассоциаций сделано детальное расчленение и уточнена корреляция келловей-оксфордских отложений. Выделены хроностратиграфические подразделения в объеме зональных циклитов. Уточнена геолого-генетическая модель строения горизонта Ю₁.

Ключевые слова: *васюганская свита, системно-литмологическое расчленение, циклиты, модель горизонта Ю₁.*

В силу исторически сложившихся традиций практически все работы, связанные с геологическими исследованиями, начинаются с вопросов стратиграфии и корреляции изучаемых разрезов. Чаще всего они сводятся к изучению пространственно-временных соотношений конкретных слоистых толщ и выявлению возможно большего числа деталей строения интересующих осадочных отложений. В своих исследованиях автор также придерживался этой стратегии при решении поставленных задач.

Наиболее важной задачей, имеющей принципиальное значение, является создание достоверной геолого-генетической модели строения горизонта Ю₁ в зонах перехода васюганской свиты в наукаскую и далее в зоне развития отложений наукаской свиты. При создании такой модели наиболее важным вопросом был вопрос правильного дифференцирования горизонта Ю₁ на составляющие его компоненты. Наиболее трудной стала проблема выделения синхронных геологических тел в разрезах, имеющих сравнительно небольшую толщину и сформировавшихся в пределах ограниченного геологического времени.

Любое геологическое тело всегда уникально и неповторимо по своей природе. Если в региональном плане геологические тела можно классифицировать (по возрасту, по литолого-фациальным признакам, геохимическим особенностям и т. п.), то выделение по этим же признакам геологических тел, сформировавшихся в пределах одного или нескольких веков на довольно ограниченной территории – задача практически невыполнимая.

В настоящий момент существует несколько подходов к решению проблемы дробного расчленения разре-

зов сложно построенной полифацальной толщи верхней юры и дальнейшей их детальной корреляции. Первый из них разработан Е.Е. Даненбергом, В.Б. Белозеровым, Н.А. Брылиной и др. [Белозеров и др., 1980, 1991]. Многолетние исследования, проведенные этими авторами убедительно показали, что на территории распространения васюганской свиты келловей-оксфордские отложения горизонта Ю₁ четко делятся на три части. Нижняя часть – подугловая толща, в разрезе которой выделяются песчаные пласты Ю₁⁴ и Ю₁³, – характеризует регрессивный период келловей-оксфорда. Средняя часть – межуговая толща, представленная переслаиванием углисто-глинистых отложений, – отражает период существования континентальных условий осадконакопления. Верхняя часть разреза – надугловая толща, включающая песчаные пласты Ю₁² и Ю₁¹, – является базальной частью кимеридж-волжской трансгрессии.

Второй подход – системный анализ слоевых ассоциаций, разработанный Ю.Н. Карогодиным [Карогодин, 1980, 1990; Карогодин, Гайдебурова, 1989]. В основу его положено изучение цикличности в строении разреза, так как седиментационный цикл является целостной динамической системой и характеризуется непрерывностью процесса во времени. В изучаемом разрезе выделяются циклиты разного ранга, при этом циклиты нижнего ранга представляют собой составную часть более высокого. За основной структурный признак принят размер обломков их зерен и направленность изменения в разрезе от слоя к слою. Этот подход успешно применялся при литолого-фациальных исследованиях продуктивных толщ нефтяных месторождений Томской области [Чернова, 1997].

Третий подход не нашел широкого применения. Расчленение и корреляция отложений осуществляется посредством выделения в разрезах генетически взаимосвязанных толщ и непрерывного наращивания мощностей. Предложена и разработана эта методика А.Д. Бушем [1977].

Под толщей непрерывного наращивания мощностей понимается осадочная толща, представляющая собой один седиментационный цикл, в котором каждый литологический компонент генетически связан со всеми другими. Границами толщ служат маркирующие горизонты, поверхности несогласия или смены фаций от морских к континентальным.

При изучении разрезов отложений, формировавшихся в сложных палеофациальных обстановках, каковым и являются верхнеюрские отложения Усть-Тымской впадины, наиболее приемлем системный анализ слоевых ассоциаций, разработанный Ю.Н. Карагодиным [Карагодин, 1980; Карагодин, Гайдебурова, 1989], а также способ практического использования направленности в изменении конфигурации каротажных кривых (ПС), успешно примененный при разработке «Атласа литологических типов терригенных отложений юры Томской области» [Атлас..., 1997].

Как известно из многочисленных аналитических исследований, процесс седиментации имеет прерывистый, дискретный, квантовый характер. Элементарным продуктом и следствием седиментации (ее квантом) является слой [Бурлин и др., 1991]. На более низком уровне организации элементами слоя служат прослои, слойки или пропластки. Один из отличительных признаков слоя – мощность и протяженность. Любое сочетание породных слоев, объединенных в слоевую ассоциацию, носит название **литмита** [Карагодин, 1990].

Породно-слоевая ассоциация, главное свойство которой связь элементов во времени и пространстве, называется **циклитом** [Там же]. Эта слоевая система суть проявление цикличности низшего порядка, вещественное отражение седиментационного цикла. Слои в элементарном циклите образуют единое целое, т.е. это природное естественное тело, не делимое на тела того же уровня. Элементарные циклиторы, повторяясь в разрезе, образуют мезо- и макроциклиторы и т.д. [Там же].

Любой седиментационный цикл представляет собой целостную динамическую систему и характеризуется непрерывностью процесса во времени. Его вещественным отражением является слоевая система. Таким образом, под циклитором понимается комплекс породных слоев одного или нескольких генетических типов, связанных между собой направленностью и непрерывностью существенных свойств, обуславливающий характер (тип) границ между слоями и имеющий двуединое строение [Атлас..., 1997].

В общем виде основные принципы выделения циклиторы, по Ю.Н. Карагодину, следующие:

- направленность изменения существенных (вещественно-структурных) свойств слоев в вертикальном разрезе от одного к другому;
- непрерывность (относительная) изменения существенных (вещественно-структурных) слоев в разрезе от одного к другому;

• характер границ между слоями – внутренние границы слоевой системы более плоские и плавные по сравнению с внешними;

• двуединое (кратное двум) строение слоевого комплекса (предполагается наличие не менее двух слоев в циклите и их связи).

Все циклиторы по направленности можно объединить в две группы. В основу деления положен признак направленности изменения гранулометрического состава от слоя к слою (рис. 1). В группу **А** выделены циклиторы с одноименным, а в группу **Б** разнонаправленным изменением взятого свойства от слоя к слою. В каждой из групп можно выделить по два типа слоевых ассоциаций. В группе **А** первую подгруппу составляют циклиторы с прогрессивной направленностью – **прогрессивные циклиторы (проциклиторы)**. Они состоят из слоев, у которых размер зерен уменьшается от слоя к слою. Вторая подгруппа характеризуется обратной направленностью взятого признака. Это **регрессивные циклиторы (рециклиторы)**.

В группе **Б**, в первой подгруппе в слоях нижней части наблюдается прогрессивная направленность взятого признака, а в слоях верхней части – регрессивная направленность. Нижние и верхние слои этого циклителя представлены более грубыми породами, чем средние. Такие циклиторы названы **прогрессивно-регрессивными** или **про-рециклиторами**.

Вторую подгруппу представляют циклиторы обратного строения. Для них характерно регрессивное строение нижней части и прогрессивное, с постепенной сменой для верхних слоев. Эти циклиторы названы **регрессивно-прогрессивными** или **ре-проциклиторами**.

По материалам геофизических исследований скважин (ГИС) границы циклиторы проводились там, где фиксировались резкие скачки электрометрической характеристики пород. Границы гемциклиторы, а в случае отсутствия резких границ и границы циклиторы определялись по максимумам глинистости и песчанистости пород.

Максимумы проявления различных свойств пород соответствуют своего рода осям симметрии в процессе формирования пород-флюидопоров и коллекторов. Они проходят обычно в однородной среде, расположены в местах смены знака направленности изменения этих свойств и отвечают стабильным условиям седиментации. Они имеют наибольшую латеральную протяженность и, как известно, наибольшую синхронность.

При выделении циклиторы в разрезах скважин были использованы следующие методические приемы:

- послойное описание разрезов;
- составление типовых стратиграфических разрезов;
- выделение циклиторы;
- генетическая интерпретация материалов ГИС.

На первоначальном этапе производилось послойное описание разрезов верхней юры Усть-Тымской впадины, вскрытых бурением. При описании выделялись литологические типы пород, их текстурные и литолого-фациальные особенности, характер и количество органических остатков, толщины выделенных слоев.

При этом особое внимание обращалось на седиментологическую информацию. Рассматривались следующие генетические признаки:

- **цвет породы**, обусловленный присутствием какого-либо компонента-хромофора (железа в трехвалентной форме, тонкодисперсных остатков обугленного органического вещества, сульфидов металлов) и позволяющий установить окислительно-восстановительную обстановку;

- **минеральный состав**, характеризующий условия осаждения пород, длительность, направления и дальность их переноса и, в частности, позволяющий решить вопрос о составе пород в области питания и климате;

- **цемент** пород, указывающий на условия осадкообразования;

- **текстура** пород, отражающая состояние среды в момент накопления осадочного материала и результаты ее взаимодействия с осадком (характер слоистости отложений);

- **характер границ между слоями** (резкие, постепенные, неровные, волнистые, неясные и т.д.);

- **частота переслаивания** (наличие ритмичности), направленность этого признака, изменение слоистой текстуры отложений по разрезу, изменение толщины отдельных слоев, направленность в изменении зернистости;

- **остатки древних организмов**, позволяющие определять физико-химические черты среды их обитания;

- **отпечатки флоры, корешков** растений, их толщина, длина, частота встречаемости, степень деформации при уплотнении осадка, включение линзочек угля, галек, их размеры, состав, форма;

- **следы жизнедеятельности** ползающих и роющих организмов, их форма, размеры, частота встречаемости;

- **степень и характер деформации** осадка;

- **форма залегания** в разрезе, указывающая на различные фациальные условия;

- **контакты и переходы**, позволяющие судить о характере изменения генетических типов в пространстве.

Все эти признаки могут быть объединены в три крупные группы: первая – литолого-геохимический состав пород; вторая – остатки древних организмов и следы их жизнедеятельности; третья – форма залегания осадочных тел.

Значение перечисленных признаков достаточно полно отражено в различных атласах, справочниках, научных трудах по седиментологии и литологии [Рухин, 1969; Лидер, 1986; Основные этапы ..., 1973; Прошляков, Кузнецов, 1990; Рейнек, Сингх, 1981; Петтиджон, Поттер, Сивер, 1979; Седиментология ..., 1980; Селли, 1989; Атлас ..., 1997]. Полная характеристика генетических признаков, использованных при выделении и описании литологических типов отложений изложена ранее в предыдущих работах [Атлас ..., 1997] и в настоящей работе не приводится.

На втором этапе исследований выполнялось составление типовых стратиграфических разрезов. На каждом локальном участке с одинаковым типом разреза отложений верхней юры, в нашем случае на каждой отдельно взятой площади, выделялся типовой стратигра-

фический разрез. Он выбирался из числа наиболее характерных, конкретных разрезов скважин, обладающих наибольшим числом реперных пластов, которые уверенно прослеживаются на данной площади и опознаются во всех скважинах по каротажу. На типовой разрез наносились: стандартный каротаж; литологическая колонка, составленная по керну с использованием материалов ГИС; колонки с границами и наименованиями стратиграфических (циклиты, пласты-коллекторы) и стратиграфических (ярусы, свиты, зоны) подразделений; колонки с палеонтологическими обоснованиями.

Типовой разрез служил эталоном при расчленении и корреляции всех остальных разрезов скважин. Необходимость выделения типовых разрезов в пределах

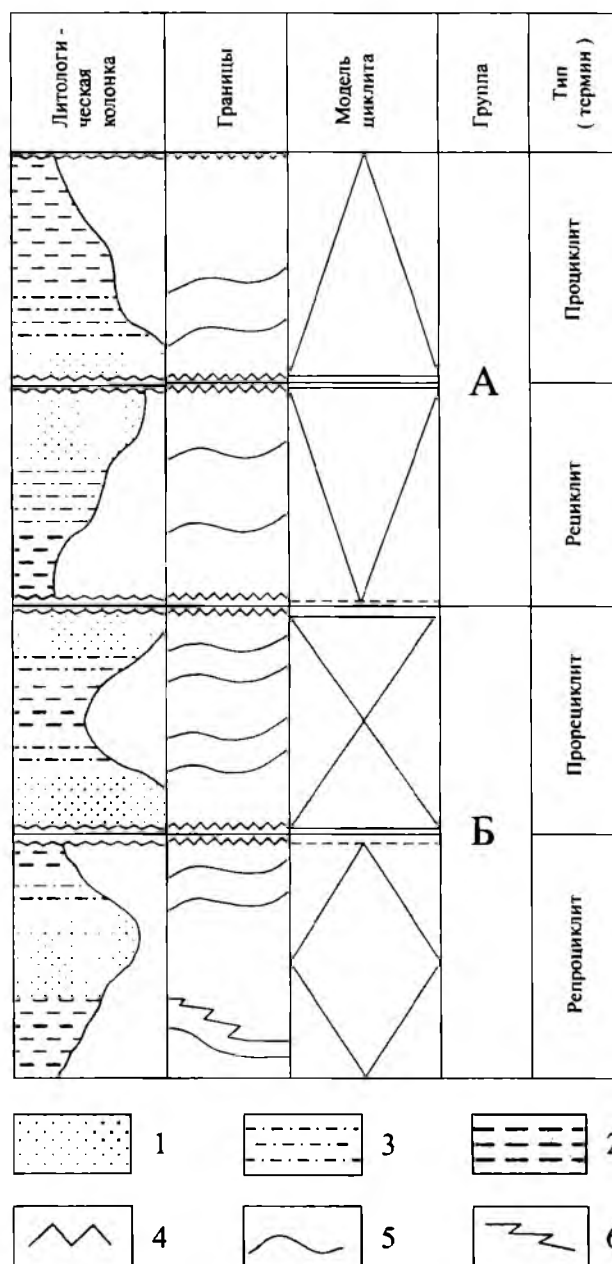


Рис.1 Основные типы циклитов (по Ю.Н. Карогадину, 1980)

Породы: 1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – аргиллиты. Границы: 4 – резкая; 5 – постепенная; 6 – постепенная через переслаивание.

каждого локального поисково-разведочного участка или каждой конкретной площади объясняется высокой степенью фациальной изменчивости разрезов и необходимостью пересмотра большого объема накопленного фактического материала.

На последнем этапе проводилась генетическая интерпретация материалов геофизических исследований скважин.

Как известно, применение материалов каротажа для расчленения и корреляции разрезов скважин основано на том, что каждый пласт определенной горной породы на каротажных кривых характеризуется определенными параметрами. В практику геологов прочно вошли и успешно используются методические приемы литологического расчленения разреза по материалам ГИС. Они подробно освещены в литературе последних лет.

Многие исследователи, помимо «вещественной» интерпретации каротажных материалов проводят их фациальную расшифровку на уровне отдельных песчаных тел. Методика этих работ довольно полно отражена в исследованиях зарубежных и отечественных ученых [Кародин, Гайдебурова, 1989; Селли, 1989; Муромцев, 1984; Хеллем, 1983].

В этих работах убедительно доказано наличие связей геофизических параметров с вещественным составом пород, их структурно-текстурными особенностями и фильтрационно-емкостными свойствами, а следовательно, и генезисом отложений.

Широкое привлечение промыслово-геофизических данных обусловлено неполным фрагментарным отбором керн в скважинах. Геофизическими же методами исследуется весь разрез, вскрываемый скважиной, и особенно – его продуктивная часть. Возможность непрерывной фиксации динамики величин, измеряемых разными видами каротажа позволяет с большей детальностью установить изменение разреза с глубиной, выделить в нем интервалы с характерными каротажными показателями.

Изучение внешнего вида каротажных диаграмм (степень их расчлененности, конфигурация отдельных кривых, частота следований максимумов и минимумов кривых) в совокупности с данными аналитических исследований керна позволяет составить четкое представление об условиях осадконакопления, смене ритмов осадков и их частоте.

Указанные процессы отражены на каротажных диаграммах в виде аномальных показаний на общем фоне постепенных изменений кривых от максимума до минимума или появлением локальных экстремумов в пределах показаний, характерных для данного интервала. Иногда в виде частой смены максимумов и минимумов (зазубренности) на фоне постепенных чередований отрицательных и положительных значений на кривой.

Выделив по комплексу ГИС литологические разновидности в качестве породных слоев и определив характер границ между ними, исследуемая толща верхнеюрско-го разреза была разделена на циклиты разного ранга.

Установление общих закономерностей распределения породных слоев в разрезе и конкретно в каждом циклите позволило использовать выделенные породно-

слоевые системы, их части и границы между ними в качестве надежных коррелятивов.

Одна из важнейших операций – выделение границ между циклитами и определение их характера. Переход от одного породного слоя к другому проявляется различными способами. Иногда в породе одного состава появляется примесь материала вышележащих пород. Ее количество постепенно увеличивается вверх по разрезу до полной смены слоя. В этом случае границы между телами постепенные. В обратном случае, в подстилающей породе образуются линзочки и отдельные прослои вышележащего слоя. Их количество и мощность постепенно увеличиваются до полной смены слоя. На каротажных диаграммах это выглядит как мелкая «зазубренность» кривых ПС, КС, ГК, НГК [Кародин, Гайдебурова, 1989]. Иногда между слоями обнаруживаются резкие границы, приуроченные к породам, отличным по литологическому составу. Такие границы свидетельствуют о нарушении последовательности осадконакопления. Анализ выделенных в разрезе осадочной толщи циклитов разного ранга и типов дал возможность определить особенности строения этой толщи и выявить опорные интервалы, которые впоследствии были использованы в процессе корреляции.

Расчленение верхнеюрских отложений Усть-Тымской впадины

Ритмично построенный верхнеюрский полифациальный продуктивный комплекс представляет собой типичный региональный циклит, в пределах которого основной продуктивной толщей является васюганская и ее аналог – наунакская свиты. Формирование этих свит происходило на стыке двух сред – прибрежно-морской и континентальной, что и обусловило резкую неоднородность толщи от микро– до макроуровня.

Отложения келловей–оксфорда, выделяемые на территории Томской области в верхнеюрский нефтегазоносный комплекс, наиболее фациально изменчивы и сложно построены. На территории Западной Сибири комплекс имеет региональное распространение и представлен набором свит (по стратиграфическим схемам 1978, 1991 гг.) [Решения..., 1969]. В западной части Томской области распространена васюганская свита. В Максимо-Ярском районе (восточная часть) отложения келловей–оксфорда выделены в объеме тяжинской свиты. В Омском районе – это прибрежно-морские эстуарные образования татарской свиты. В Сильгинском и Ажарминском районах распространены отложения, выделенные по схеме 1978 г. из состава тюменской свиты в самостоятельную наунакскую свиту. Критерием для установления новой наунакской свиты послужило отличие ее литологического состава от подстилающих отложений, увеличение глинизации и появление прослоев морских пород, содержащих оксфордские фораминиферы. Верхние горизонты свиты представлены песчаниками и содержат значительное количество глауконита [Там же]. Это позволило считать выделенную свиту аналогом отложений васюганской свиты, распространенной западнее.

Стратотип отложений наунакской свиты установлен А.А. Бульникова и В.С. Шерихорой в 1966 г. в разрезе скв. 2 Усть-Сильгинской площади в интервале 2365–2307 м. (рис. 2) [Бульникова и др., 1970]. В опубликованных работах и многочисленных отчетах тех лет для характеристики наунакской свиты использовались материалы по фауне фораминифер и спорово-пыльцевым комплексам в основном из отложений Песчано-Дубровской скв. 1 (инт. 1219–1214 м), Пихтовской скв. 1 (инт. 874–868 м) и Белоярской опорной скважины (инт. 2238–2224 м). По данным Л.В. Ровниной, фауна для обоснования возраста свиты обнаружена в отложениях типично морских, не имеющих ничего общего с наунакской свитой [Биостратиграфия..., 1985]. Песчано-Дубров-

кая скв. 1 и Пихтовская скв. 1 расположены на крайнем юго-востоке Западно-Сибирской равнины и по своим литолого-фациальным особенностям (структурно-фациальному районированию) относятся к Омскому району, где распространены отложения васюганской свиты [Там же].

В Белоярской опорной скважине (восточная часть Западно-Сибирской равнины) также распространены отложения васюганской свиты. В скв. 1 Линейной площади Л.В. Ровниной и другими была установлена толща отложений, выделяемая геологами в наунакскую свиту. Ее литологическая и каротажная характеристики аналогичны таковым для отложений тюменской свиты. Это чередование разноразмерных, светло-серых,

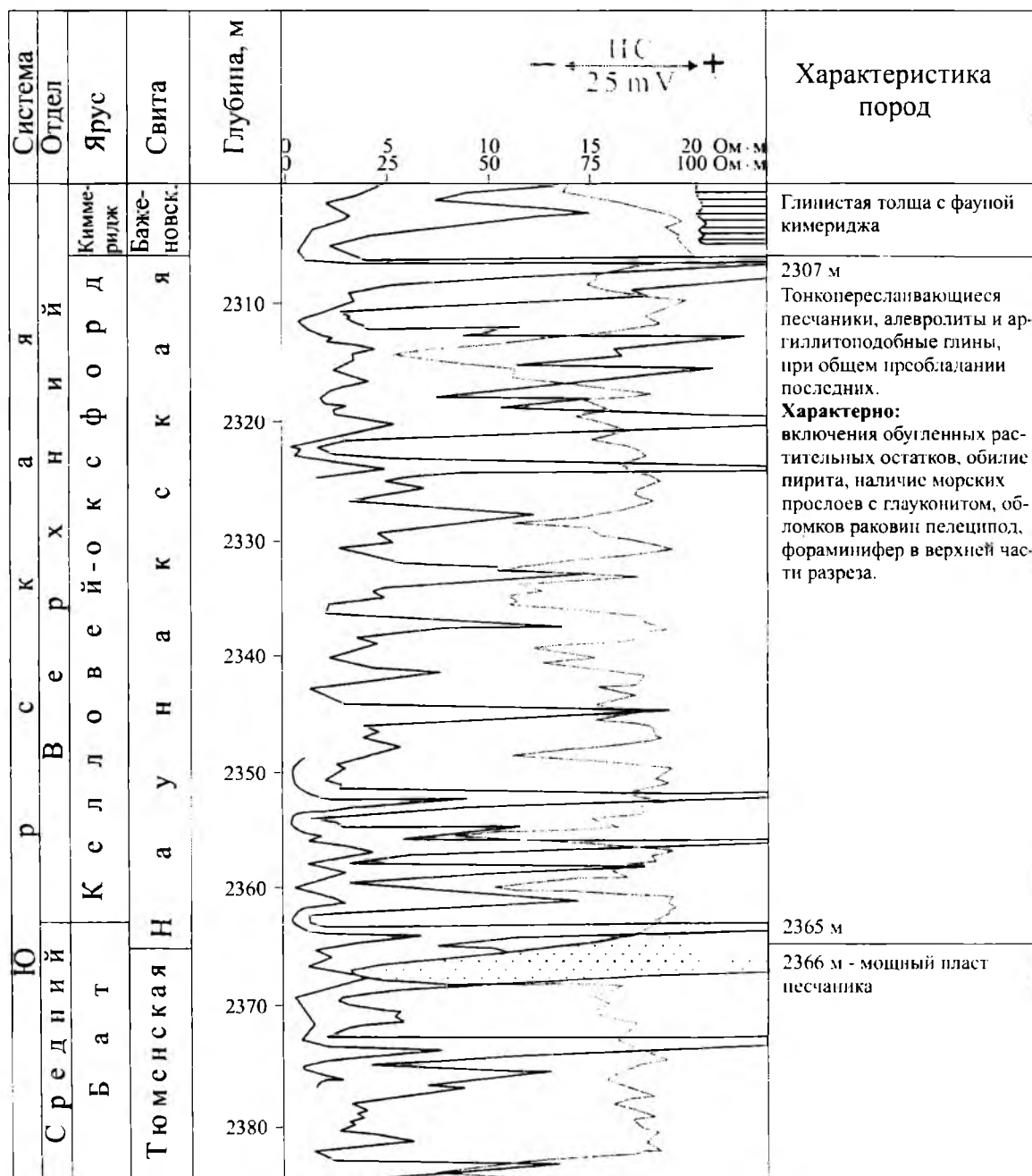


Рис. 2 Стратотип наунакской свиты по разрезу скв. 2 Усть-Сильгинской площади

полевошпаткварцевых, плохо отсортированных песчанников и алевролитов с темно- и коричневато-бурыми, слабо алевроитистыми аргиллитами. Характерным литологическим признаком является наличие полосчатых пород. В глинах полосчатость обусловлена слоями и линзочками песчанников, в песчанниках – глинами. По всей толще наблюдаются сильная пиритизация, сидеритизация, сложная слоистость, наличие текстур взмучивания и оползания осадка. Отложения свиты накапливались в условиях прибрежной равнины, в пределы которой периодически проникало море [Там же].

Ранее многие исследователи уже подмечали некоторое отличие литологического облика верхнеюрских пород, развитых в пределах крупных положительных структур, в частности, широкое развитие слоисто-полосчатых текстур, обилие углистых линз и прослоев, наличие отпечатков флоры, стяжений пирита и сидерита.

Так, в 1966 г. на территории восточной и юго-восточной частей Средневасюганского мегавала И.И. Нестеров предложил выделять келловей–оксфорд–кимериджские отложения в объеме мыльджинской свиты. Стратотипом послужили разрезы скважин на Мыльджинской площади. Предполагалось, что на западе зона замещения мыльджинской свиты отложениями васюганской свиты совпадает с восточным бортом Колтогорского прогиба. Северо-восточная граница распространения мыльджинской свиты оставалась неясна [Решения..., 1969].

В дальнейшем стало общепринятым, что в зоне перехода прибрежно-морских отложений в субконтинентальные следует выделять отложения верхней юры в качестве науанской свиты. Это название было узаконено на стратиграфическом совещании 1967 г. [там же].

По существу, в настоящий момент науанская свита не имеет четких литологических границ и выделяется в тех разрезах, где отложения нижневасюганской подсвиты замещаются континентальными песчано-алеврито-глинистыми породами.

По мнению Н.А. Брылиной и других, выделение отложений науанской свиты возможно только в пределах отдельных локальных структур, которые в период накопления отложений периодически осушались или заболачивались. При сопоставлении разрезов васюганской и науанской свит сотрудниками ТО СНИИГиМС было установлено, что в средне-позднекелловейском времени формирование нижневасюганской подсвиты проходило одновременно с накоплением нижнего аллювиального ритма отложений науанской свиты. Отложения среднего ритма накапливались одновременно с осадками подугольной толщи, возраст которых определен как раннеоксфордский. Верхний аллювиальный ритм по времени формирования соответствует межугольной толще васюганской свиты. Установлено, что границы распространения отложений васюганской и науанской свит имеют клинообразный характер замещения [Брылина, 2000].

Исследованиями А.М. Казакова и других выявлены следующие основные закономерности в фациальном распределении осадков. Морские отложения (васюганская свита) концентрируются в наиболее прогно-

тных депрессионных зонах (Колтогорский прогиб, Ньюрольская, Восточно-Пайдугинская впадины). На крупных положительных структурах, расположенных в центральной и восточной частях Томской области (Парабельский, Пайдугинский, Пыль-Караминский, Ажарминский мегавалы) распространены отложения субконтинентальной науанской свиты. Наиболее сложной является зона переходных отложений, со сложными мозаичными взаимозамещениями отложений васюганской и науанской свит. Она захватывает наиболее приподнятые части крупных положительных структур западной и центральной частей Томской области (Александровский, Средневасюганский, Пудинский, Парабельский мегавалы) и территории Усть-Тымской и Бакчарской впадин [Казаков, 2000].

Аналогичная точка зрения выработалась и у автора при сопоставлении многочисленных геолого-геофизических материалов.

На территории Усть-Тымской впадины в келловей-оксфордское время шло накопление прибрежно-морских отложений васюганской свиты. Специфические условия осадконакопления в мелководном морском бассейне обусловили формирование значительного количества литогенетических типов пород, характеризующих разные фациальные обстановки. На участках островной суши шло накопление отложений науанской свиты.

По стратиграфической схеме палеозоя–мезозоя Западной Сибири [Решения..., 1991] отложения васюганской свиты выделены в объеме двух подсвит – верхней и нижней (рис. 3). В подошве нижневасюганской подсвиты залегают песчаники пахомовской пачки, индексируемые как пласт Ю⁰₁. Глинистые отложения низов васюганской свиты выделены в объеме нижнего и среднего келловей. Пласт Ю¹₁ также отнесен к нижневасюганской подсвите и выделен в объеме верхнего келловей и частично нижнего оксфорда.

Верхневасюганская подсвита фиксируется в возрастном интервале частично нижнего, среднего и верхнего оксфорда. К ней отнесены песчаные пласты Ю¹₁, Ю²₁, Ю³₁.

На протяжении нескольких последних десятилетий отложения верхневасюганской подсвиты на большей части юго-востока Западно-Сибирской плиты расчленялись на подугольную (пласты Ю¹₁ и Ю³₁), межугольную, и надугольную (пласты Ю²₁; Ю³₁) толщи [Белозеров и др., 1980, 1991; Особенности..., 2000].

По мнению А.М. Казакова и др. верхневасюганскую подсвиту следует разделять на три стратиграфические пачки: нижнюю (подугленосную), среднюю (угленосную), верхнюю (надугленосную) вместо двух (подугольной и надугольной) [Казаков, 2000]. Нижняя пачка (регрессивная) включает пласты Ю¹₁ и Ю³₁, разделенные между собой прослоями алевролитов и аргиллитов. Пачка характеризует прибрежно-морской генезис и отвечает продолжающемуся регрессивному циклу нижневасюганской подсвиты. Средняя угленосная пачка, представленная чередованием аргиллитов, алевролитов, углей, песчано-алевритовых и песчаных разностей характеризует прибрежно-континентальный генезис и завершает регрессивный цикл. Верхняя пачка от-

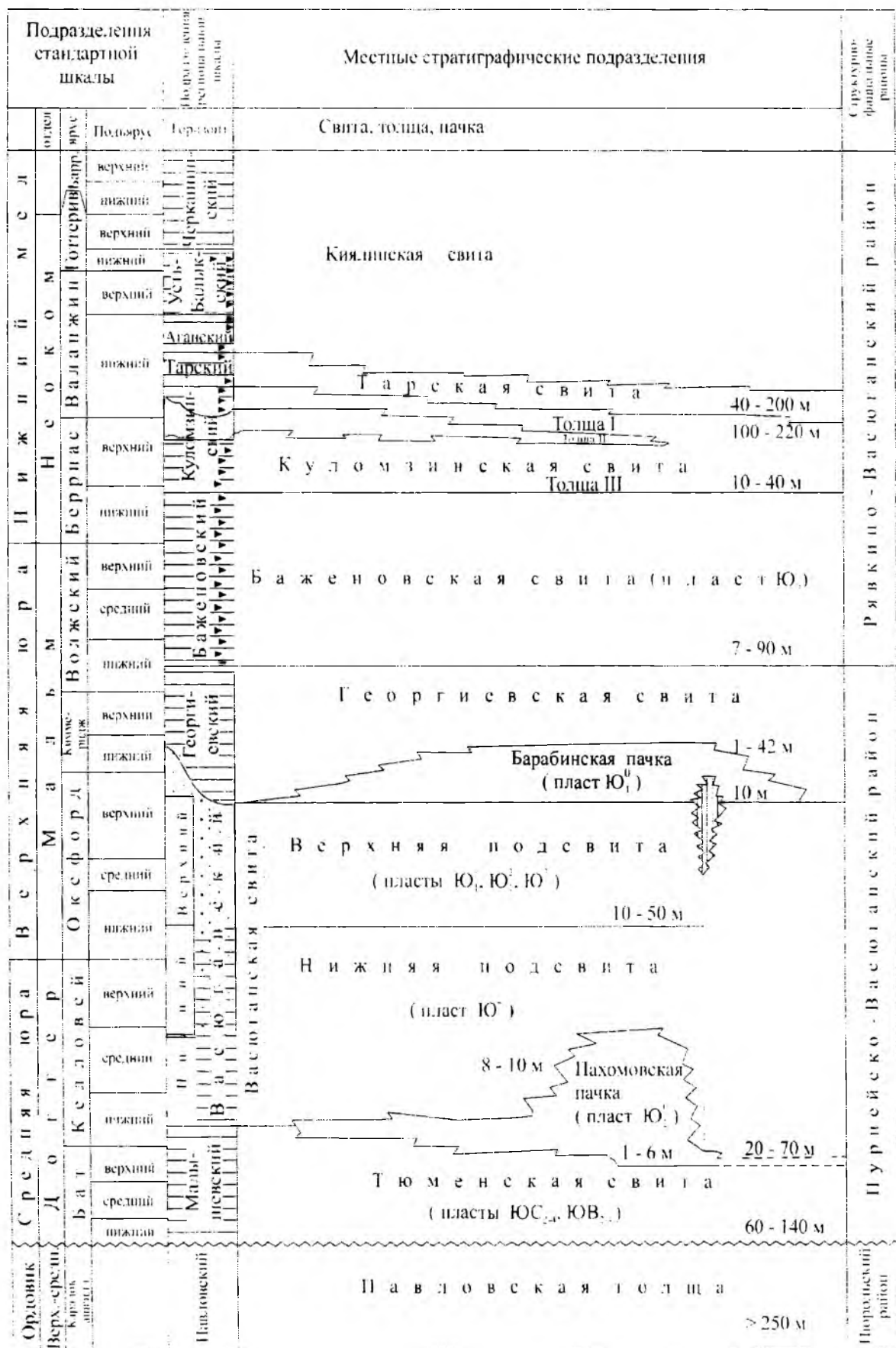


Рис. 3. Фрагмент стратиграфической схемы палеозоя-мезозоя Западной Сибири [Решения..., 1991].

ражает трансгрессивный прибрежно-морской цикл, продолжающийся накоплением глин георгиевской и завершающийся отложением битуминозных аргиллитов баженовской свиты.

Согласно принципам седиментационной цикличности (по Ю.Н. Карогадину), в результате проведенных исследований, нижнюю часть верхневасюганской под-свиты следует выделить в объеме циклитов Ю₁⁴ и Ю₁³ н (нижний). Циклиты по литологическим, фаціальным и палеонтологическим критериям объединены в один комплекс, формировавшийся в прибрежно-морских, мелководных условиях. Циклит Ю₁⁴ имеет изменяющуюся мощность от 2 до 12 м и представлен песчано-алевритовыми отложениями, перекрывающимися маломощным глинистым пропластком.

Вышележащий циклит Ю₁³ н представлен в большинстве случаев мощной песчаной пачкой (до 20 м), перекрываемой небольшим глинистым прослоем. В отдельных скважинах в его подошве наблюдаются следы размыва, в связи с чем кровля циклита Ю₁⁴ иногда отсутствует, и оба циклита представляют одно песчаное тело. В прибрежной части моря происходило накопление большого количества обломочного материала, который разносился вдольбереговыми течениями и подвергался интенсивному волновому воздействию. Здесь формировались разнообразные песчаные образования: прибрежные отмели, бары, барьеры, вдольбереговые валы, песчаные пляжи, отложения связанные с подводными и разрывными течениями.

Значительный приток обломочного материала сопровождался наступлением береговой линии, приближением суши. Поэтому наблюдается регрессивная последовательность увеличения зернистости вверх по разрезу. Кратковременные и быстрые трансгрессии моря, вызванные подъемом его уровня, приводили к формированию пачек морских глин.

Формирование отложений, выделенных как циклит Ю₁³ в (верхний) проходило небольшую трансгрессивную фазу. Вероятно, что эти породы отлагались в спокойной относительно глубоководной обстановке. Если предположить, что накопление осадков происходило в практически континентальных условиях, непонятно как сохранились мощные песчаные тела циклитов Ю₁⁴ и Ю₁³ н, которые при выходе их на поверхность были бы размывы и перееотложены.

Циклиты Ю₁² и Ю₁¹ представляют собой сильно изменчивые по составу геологические тела. В некоторых случаях кровля циклита Ю₁² размыва, и оба циклита составляют единое песчаное тело (Вертолетная площадь).

Формирование циклитов происходило в условиях трансгрессивного морского побережья. Анализ электрометрических характеристик выделенных циклитов позволил выделить в отложениях рассматриваемого комплекса четыре типа разрезов васюганской свиты. I тип – в юго-западной части Усть-Тымской впадины. Он характеризуется хорошо выраженными песчаными циклитами. II тип развит локальными участками в основном у склонов Парабельского мегавала. Разрез характеризуется наличием значительного количества углисто-глинистых прослоев.

III тип локализуется в северо-восточной части впадины и отличается от других глинистым типом разрезов циклитов Ю₁⁴ и Ю₁³ н и хорошими мощными песчаными циклитами Ю₁² и Ю₁¹. IV тип выделен на северо-западе изучаемой территории и локальным участком в пределах Трассовой и Передовой площадей. Отличается он от остальных типов разрезов хорошо выраженными нижними песчаными циклитами Ю₁⁴ и Ю₁³.

Литература

Атлас литогенетических типов терригенных отложений юры Томской области. Отчет по договору 3–96, ТПУ: отв. исп. Чернова О.С. Томск, 1997. 269 с.

Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Фаціальная диагностика по материалам ГИС континентальных и прибрежно-морских отложений юры юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. Новосибирск, 1991. С. 171–180.

Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. К проблеме поисков литолого-стратиграфических ловушек в верхнеюрских отложениях юго-востока Западной Сибири // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. Новосибирск, 1991. С. 171–180.

Белозеров В.Б., Даненберг Е.Е., Огарков А.М. Особенности строения васюганской свиты в связи с поиском нефти и газа в ловушках неантиклинального типа // Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири. Новосибирск, 1980. С. 92–100.

Биостратиграфия мезозоя Западной Сибири (уточнение стратиграфической схемы) / Ровнина Л.В., Родионова М.К., Мазур В.М. и др. М.: Наука, 1985. 104 с.

Булыникова А.А., Горовцева Н.И., Звягина Т.А. и др. Наунакская свита (келловей–оксфорд) // Решения и труды Межведомственного совещания по доработке и уточнению унифицированной и корреляционной стратиграфических схем Западно-Сибирской низменности. Тюмень, 1970. Ч. 2. С. 31–36.

Бурлин Е.К., Конюхов А.И., Карнюшина В.Е. Литология нефтегазоносных толщ. М.: Недра, 1991. 286 с.

Буш Д.А. Стратиграфические ловушки в песчаниках. М.: Мир, 1977. 215 с.

Карогадин Ю.Н., Гайдебурова Е.А. Системные исследования слоевых ассоциаций нефтегазоносных бассейнов (по комплексу промыслово-геофизических данных). Новосибирск: Наука, 1989. 108 с.

Карогадин Ю.Н. Введение в нефтяную литологию / Тр. ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР. Новосибирск: Наука, 1990. 239 с.

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

Конибир И.-Э.Б. Палеогеоморфология песчаных тел. М.: Недра, 1979. 256 с.

Лидер М.Р. Седиментология. М.: Мир, 1986. 439 с.

Муромцев В.А. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. М.: Недра, 1984. 260 с.

Основные этапы развития юрского седиментационного бассейна Западной Сибири / Зонн М.С., Корж М.В., Ульмасвай А.Ю. и др. М.: Наука, 1973. С. 49–67.

Особенности геологического строения и фациальная изменчивость юрских нефтегазоносных отложений / Устинова В.Н., Вылцан И.А., Парначев В.П., Жилина Е.Н. // Сб. Инновационные методы и технологии нефтегазопромысловых работ и возможные пути их реализации в юго-восточных районах Западной Сибири. Томск, 2000. С. 101–124.

Оценка перспектив нефтегазоносности Парабельского мегабассейна и прилегающих участков впадин: Отчет о НИР; отв. исп. Брылина Н.А. – инв. 4139. Томск, 2000. 216 с.

Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1979. 535 с.

Прошляков Б.К., Кузнецов В.Г. Литология. М.: Недра, 1990. 444 с.

Рейнек Г. – Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.

Решения и труды Межведомственного совещания по доработке и уточнению унифицированной и корреляционной стратиграфических схем Западно-Сибирской низменности. Тюмень, 1969. Ч. 1. 143 с.

Рухин Л.Б. Основы литологии. М.: Недра, 1969. 779 с.

Седиментология / Градзинский Р., Костецкая А., Родомский А. и др. М.: Недра, 1980. 640 с.

Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. М.: Недра, 1989. 294 с.

Справочник по литологии / Под ред. Н.Б. Вассоевича, В.И. Марченко. М.: Недра, 1983. 509 с.

Стратиграфия, литолого-фациальные и геохимические критерии нефтегазоносности юрских отложений Томской области: Отчет по договору 5226; отв. исп. Казаков А.М. – № ГР 01.9.80001522: 35–97–24/3; инв. 4142. Новосибирск. Томск, 2000. 408 с.

Хеллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. М.: Мир, 1983. 327 с.

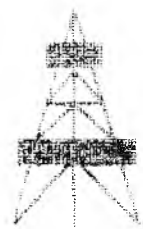
Чернова Оксана Сергеевна –

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений Института геологии нефтегазодобычи при Томском политехническом университете, г. Томск. Область научных интересов – седиментологический анализ резервуаров нефти и газа.

E-mail: ChernovaOS@hw.tpu.ru



ВМЕСТО ПОСЛЕСЛОВИЯ (К ПЕРВОЙ ЧАСТИ)



Во время подготовки настоящего сборника, состоялось рабочее заседание оргкомитета Сибирской межведомственной стратиграфической комиссии (15.04.2003г.), членом которого является автор настоящих строк. На нём принято решение разослать заинтересованным лицам "Наиболее дискуссионные вопросы по стратиграфии мезозоя Западной Сибири". Мои ответы незамедлительно направлены председателю Комиссии Ф.Г. Гулари с просьбой опубликовать их в готовящемся им стратиграфическом сборнике. Неуверенность в том, что они будут там опубликованы, заставляет включить их "вдогонку" в настоящий сборник. Ряд ответов на эти вопросы был дан ранее (см. монографию Ю.Н. Карогодина "Региональная стратиграфия. Системный аспект". Москва: Недра, 1985). Чтобы конкретно и кратко ответить на те вопросы, которые перечислены в "послании", находящиеся в поле зрения наших интересов и разработок, целесообразно опубликовать их полностью.

Наиболее дискуссионные вопросы по стратиграфии мезозоя Западной Сибири (ЗС)

Сибирская региональная межведомственная стратиграфическая комиссия (председатель Ф.Г. Гулари) предлагает обсудить следующие дискуссионные вопросы*.

I. Триасовая система

1. Уточнение фациального районирования (варианты по Решениям..., 1991 и Решениям межведомственного рабочего совещания, Ярославль, 2000).
2. Пространственно-временные соотношения туринской, красноселькупской, тампейской и челябинской серий и их возрастные датировки.
3. *Целесообразность выделения региональных надгоризонтов и горизонтов, принятых в схеме 1991 г.*
4. Возможность разработки параллельных шкал по конхостракам, остракодам, харофитам, флоре, палинологическим данным.
5. Обоснование нижней и верхней границ триасовой системы и ее отделов.
6. Валидность ряда принятых на V МРСС (1991г.) и вновь предлагаемых литостратиграфических подразделений.
7. Соотношение и возраст тампейской серии в стратотипе и парастратотипе и ее расчленение.

Юрская система

II. Нижняя и средняя юра

1. Включение в унифицированную часть схем Западной Сибири параллельных зональных шкал по двустворкам, фораминиферам, диноцистам, флоре и унифицированной шкалы палинозон.

2. *Стратиграфическое положение и объем региональных горизонтов. Предлагаемые для введения в унифицированную часть схем горизонты (китербютский, шараповский, надояхский и др.)*

3. Уточнение фациального районирования (варианты по Решениям..., 1991 и новый вариант фациального районирования).

4. *Стратиграфический объем и валидность нижнеюрских свит, принятых МРСС-90 (шеркалинская, горелая, котухтинская, худосейская и др.); возможность их латерального распространения на южную половину территории ЗСП.*

5. *Положение в разрезе и объем тюменской свиты, ее номенклатурный статус.*

6. *Обоснование включения в схему новых свит, опубликованных до и после 1990 г. (китербютская, перевальная, пешковская, салатская, тогурская, толькинская, тугровская и др.). Стратиграфический объем и латеральное распространение иланской, итатской и макаровской свит.*

III. Верхняя юра

1. Включение в унифицированную часть схем Западной Сибири параллельных зональных шкал по белемнитам, двустворкам, фораминиферам, диноцистам, флоре и унифицированной шкалы палинозон.

2. *Стратиграфическое положение и объем региональных горизонтов. Уточнение стратиграфического объема васюганского, георгиевского и других горизонтов.*

3. Уточнение фациального районирования (варианты по Решениям..., 1991 и новый вариант фациального районирования).

4. *Уточнение стратиграфического положения и латеральных взаимоотношений абалакской, васюганской, наунакской и других свит. Стратиграфическое*

* Жирно курсивом выделены те вопросы, на которые ниже даны краткие ответы.

положение границы подсвит васюганской свиты. Объем и стратиграфическое положение пахомовской и барабинской пачек). Стратиграфический объем и латеральное распространение марьяновской свиты.

5. Уточнение стратиграфического положения продуктивных песчаных пластов.

6. Отражение в схеме аномальных разрезов баженновской свиты.

Меловая система

IV. Нижний мел

1. Отражение на схемах клиноформ неокома западного наклона, их оптимальная терминология, критерии картирования латеральных и вертикальных границ клиноформ, их ранг.

2. Клиноформы восточного наклона (запад бассейна).

3. Наименование, индексация пластов внутри клиноформ.

4. Ачимовская пачка, ее положение в разрезе неокома, ранг, возрастной объем, взаимоотношение с шельфовыми пластами. Индексация продуктивных песчаных пластов

5. Положение в разрезе глинистых пачек: быстринской, нимской, сармановской и др., их названия, ранг, индексация соответствующих сейсмических горизонтов.

6. Наличие или отсутствие перерывов седиментации на границах смежных клиноформ.

V. Верхний мел

1. Уточнение фациального районирования.

2. Включение в унифицированную часть схем Западной Сибири параллельных зональных шкал по двустворкам, фораминиферам.

3. Газалинская пачка, ее распространение, возрастной объем, клиноформное строение, клиноформы верхнего мела.

4. Границы и стратиграфические объемы горизонтов: кузнецовского, ипатовского, славгородского, ганькинского.

5. Обоснование включения в схему новых свит, опубликованных до и после 1990 г. ширтовской и др.

VI. Общие вопросы

1. Отражение в стратиграфической схеме (в соответствии с пунктом 2.20. б) приложения 6 к стратиграфическому кодексу - д 2) основных нефтегазогеологических характеристик стратонтов (нефтематеринские и газоматеринские свиты, лучшие коллекторы, лучшие экраны, главные продуктивные толщи и др.).

На большинство из выделенных жирным курсивом вопросов есть ответы в статье автора (настоящего сборника) "Кризис бассейновой стратиграфии и пути выхода из него. Западная Сибирь (системно-литоло-

гический подход)". Поэтому ниже даются лишь краткие ответы.

Выделение горизонтов (I-3, II-2, III-2), тем более в качестве основных региональных стратонтов, излишнее, необоснованное, надуманное, исключительно российское решение. В одном случае (в фанерозое) выделяется в соответствии с требованиями Кодекса, как сумма местных биозон и в то же время как комплекс свит (местных стратонтов) или их частей, элементов. В другом случае в разрезах древних (рифейских) "немых" толщ – это объединение только литостратонтов (свит) без какого-либо палеонтологического обоснования. Полная эклектика. Считать подобные стратонты изохронными телами, регоярусами, выполняющими (в отличие от свит) корреляционную функцию, значит обманывать себя и других, выдавать желаемое за действительное. Официальное признание важного статуса основного регионального стратона за горизонтом далеко небезобидно и небезвредно для стратиграфии и геологии.

От терминов **горизонт**, **надгоризонт** и **подгоризонт** в предлагаемых Кодексом понятиях и определениях следует отказаться и чем скорее, тем лучше.

Вопрос о валидности существующих (II-6, II-4, 5) и вновь предлагаемых свит (II-6, V-5) и пространственно-временном их положении и взаимоотношении (III-4), будет извечным, если не определиться с самим понятием **свита**. Необходимо дать непротиворечивое операциональное определение этого понятия. Если от свиты не требовать корреляционного свойства, которым не обладает подавляющее их большинство в мезозойском разрезе ЗС, то она не отличается от зарубежной формации. Поэтому подобные породные тела, как и принято во всем мире, логично называть формациями. Если учесть большое желание сохранить термин свита в качестве основных стратонтов бассейновой (местной) стратиграфии, то тогда необходимо их выделять как целостные породно-слоевые системы, тела региональных седиментационных циклов. В качестве примера может служить васюганская свита. Части таких свит-систем, свит-циклитов (сиквенсов, синтем) – это вспомогательные "стратонты". Их можно именовать подсвитами или формациями. В данную категорию картировочных стратиграфических подразделений попадает большинство ныне признанных свит в разрезе мезозоя ЗС.

Процедура выделения свит-систем, свит-тел седиментационных циклов (циклитов) разработана и ее необходимо принять и совершенствовать. Если ею воспользоваться для уточнения пока единственной васюганской свиты-циклита, то верхняя ее граница должна быть совмещена с кровлей "межугольной" толщи в разрезах Томской области и адекватным ей границам других разрезов. "Надугольная толща" с пластами Ю₁^{0.1} и Ю₁^{0.2} – это вместе с барабинской пачкой, базальные пласты георгиевской свиты-циклита и их следует обозначать Ю₁^{0.1} и Ю₁^{0.2}, а барабинские – Ю₁^{0.3}. Верхние пласты васюганского циклита Ю₁² и Ю₁¹ – это возрастные аналоги "межугольной толщи", и они появляются северо-западнее территории Томской области. С принятием предлагаемого варианта меняется примерно на 1/2 яруса объем васюганской и георгиевской свит-систем (свит-циклитов).

• Вопрос о клиноформах верхнеюрских и меловых отложений и их отображении на схемах заслуживает серьезного обсуждения. Васюганская свита юры имеет клиноформное строение, но менее отчетливо выраженное, чем в неокомском разрезе. Не вижу проблемы отображения клиноформного строения васюганской и георгиевской свит на схеме. Сложнее с отображением клиноформной модели неокома. За основу отображения на схеме западных (уральских) клиноформ можно принять модель В.Ф. Гришкевича и др.

• Существует несколько вариантов схем отображения клиноформного строения неокома (IV–I) различных авторов. Эти схемы необходимо обсудить и утвердить единый приемлемый вариант.

• Предложения по индексации продуктивных пластов вообще и клиноформ в том числе (IV–3), опубликованы в статье Ю.Н. Карогодина и др. [2003].

• Ачимовская толща (IV–4) – это не пачка, а пачки, песчано-алевролитовые линзы, возрастные аналоги шельфовых пластов в преимущественно фондоформных частях разновозрастных клиноформ. И это должно найти отражение в их номенклатуре и индексации [Карогодин и др., 2000, 2003].

• Глинистые пачки клиноформ (IV–5) являются их нижними, трансгрессивными частями, а песчаные пласты и горизонты – верхними, регрессивными. Клиноформы неокома – это тела трансгрессивно-регрессивных циклов. Как известно, существуют и другие варианты понимания и выделения клиноформ в разрезе. Названия глинистых пачек нетрудно согласовать. Многие из них имеют общепринятые наименования.

• Стратиграфические несогласия, перерывы, безусловно имеются в разрезе, в том числе и неокома. Циклиты (клиноциклиты) и сиквенсы (тела седиментационных циклов) по определению ограничены несогласиями или адекватными (коррелятивными) им поверхностями. Ранг перерыва определяется рангом циклита [Карогодин, 1974, 1990]. И это должно найти отражение на стратиграфических схемах. На существующем

варианте 1991 г. практически отсутствуют как явные, так и скрытые, а также предполагаемые перерывы.

• Проблемы строения верхнего мела рассматриваются в статьях С. Е. Агалакова, Ю. В. Брадучана и Ю. Н. Карогодина настоящего сборника. По нашему мнению, верхнемеловые отложения, как и неокомские, а также верхнеюрские, имеют клиноформное строение, хотя и менее ярко выраженное, а потому до сих пор с трудом и не многими воспринимаемое.

• На стратиграфических схемах нет смысла отражать оценку отложений в нефтегазогеологическом отношении (V) больше, чем это уже делается. Представление на нефте- и газоматеринские свиты далеко не однозначно. Нефтегазоносные пласты и горизонты (явные и потенциальные) нашли отражение на схемах в номенклатуре и индексации. Экраны – в названиях и обозначениях глинистых пачек, их мощности – в площадном распространении. Это объективные данные, которые могут лишь уточняться, в отличие от гипотетических представлений на нефтегазоматеринскую роль тех или иных стратонов.

Литература

Карогодин Ю.Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность (Западной Сибири). М.: Недра, 1974. 177 с.

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

Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Рыльков С.А., Ершов С.В. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокома (системно-литмологический подход). Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2000. 200 с.

Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А. Ершов С.В. Рыльков С.А. и др. Проблема индексации и номенклатуры продуктивных горизонтов неокома Западной Сибири и пути ее решения // Геология нефти и газа, 2003, № 2.

Ю.Н. Карогодин



Часть II

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА, ПОИСКА СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ, ЛОВУШЕК И ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

(СИСТЕМО-ЛИТМОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД,
РЕАПАК, ВИКИЗ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ)

Ю.Н. КАРОГОДИН*, Ю.Н. АНТОНОВ**, Д.И. РУДНИЦКАЯ***, Д.П. ЮШИН*

*ИГНГ СО РАН, **ИГФ СО РАН, ***СНИИГГУМС

Работа выполнена по грантам РФФИ № 01-05-65180, 02-06-80517, 03-06-06088



В Западной Сибири, как и во многих других нефтегазоносных бассейнах, остро стоит проблема прогноза, поиска и освоения сложнопостроенных резервуаров, ловушек и залежей углеводородов. С целью эффективного решения этой проблемы, напрямую связанной с поддержанием (а тем более с увеличением) уровня добычи нефти и газа, необходимо использовать новейшие методы и оборудование.

В статье показана реальная возможность использования методики и данных высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ) скважин с данными обработки и интерпретации сейсморазведочных материалов средствами системы РеапакРД на основе новейших разработок системно-литмологического подхода.

Ключевые слова: *Западная Сибирь, высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ) скважин, сейсморазведка, система РеапакРД, системно-литмологический подход, прогноз, поиск, залежи нефти и газа.*

Залежи нефти и газа, связанные с простыми (пластовыми, массивными) резервуарами и структурными (преимущественно сводовыми) ловушками, практически уже выявлены во всех известных нефтегазоносных бассейнах России. В Западной Сибири (ЗС) прирост запасов углеводородов (УВ) так же идёт за счёт открытия сложнопостроенных залежей УВ [Карогодин и др., 2000]. Их сложность проявляется в следующем. Отсутствие (или слабое, второстепенное) влияние структурного контроля ловушек. А это напрямую отражается в эффективности поисково-разведочных работ традиционными геолого-геофизическими методами. В последние годы «коэффициент удачи» поисковых скважин в ЗС резко снизился (до 20–25 %) и продолжает падать. Следствие – резкое снижение нефтяными компаниями поисково-разведочного бурения, а следовательно, и прироста запасов.

К сложнопостроенным и нетрадиционным для ЗС залежам следует отнести скопления УВ в литологических, стратиграфических ловушках, их сочетания и комбинации с другими типами и элементами тектонического экранирования.

Наиболее яркими примерами открытия подобных нетрадиционных для ЗС залежей УВ являются скопления УВ в песчано-алевролитовых линзах берриас-валанжин-готерива ачимовской толщии центральных и север-

ных районов ЗС. Это не отдельные залежи, а такие гигантские нефтеносные зоны, как Приобская [Карогодин и др., 1996], газоносная Восточно-Уренгойская [Брехунцов и др., 1999; Нежданов и др., 2000] и другие, также литологические залежи нефти в тонких трещиноватых слоях глин абалакской свиты верхней юры Красноленинского свода. До сих пор нет надёжной методики поиска, разведки и подсчёта запасов в литологических ловушках битуминозных аргиллитов бажендовской свиты.

Традиционная обработка и интерпретация сейсморазведочных данных зачастую не дают ожидаемых результатов. В полной мере это относится и к интерпретации геофизических методов исследования скважин, в том числе данных бокового каротажного зондирования скважин (БКЗ).

Ещё одна проблема, с которой сталкивается разведка и эксплуатация залежей, связана со сложностью строения самого продуктивного горизонта. Она проявляется в его литолого-фациальной (генетической) неоднородности, отражающейся, как правило, в резком изменении фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЕС) как по вертикали продуктивного горизонта, так и по площади его распространения. Стандартные промыслово-геофизические и литостратиграфические методы (а тем более сейсморазведочные) не позволяют дифференцировать разрез по ФЕС.

Выше названы лишь наиболее значимые и очевидные проблемы поиска, выявления и освоения сложнопостроенных залежей УВ. Они усиливаются при горизонтальном бурении, которое всё интенсивнее используется в ЗС со значительной экономической эффективностью при добыче нефти и газа. Так, при горизонтальном бурении на Приобской площади с последующим гидроразрывом из продуктивных отложений получают до 600 и даже 1000 т нефти в сутки.

Для создания моделей сложнопостроенных залежей УВ авторами предлагается система инновационно-эксклюзивных геолого-геофизических методов, способная преодолеть отмеченные и многие другие трудности при поисках, разведке, доразведке и эксплуатации (в том числе и при горизонтальном бурении скважин) залежей. Следует отметить открытость этой системы для дополнения и интеграции с другими геолого-геофизическими методами как традиционными, так и новыми. Априори можно утверждать, что в самое ближайшее время эта система будет дополнена петрофизическими и литолого-фашиально-седиментологическими методами.

Ниже кратко рассматриваются новизна, важность и основные возможности при интеграции трёх методов для моделирования сложнопостроенных залежей УВ. Данного типа залежи требуют детального расчленения, а также корреляции продуктивной части разреза. Палеонтологические методы здесь бессильны. Как показывает опыт, даже в один самый дробный биостратон – зону – укладывается до пяти (!) некомских клиноформ общей мощностью в десятки – первые сотни метров [Карогодин и др., 2000]. К тому же многие продуктивные стратиграфические интервалы (не менее 30 % разреза) не содержат фауны. Это нижне-, среднеюрские отложения большей части территории ЗС, барремские, аптские, сенноманские, выделяемые условно “по положению в разрезе” и палинологическим данным. Традиционная литостратиграфия, широко используемая в этих целях, всё чаще и чаще даёт сбой, так как базируется на изучении данных стандартного каротажа скважин и фрагментарно (а главное бессистемно) отбираемого в них керна.

Этот пробел при детальном расчленении и корреляции разрезов нефтегазоносных отложений успешно выполняет литмостратиграфия. Сущность, методика и апробация такого подхода изложены в ряде работ [Карогодин и др., 1985, 1990, 1996, 2000; и др.], поэтому нет необходимости подробно останавливаться на этих вопросах. Следует лишь отметить, что детальная (попластовая) литмостратиграфическая корреляция до последнего времени базировалась на данных БКЗ с “привязкой” (по возможности) к данным по керну.

Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование скважин [Антонов, 1981; 1999, 2001, 2002], вытесняющее БКЗ, позволяет выполнять эти процедуры с высокой разрешающей способностью. Поскольку аппаратура и методика ВИКИЗ являются относительно новыми технологическими средствами и пока ещё мало известными широкой аудитории геологов и геофизиков, то целесообразно кратко остановиться на их характеристиках, а затем показать, что это даёт для использования в системно-литмостра-

тиграфическом анализе, который является основой моделирования сложнопостроенных (как и любых других) залежей УВ.

Скважинная часть аппаратуры включает от пяти до девяти геометрически и электродинамически подобных индукционных зондов. Они “сфокусированы” на исследование электропроводности некоторой области среды, начиная с некоторого удаления от скважины. Схему пространственной чувствительности зондов можно представить следующим образом. Центры областей максимальной “чувствительности” электромагнитных откликов находятся на окружностях с различными радиусами. Для комплекса ВИКИЗ, состоящего из пяти зондов (ИК-0.5 м – ИК-0.7 м – ИК-1.0 м – ИК-1.4 м – ИК-2.0 м), по мере увеличения их длины и уменьшения рабочей частоты, радиусы этих окружностей относительно скважины можно принять 0.30 – 0.42 – 0.60 – 0.84 – 1.20 м соответственно. При общем понижении удельного электрического сопротивления (УЭС) они будут уменьшаться и, наоборот, увеличиваться в высокоомных средах. Пространственное разрешение геологического разреза определяется, в частности, размерами измерительных баз геометрически подобных зондов. Для самого короткого зонда (ИК-0.5 м) база равна 0.1 м, а для самого длинного (ИК-2.0 м) – 0.4 м. В целом обоснованное применение высоких частот для генерирования электромагнитных полей обеспечивает высокую разрешающую способность. Это позволяет детализировать электрические свойства прискважинной зоны и геологического разреза в радиальном и вертикальном направлениях.

Использование данных ВИКИЗ в литмостратиграфическом анализе позволяет решать следующие задачи.

Обоснованное выделение (опознание) границ породно-слоевых систем (циклитов, сиквенсов) различного ранга. Это процедура в исследовании систем любой природы (живой и неживой) является важнейшей, основной. Особенно это актуально при выделении систем, пространственно не разобренных (не разделённых). Именно к системам такого рода относятся породно-слоевые системы. Как известно, границами циклитов и сиквенсов, как целостных систем, являются стратиграфические несогласия и коррелятивные им поверхности. Данные ВИКИЗ наиболее надёжно позволяют опознавать такие границы в непрерывном породно-слоевом пространстве геологического разреза.

Выявление и прогноз стратиграфических несогласий также весьма важный элемент в интерпретации данных ВИКИЗ в поисково-практическом отношении. Основные залежи – подавляющее большинство месторождений-гигантов (и супергигантов) и целых нефтегазоносных зон мира являются стратиграфическими или с элементами стратиграфического несогласия (Бурган, Кхавар, Хасси-Мессауд, Прадхо-Бей, Панхендал-Хьюгтон, Ист-Техас, Талинское, Самотлорское, Юрубчено-Тахомское и др.).

Высокая разрешающая способность метода ВИКИЗ позволяет выделять в разрезе нефтегазоносных бассейнов (НГБ) не только породно-слоевые системы – циклиты (сиквенсы), но и их элементы. И это весьма важно

для расшифровки их структуры, строения и создания моделей залежей, особенно сложнопостроенных. Это важно как в теоретическом плане для определения структурного типа системы (циклита), так и в практическом.

Установлено, что фильтрационно-емкостные и экранирующие свойства пород тесно связаны со структурой циклитов, с их элементами. В центральных и северных районах Западной Сибири основные горизонты коллекторов приурочены к регрессивным частям циклов. В отложениях финально-регрессивных (ФР) элементов циклита они отличаются повышенными мощностями и существенно улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами. Инициально-трансгрессивные (ИТ), базальные слои, как правило, имеют значительно худшие фильтрационно-емкостные свойства. Данные ВИКИЗ позволяют разделить отложения этих двух элементов циклита (группы парасиквенсов). Отсюда следует возможность качественно оценить и прогнозировать фильтрационно-емкостные свойства коллекторов залежи с ограниченным использованием трудоёмко-дорогостоящих лабораторных петрофизических данных.

По данным БКЗ элементы породно-слоевой системы, как правило, не выделяются, оставаясь неограниченными и в продуктивных толщах (как “пласт” или “горизонт” одной какой-либо свиты). Хотя нередко в разрезах целых зон они разделены даже перерывами в осадконакоплении и размывами нижележащих отложений. Это характерная ошибка стратиграфов, геологов-нефтяников, узаконенная в официально принятой стратиграфической схеме 1991 г.

Немаловажен в практическом отношении и еще один момент при системно-литологической интерпретации материалов Викиз. Наилучшими экранирующими (и корреляционными) свойствами обладают даже маломощные (первые метры) пачки тонкоотмученных глин, формировавшихся в финально-трансгрессивные фазы циклов*. Ярким примером является сравнительно маломощная кошайская пачка апта, удерживающая гигантскую нефтяную залежь (группы пластов АВ) высотой почти 150 м Самогторского месторождения. Аналогичные функции выполняет прослой тонкоотмученных глин чеускинской пачки, перекрывающих продуктивный пласт БС-10 (рис. 1).

В качестве примера на рис. 2 показано использование данных ВИКИЗ для расшифровки системно-литмологической структуры продуктивной готерив-баррем-аптской части разреза гигантского Федо-

ровского месторождения нефти (Сургутский свод, Западная Сибирь). Одна из основных залежей нефти этого месторождения (как и на Самотлорском месторождении) связана с финально-регрессивными барремскими отложениями (группа пластов АС) пимского регионального циклита, а точнее – быстринского субрегионального в его составе.

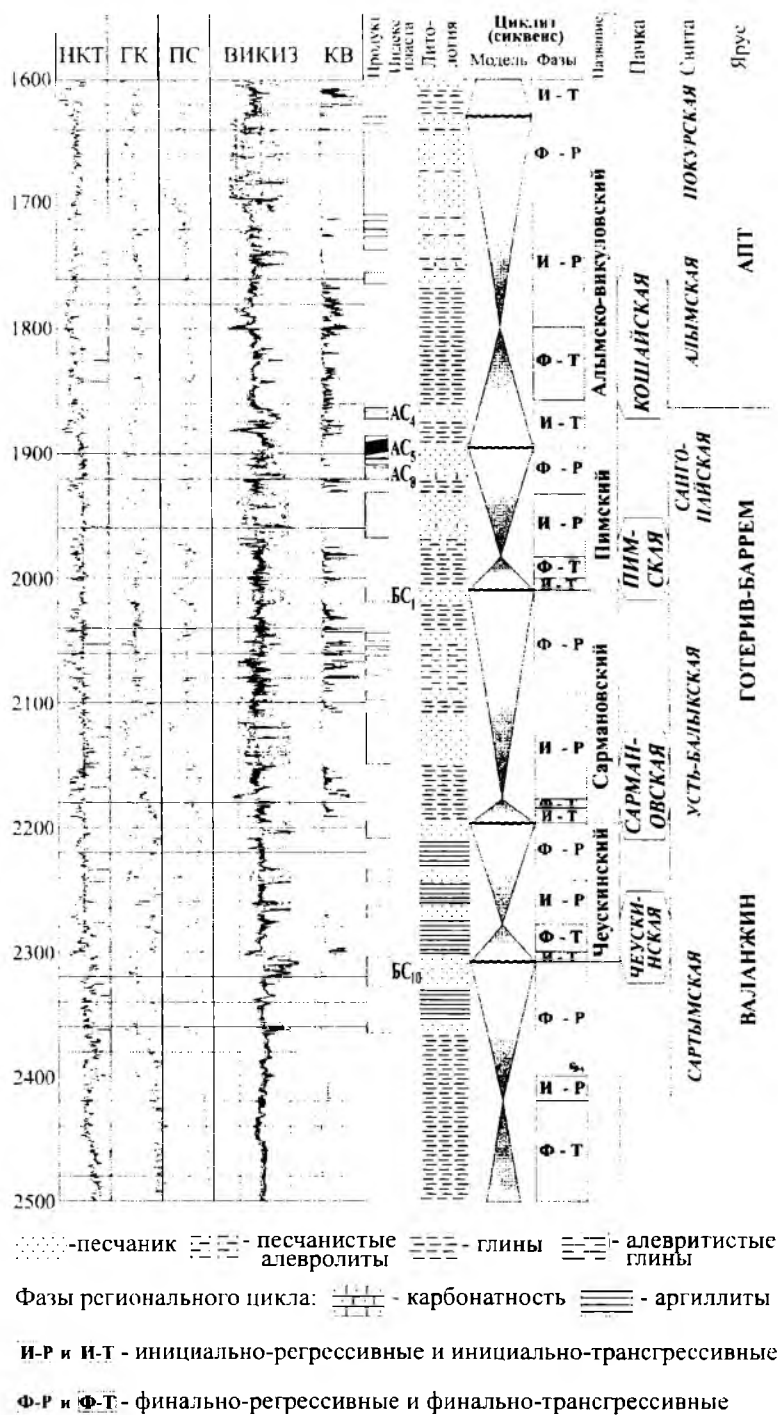


Рис. 1. Литостратиграфическая модель продуктивных валанжин-аптских отложений скважины 4260 Федоровского месторождения по данным ВИКИЗ (1600-2500м).

* В статье В.Ф. Гришкевича они названы ядрами.

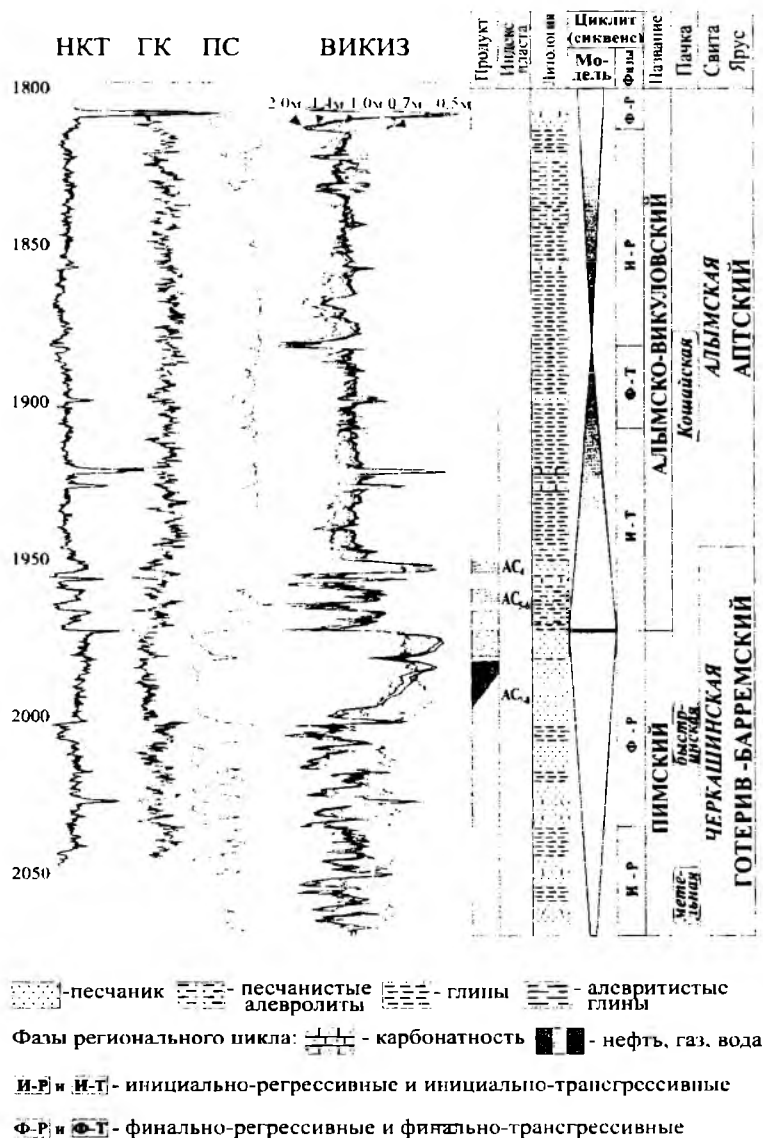


Рис. 2. Литостратиграфическая модель продуктивных готери-аптских отложений скважины 4614 Федоровского месторождения по данным ВИКИЗ.

По диаграммам ВИКИЗ видно, что эти отложения, насыщенные нефтью и газом (пласты AC_{4-8}), обладают наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами во вскрытой части разреза. Они экранируются маломощной толщей тонкоотмученных глин. Их аномально низкое удельное сопротивление связано с увеличением концентрации солей в остающейся поровой воде. Такие характерные признаки свидетельствуют об относительно высокой проницаемости подстилающих коллекторов.

Вышележащие инициально-трансгрессивные базальные слои ("рябчик") алымско-викуловского циклита апта имеют значительно худшие коллекторские свойства. Вся толща (мощностью около 20 м) представлена переслаиванием алеврито-глинистых песчаников. Отложения агрегационных парасиквенсов (в терминах сиквенс-стратиграфии) формировались при низком стоянии уровня моря без явной направленности его изменения. Эти пласты-коллекторы (AC_{4-8}) насыщены газом (газовая шап-

ка). Экраном для них служит достаточно мощная глинистая алымская свита апта с относительно маломощной кошайской пачкой. Эта пачка (ядро) сформировалась в финале трансгрессивной половины цикла.

В связи с тем что нефтяная оторочка в пластах AC_{7-8} разрушается горизонтальными скважинами, при их проводке важно не выходить из нефтенасыщенной финально-регрессивной части (элемента) пимского циклита.

Ниже будет показана необходимость точной ориентации бурения в переходах от "воды к нефти" и от "нефти к газу" с целью оптимальной навигации горизонтальных скважин.

В настоящее время в разработку вовлекается все большее количество продуктивных пластов, являющихся маломощными. Нефтяная часть пластов при контакте с подошвенной водой и газовой шапкой становится недонасыщенной частью коллектора, т.е. нефтяной оторочкой. Насыщение нефтяной оторочки неравномерное – чем ближе к ВНК, тем меньше нефти в порах коллектора. В оторочке выше ВНК формируется переходная зона. Её мощность может достигать десяти метров (и более). На рис. 2 оторочка в пласте AC_{7-8} представлена переходной зоной. Электрические свойства этой толщи пласта представлены на диаграммах зондирования увеличением удельного сопротивления в неизменной части пласта. Проникновение пресной воды из скважины вытесняет нефть и часть пластовой воды из около скважинной зоны пласта. Как видно на рис. 2, этот процесс отражается инверсией коротажных кривых в техногенной зоне коллектора.

При разработке оторочек качество и количество извлекаемых углеводородов существенно снижается. В таких объектах экономически малоэффективны традиционные геофизические методы оценки насыщения и разделения коллекторов по фильтрационно-емкостным свойствам. Это связано с тем, что переходная зона содержит воду, которая легко извлекается вместе с нефтью. Изменения электрических свойств в переходных зонах, обусловленные техногенными процессами, часто не позволяют точно определить истинные сопротивления коллектора.

Проводка скважин наклонно направленного бурения, в частности, с горизонтальным завершением, включая боковые врезки ствола из обсаженных скважин старого фонда, является одной из актуальных проблем. Методом ВИКИЗ и его модификациями (высоко-частотным электромагнитным зондированием) на Федоровском месторождении ЗС проведено и исследовано более четырехсот скважин с горизонтальными стволами длиной более 500 м.

Данные о тонкой структуре продуктивных пластов позволяют корректировать направление бурения сква-

жин с оценкой ФЕС и насыщения пласта-коллектора, добиваясь оптимальных дебитов нефти.

Таким образом, ВИКИЗ позволяет решать комплекс как научных задач нефтяной (даже седиментационной) геологии и системного анализа, так и прикладных вопросов.

Литмологическое расчленение терригенных отложений с выделением коллекторов целесообразно рассмотреть по данным каротажа вертикальных скважин. Такой разрез обычно описывается классическими одномерными моделями. Это, прежде всего, модели с несколькими коаксиальными границами, разделенные на пласты системой плоскопараллельных границ. В рамках этих моделей кажущиеся параметры измеренных полей трансформируют в истинные значения. Это позволяет восстанавливать разрез и выявлять даже незначительные отклонения от идеализированных моделей.

В качестве примера на рис. 3 приведены фрагменты каротажных диаграмм при вертикальном вскрытии продуктивного песчаника. Эти данные сопровождаются результатами расчета водонасыщения переходной зоны по данным ВИКИЗ. Граница переходной зоны от "воды к нефти" отчетливо выделяется на диаграммах ВИКИЗ по двум качественным признакам. Во-первых, электропроводность пласта в его неизменной части, по данным длинного зонда (ИК-2.0/1.20 м), почти линейно увеличивается вверх от уровня ВНК по разрезу. Это означает уменьшение количества пластовой воды и уве-

личение содержания нефти в поровом пространстве. При этом, как видно из данных методов НКТ, ГК и ПС, вещественный состав и емкостные свойства песчаника остаются практически неизменными по всей мощности пласта-коллектора. Во-вторых, диаграммы зондов инвертируют по мере подъема от уровня ВНК. Инверсия кривых при перемещении к кровле пласта постепенно исчезает. В этом интервале, т.е. около кровли коллектора, наблюдается положительный градиент УЭС от скважины в пласт, который вызван замещением нефти фильтратом бурового раствора скважины, и не отмечается подвижной пластовой воды. Следует отметить, что соотношение минерализаций фильтрата бурового раствора и пластовой воды равно 0.1.

Как видно на рис. 3, коллектор существенно дифференцирован по электрическим свойствам. Так, например, ниже ВНК коллектор выделяется отрицательным градиентом удельного сопротивления от скважины в глубь пласта. Здесь соленая пластовая вода вытеснена пресным фильтратом бурового раствора.

Выше ВНК в переходной зоне коллектора формируется "окаймляющая зона", размеры и радиус которой меняются по мере увеличения нефтенасыщения коллектора. Окаймляющая зона является зоной инверсии каротажных диаграмм. В этой зоне завершается отрицательный градиент УЭС, переходящий в положительный градиент по направлению от скважины в пласт. Выше переходной зоны, которая ограничена глинистой линзой (отметка 1801 м), наблюдается только положительный

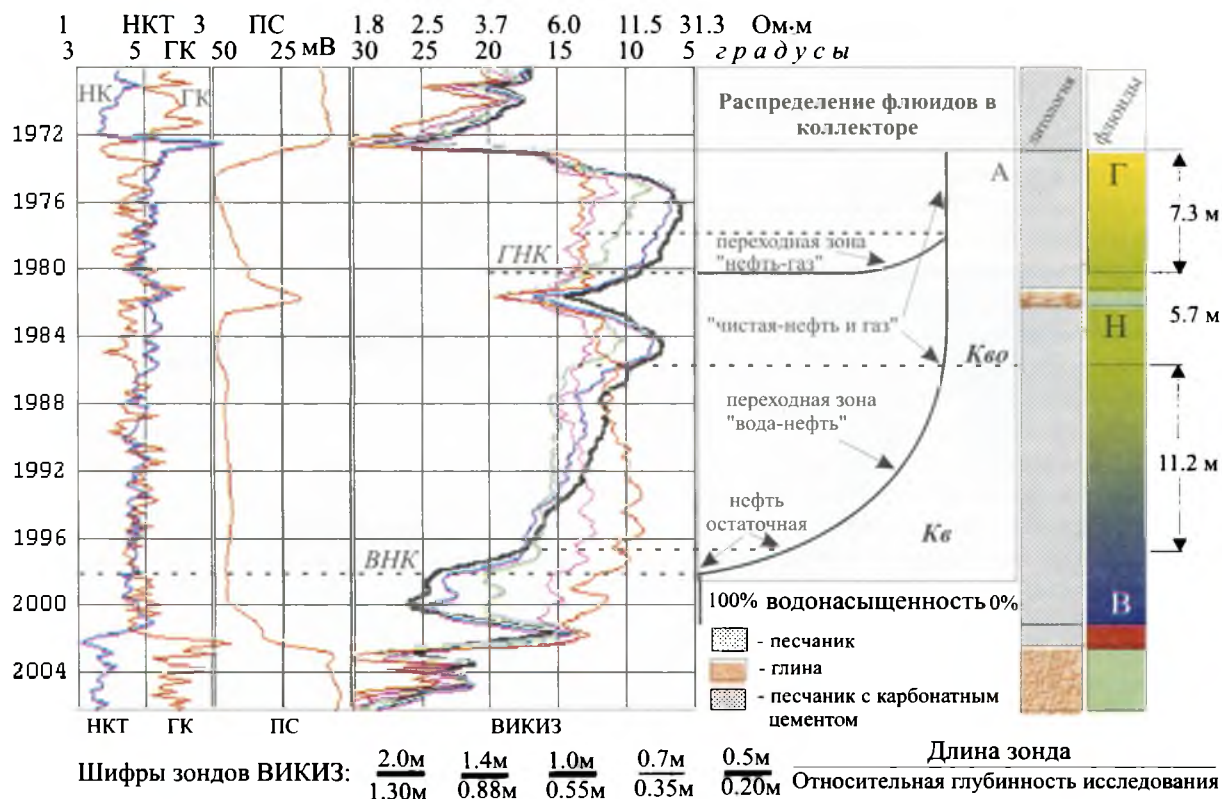


Рис. 3. Разрез залежи пластов АС_7-8. Федоровское месторождение.

А. Схема распределения пластовых флюидов в переходной зоне.

градиент. В этом интервале замещение нефти и газа фильтратом из скважины приводит к уменьшению удельного сопротивления в зоне проникновения. Это свидетельствует, как отмечалось выше, о малом количестве подвижной пластовой воды.

Отмеченные особенности изменения электрических свойств по всей толщине коллектора, начиная с отметки 2001и до 1973 м, объясняются различным содержанием пластовых флюидов (пластовой воды, нефти и газа), а также процессами вытеснения их слабо соленым фильтратом бурового раствора. Содержание пластовых флюидов в поровом пространстве коллектора можно оценить по графику, приведенному на рис. 3.

Неоднородности в теле песчанистого пласта отражены в литологической колонке: на отметке 1981.5 м – глина, а на 2002 м – цементированный песчаник. Пласт покрывают и подстилают глинистые отложения.

Над кровлей коллектора выделяется глинистый пласт. В его подошве на контакте с коллектором отмечается тонкий пропласток глин существенно пониженного удельного сопротивления. Обычно такие изменения УЭС глин связывают с наличием хорошо проницаемых песчаников и падением давления флюида в глинах по направлению к песчанику. Это может приводить к выходу воды из глин в песчаник. После отхода флюида глины уплотняются, давление в порах уменьшается, а минерализация воды увеличивается. Такой процесс тесно связан с высокой проницаемостью песчаника на большой площади контакта глин. Это способствует относительно легкому выходу воды из глин. При “отжатии” воды из глин в проницаемый песчаник пористость последних уменьшается, а минерализация пластовой воды и электропроводность глин в зоне контакта увеличивается. Данное утверждение верно при условии постоянства произведения пористости на минерализацию воды в порах глин. При низкой проницаемости песчаника и небольшом его распространении по площади (по сравнению с глинами) выход воды из глин является незначительным, следовательно, аномальный эффект не наблюдается.

Практическая ценность такой геоэлектрической диагностики разреза требует более широкого исследования и анализа данных ВИКИЗ.

Оценка насыщения коллекторов нефтью базируется на двух основных положениях. Первое связано с широко используемой в практике эмпирической зависимостью параметра пористости от коэффициента водонасыщения пласта. Второе – отражает функциональную связь измеряемого в ВИКИЗ параметра – разности фаз, с истинным удельным сопротивлением пласта или его электропроводностью.

Как известно, фильтрационно-емкостные свойства пластов-коллекторов зависят от большого числа параметров. В частности, к ним относятся минеральный состав породы и цемента, их гидрофильность или гидрофобность, содержание связанной и капельной воды, гранулометрический состав и упаковка частиц, минерализация пластовой воды и форма порового пространства, геологическое время и др.

Перечисленное многообразие параметров создает большие проблемы в наведении “прочного моста” между лабораторными данными о физических свойствах керн и количественной интерпретацией данных ГИС.

Данные геофизических методов необходимо согласовывать с петрофизической информацией о геологическом разрезе. Одна из проблем согласования заключается в разном масштабе неоднородностей. На измерения методами ГИС влияет широкий спектр микро- и макро-неоднородностей, в отличие от данных по керну, которые характеризуют в основном микро-неоднородности.

Электромагнитные изопараметрические зондирования с высоким разрешением техногенных изменений около скважины открывают новые возможности в решении задач промысловой геологии. Например, при вскрытии пластов-коллекторов, содержащих нефтяную оторочку (переходную зону), среда вокруг скважины становится сильно неоднородной по электрическим свойствам. Внедрение слабо соленого фильтрата бурового раствора “из-под долота” вытесняет в первую очередь подвижную нефть, а затем сильно соленую пластовую воду и её смесь с фильтратом. При этом образуется окаймляющая (буферная) зона за фронтом вытесненной нефти. Со временем окаймляющая зона оттесняется в глубь пласта силами давления фильтрата, что приводит к её “размыванию”. В результате контрастность электрических свойств между частью пласта около скважины и неизменным пластом постепенно снижается. Электрической моделью таких процессов является среда с тремя неизвестными электропроводностями, которые условно можно разделить двумя цилиндрическими границами (параметры скважины считаются известными).

Отмеченное выше формирование электрических неоднородностей относится к условиям достаточно высокой репрессии бурового фильтрата на коллектор. Такие примеры многочисленны по ряду регионов Западной Сибири, где широко применяется метод ВИКИЗ. Вместе с тем существуют примеры вскрытия пластов при низкой репрессии на коллекторы. В этих случаях отмечаются неглубокие проникновения с характерными отличиями для продуктивных и водонасыщенных пластов. Как правило, нефтеносные пласты выделяются понижающим проникновением при ранних измерениях после вскрытия коллекторов и при низких репрессиях на пласт. Водонесные пласты выделяются повышающим проникновением, если вода фильтрата отличается меньшей минерализацией от воды пластовой.

Для решения задачи в рамках моделей каротажа достаточно иметь, по меньшей мере, пять независимых измерений с высокой разрешающей способностью вокруг скважины. Такие возможности предоставляются на основе интерпретации данных метода ВИКИЗ. Методическая сущность заключается в следующем.

Зондами ВИКИЗ измеряют разность фаз (D_j). Это одна из чувствительных характеристик электромагнитного поля к изменениям электропроводности среды. Кроме того, эта характеристика удобна для построения соответствующих технических средств измерения высокочастотных полей и их метрологии.

Итак, разность фаз, измеряемую в однородной изотропной среде, представляют через относительные безразмерные параметры p_{11} и p_{21} в следующем виде:

$$Dj = p_{11} - p_{21} - \arctg [(p_{11} - p_{21}) / (1 + p_{11} + p_{21} + 2p_{11}p_{21})]. \quad (1)$$

Параметры p_{11} и p_{21} для изопараметрических зондов ВИКИЗ зависят главным образом от удельного сопротивления пласта r_n .

Учитывая численные значения изопараметров аппаратуры ВИКИЗ, как некоторые фиксированные коэффициенты зондов, выражение для разности фаз можно представить в следующем виде:

$$Dj = A(1/r_n)^{0.5} - \arctg \{ [A(1/r_n)^{0.5}] / [1 + B(1/r_n)^{0.5} + C(1/r_n)] \}. \quad (2)$$

Здесь коэффициенты A , B и C – постоянные величины.

Оценка коэффициента водонасыщения пластов выполняется по измеренной величине разности фаз, соответствующей той части пласта-коллектора, которая не подвергалась техногенным изменениям в процессе бурения скважины.

В решение задачи по оценке коэффициента водонасыщения пластов (K_n) заложено уравнение Арчи в следующем виде:

$$K_n = (r_{nn} / r_{nnn})^n. \quad (3)$$

Эту зависимость можно представить в параболической форме, если принять величину степени смачивания породы $n = 2$:

$$K_n = [(r_{nn})^{0.5}] \cdot [(1/r_n)^{0.5}]. \quad (4)$$

Здесь r_{nn} – удельное сопротивление пласта при 100%-м насыщении коллектора пластовой водой. Для пласта с переходной зоной (см., например, рис. 3) в качестве r_{nn} можно использовать соответствующее значение удельного сопротивления ниже границы ВНК; $r_{nnn} = r_n$ – УЭС в неизменной части пласта на интервале переходной зоны с неизвестными объемами воды (в), нефти (н) и газа (г).

Как известно, метод ПС широко используется в Западной Сибири для оценки пористости песчано-глинистых коллекторов. Достоверность таких оценок пористости обеспечена данными петрофизического анализа керна. Реализованное в аппаратуре ВИКИЗ измерение диаграммы ПС одновременно с диаграммами электромагнитного зондирования, безусловно, полезная реализация.

Учитывая в (2) соотношение (4), получим выражение для разности фаз в зависимости от коэффициента водонасыщения и удельного сопротивления r_{nn} :

$$Dj = A(1/r_{nn})^{0.5} K_n - \arctg \{ [A(1/r_{nn})^{0.5} K_n] / [1 + B(1/r_{nn})^{0.5} K_n + C(1/r_{nn}) K_n^2] \}. \quad (5)$$

Отсюда следует функциональная зависимость между коэффициентом водонасыщения пласта, разностью фаз и удельным сопротивлением r_{nn} :

$$K_n = F(Dj, r_{nn}). \quad (6)$$

Эта зависимость, рассчитанная по формуле (5), показана на рис. 4.

По данным ВИКИЗ достаточно просто выделяется водоносная часть и переходная зона коллектора. В качестве такого примера можно сослаться на рис. 3, где приведен фрагмент диаграмм ВИКИЗ и ПС в одной из скважин Федоровского месторождения. Вертикальной скважиной пересечены песчано-глинистые отложения. Вся толща пластов АС₇₋₈, включая переходную зону, выделяется практически постоянной аномалией ПС. Весь интервал характеризуется равным значением коэффициента пористости. Трансформации разности фаз в величины УЭС можно выполнять по кривой для однородной среды. Такая оценка упрощается, когда кривые зондов большой длины сближаются или совпадают, что соответствует отсутствию техногенных изменений электрических свойств пласта.

Схема оценок насыщения пласта нефтью, которая контактна с подошвенной водой, достаточно проста. Определяют r_{nn} ниже ВНК (контроль пористости по ПС) и значение разности фаз на интересующем пикете переходной зоны. По зависимости (6), представленной на рис. 4, оценивают общий коэффициент водонасыщения коллектора.

Результаты оценки насыщения коллектора снизу вверх следующие. Ниже ВНК $K_v = 1$. На границе критических значений удельного сопротивления (“остаточная нефть+вода”) $K_v = 0.75$. В переходной зоне K_v уменьшается с 0.70 до 0.30. В насыщенной продуктивной зоне коэффициент водонасыщения (остаточной воды) оценивается в пределах 0.30–0.27.

Приведем еще один методический прием экспресс-оценки продуктивного коллектора.

Электрические свойства пород тесно связаны с их объемной влажностью. Параметр объемной влажности

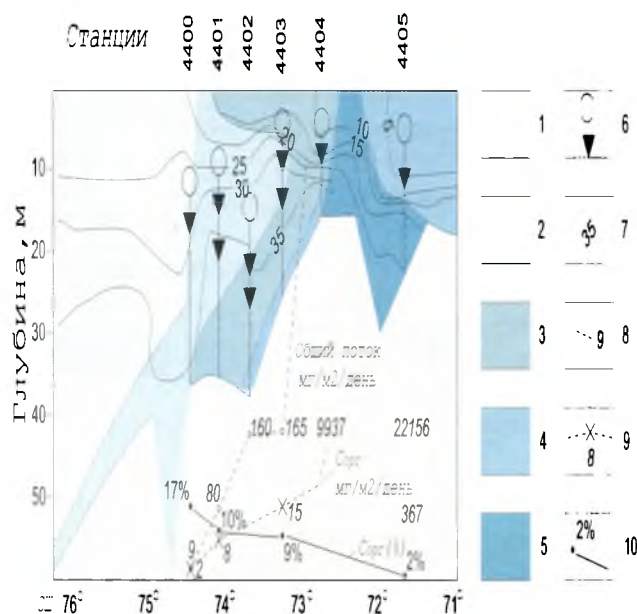


Рис. 4. Зависимость коэффициента водонасыщения от разности фаз для различного удельного сопротивления пласта при 100%-м насыщении пор пластовой водой.

является функцией произведения коэффициентов пористости и водонасыщения $W = K_p \cdot K_n$. Используя параболическую связь этих коэффициентов с параметрами пористости и насыщения, имеем следующее уравнение:

$$r_n = r_p / W^2. \quad (7)$$

Здесь r_p – удельное сопротивление пластовой воды.

Учитывая в (2) соотношение (7), получим выражение для разности фаз в зависимости от коэффициента объемной влажности и удельного сопротивления пластовой воды:

$$Dj = [A W / (r_p)^{0.5}] - \arctg \{ A / [(r_p)^{0.5} W^{-1} + B + C W] \}. \quad (8)$$

Следовательно, между относительной влажностью, разностью фаз и удельным сопротивлением пластовой воды существует функциональная связь:

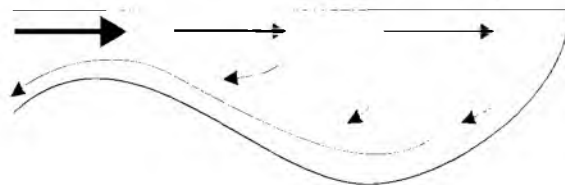
$$W = f(Dj, r_p). \quad (9)$$

Эта функциональная связь рассчитана по формуле (8) и представлена графически на рис. 5.

Таким образом, данные ВИКИЗ, соответствующие истинному значению разности фаз пласта-коллектора, позволяют оценить объемное содержание воды, если известно её удельное сопротивление. Для зависимости (8) существуют предпосылки к меньшим погрешностям соответствующих оценок, чем по уравнению (5).

Оперативные измерения разреза (модификация ВИКИЗ для аппаратуры в процессе бурения – ВИК-ПБ) при движении за долотом, а затем при подъеме бурового инструмента, позволяют оценить текущий коэффициент вытеснения нефти. Имея данные об электрических свойствах пластовой воды и воды фильтра, находят значения объемной влажности в пласте $-W_{пл}$ и в промытой зоне пласта $-W_{пл}$. По этим данным рассчитывают текущий коэффициент вытеснения нефти (для известной эффективной пористости пласта-коллектора $-K_p$):

Средиземноморский тип циркуляции
испарение >> приток



Лагунный (черноморский) тип циркуляции
приток >> испарение

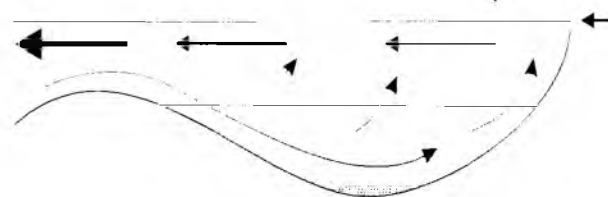


Рис. 5. Зависимость коэффициента объемной влажности пласта от разности фаз. Шифр кривых – удельное сопротивление пластовой воды.

$$K_{выт} = (W_{пл} - W_{пл}) / (K_p - W_{пл}). \quad (10)$$

Точность определения коэффициента вытеснения нефти возрастает при увеличении минерализации промывочной жидкости и пластовой воды, снижающих влияние поверхностной проводимости пород.

Результаты оценки критических параметров, приведенные в таблице, получены по данным ВИКИЗ в скважинах вертикального бурения. Интерпретация выполнена по методике, краткое обсуждение которой изложено выше.

По результатам зондирования залежей пластов из вертикальных скважин сделаны следующие выводы:

1. Вытеснение пластовых флюидов в ПЗ происходит бифронтально: фильтрат – буфер солёной воды – пластовый флюид”

Критические параметры на уровне ВНК

Скважина №	Глубина по скважине, м	Абс. глубина до кровли АС, м	$\rho_{вп} / \rho^*$	$\Delta\phi^*$	K_v^*
4599	2132.0	1804.3	2.4/4.6	17.4	0.70
4614	1996.4	1806.2	2.5/5.2	17.2	0.72
4640	1945.6	1811.4	2.5/4.9	17.1	0.71
4659	2045.7	1813.7	2.4/4.6	17.5	0.71

Примечание. Dj^* , r^* , K_v^* – критические значения разности фаз, удельного сопротивления и коэффициента водонасыщенности, на уровне выше ВНК на 1.0–1.5 м.

2. Буферная (окаймляющая) зона контролирует толщину переходной зоны пласта-коллектора и является прямым признаком промышленного содержания нефти.

3. Численное значение разности фаз в переходной зоне пластов находится в прямой зависимости от коэффициента водонасыщения (нефтенасыщения) коллектора.

4. Критическое удельное сопротивление продуктивного коллектора приходится на нижнюю границу ПЗ, которая на 1.0–1.5 м выше ВНК. Над этой границей зарождается инверсия кривых ВИКИЗ, которая постепенно затухает к кровле пласта.

5. Выше и ниже ПЗ наблюдается “безбуферное” вытеснение пластовых флюидов. Так, насыщенные нефтью (газом) интервалы отмечаются неглубоким понижающим проникновением и высоким удельным сопротивлением пласта, а водоносные коллекторы ниже ВНК фиксируются повышающим проникновением и низким значением удельного сопротивления.

6. Отмеченные признаки позволяют оптимизировать навигацию горизонтальных скважин в ПЗ.

Геонавигация горизонтальных скважин. Зоны проникновения вокруг горизонтальных скважин в залежах пластов АС₄ и, вскрытых бурением горизонтально и вертикально, имеют общие техногенные закономерности. Прежде всего это относится к зонам буферного скопления соленой пластовой воды. Чем ближе к ВНК, тем контрастнее электрические характеристики между зоной пласта примыкающей к скважине с повышенными значениями удельного сопротивления и буферной зоной с низким удельным сопротивлением. При этом возрастает доля воды в порах пласта и уменьшается доля нефти.

На ранних этапах каротажа, выполненного с малым разрывом во времени после бурения, с наибольшей достоверностью оценивается истинное удельное сопротивление пласта. Признаки инверсии кривых зондирования являются достаточными, чтобы делать заключение о присутствии в пласте (на данной абсолютной глубине) не только подвижной нефти, но и подвижной пластовой воды. В совокупности, используя данные об удельном сопротивлении неизменной части коллектора и о признаках появления буферной зоны, результаты зондирования позволяют скорректировать положение ствола ГС по её глубине. Одним словом, эти характеристики, измеряемые ВИКИЗ, позволяют оптимизировать проводку горизонтального ствола по наиболее насыщенной углеводородами толще коллектора. В противном случае, когда скважину ориентируют по абсолютной глубине на основе только кажущегося удельного сопротивления и без учета признаков подвижной пластовой воды, повышенный отбор пластовой воды, по всей видимости, гарантирован.

Диаграммы ВИКИЗ и ПС представляют разрез при бурении горизонтальной скважины. Измерения проводились через 12 часов после бурения (рис. 6). Ниже абсолютной глубины (1802 м) скважина вошла в пласты АС₄, которые являются объектом для бурения ГС и последующей добычи нефти. Несмотря на многочасовое бурение всего интервала до забоя (2110 м), ниже кровли пласта признаков вытеснения пластовой воды не появилось, что свидетельствует о высоком насыщении пласта нефтью. При углублении скважины на 5.5 м (абсолютная глубина 1807.5 м) наблюдается инверсия диаграммы зонда ИК–0.5 м. Это связано с начальной стадией формирования буферной зоны за фронтом вытесненной нефти. Следовательно, оптимальный уровень для бурения находится в коридоре абсолютных глубин 1808 ± 1.5 м.

Приведённые примеры свидетельствуют о высоких перспективах использования ВИКИЗ в комплексе системно-литмологических исследований для создания геологических и флюидодинамических моделей различного типа, в том числе и сложнопостроенных залежей УВ. Однако для построения объёмной (трёхмерной) модели залежи, особенно больших размеров и тем более гигантских зон (как, например, Приобская и Восточно-Уренгойская), данных системно-литмологического расчленения и корреляции продуктивных

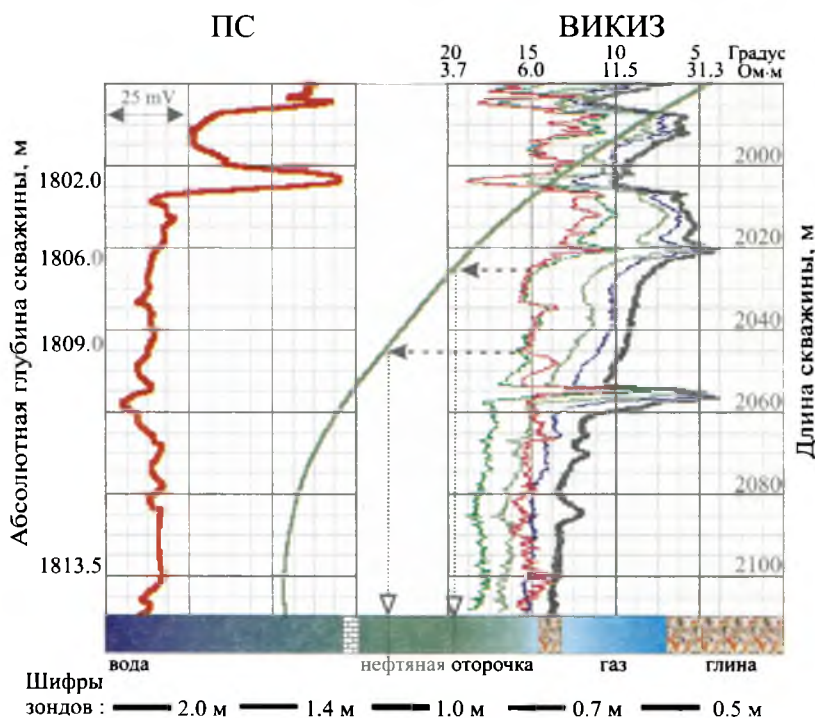


Рис. 6. Диаграммы ВИКИЗ и ПС на интервале перехода скважины в горизонтальное направление. От кровли пласта (1802 м) скважина заглублена на 11.5 м. Ниже отметки 1809 м диаграмма зонда 0.5 м инвертирована за счет вытеснения пластовой воды и формирования окаймляющей зоны, что является признаком двухфазного течения пластовых флюидов. По данным зондирования оптимальный “коридор” для отбора безводной нефти находится между отметками 1806.5–1809.5 м по абсолютной глубине скважины.

пластов с использованием данных ВИКИЗ недостаточно. Необходима надёжная межскважинная корреляция. Сложнопостроенные залежи, открываемые в последние годы, как раз и характеризуются резкой неоднородностью ФЕС продуктивных отложений, их замещением непроницаемыми отложениями или выклиниванием. Выполнить надёжную межскважинную корреляцию с детальным расчленением продуктивных отложений, обладающих различными фильтрационно-ёмкостными и экранирующими свойствами, можно лишь используя данные сейморазведки. При этом важную роль играют применяемые методы обработки этих данных и их интерпретации. В настоящее время существует немало способов обработки и автоматизированной компьютерной визуализации данных. Однако использование их без учёта особенностей объекта исследования нередко малоэффективно.

На ряде объектов Западной Сибири апробированы и весьма результативны интерпретационные процедуры системы **РепанакРД** (INTEL/LINUX). Система представлена следующими функциональными блоками:

1. Разделение волновой записи на сверточные компоненты: элементарный сигнал и импульсную характеристику среды (эффективные коэффициенты отражения – ЭКО).
2. Автоматическое структурирование разреза: преобразование потрассной записи разреза ЭКО в поле отражателей, представленных в координатах $2t_0, x, k$, (где $2t_0, x$ – временная и латеральная координаты отражателя в разрезе профиля, k – значения его эффективного коэффициента отражения).
3. Увязка сейсмических и скважинных данных по литоакустическим параметрам, согласованным по степени разрешенности.
4. Интерактивное структурирование поля отражателей при построении сейсмогеологического разреза для условий тонкослоистых сред.
5. Расчет структурных характеристик поля отражателей при выделении и оконтуривании макроэлементов зональных моделей для условий гетерогенных сред.

Инверсионные процедуры, реализованные в первом блоке системы **РепанакРД**, можно рассматривать как функциональные аналоги технологий типа **VELOG**, **STRATA**, **ПАК** и других современных обрабатывающих и интерпретационных систем. Однако этот блок имеет существенные различия в способе реализации инверсионных процедур, в частности, он включает оригинальный способ определения элементарного сигнала статистическим методом накопления. Это позволяет осуществлять инверсионные процедуры без помощи данных акустического каротажа, что существенно расширяет возможности применения интерпретационной системы **РепанакРД**. Остальные блоки системы уникальны.

Разрез ЭКО визуализируется в виде штрихов: красные и синие штрихи на разрезе ЭКО – это границы с положительным и отрицательным знаком коэффициента отражения.

Система реализует наиболее короткий и рациональный путь перехода от разреза ОГТ к геологической модели среды. При использовании ее достигается воз-

можность представления разреза в акустических параметрах, непосредственно связанных с литологией, а также более высокая разрешенность сейсмической информации, т. е. способность различать мелкие включения в среде за счет снижения эффекта интерференции волн, отраженных от близко расположенных границ (возможно выделение пластов мощностью от 4–6 м и менее). При разведке залежей это путь к непосредственному прослеживанию и оконтуриванию коллекторов и экранов, в том числе относящихся к локализованным участкам разреза.

Основой для построения сейсмогеологической модели месторождения служит акустическая пластовая модель среды, построенная в автоматическом режиме работы системы **РепанакРД** и представленная границами, записанными в координатах $2t_0, x, k$. Литофациальная и литостратиграфическая принадлежность границ и продуктивность прослеживаемых пластов устанавливаются по данным ГИС, по керну и результатам испытания скважин. На первом этапе идентифицируются акустические границы путем сопоставления разреза ЭКО и результатов интерпретации скважинных данных. Предварительно по скважинным данным вычисляются параметры, сравнимые по разрешенности с разрезом ЭКО. Это обеспечивает согласованность и корректность передачи литофациальных и литостратиграфических характеристик с разрезов скважин на сейсмический разрез ЭКО. Результатом такой увязки является локальная сейсмогеологическая модель, построенная непосредственно вблизи скважины. Анализ разрезов ЭКО позволяет установить изменения гипсометрического положения идентифицированных пластов и их литологических характеристик в разрезе и по латерали. При этом надежность и полнота описания строения сейсмогеологической модели сейсмического профиля находится в зависимости от латеральной изменчивости литофациальных характеристик изучаемой толщи и количества локальных сейсмогеологических моделей, полученных вблизи расположения скважин. В конечном счете сейсмогеологическая модель месторождения нефти и газа, созданная на основе разреза эффективных коэффициентов отражения, представляет собой систему пластов, состоящую из коллектора, крыши и локальных боковых экранов, зафиксированную в виде откоррелированных динамических границ ЭКО.

Таким образом, технология построения геологической модели разреза сейсмического профиля объединяет приемы интерпретации сейсмических данных с методами межскважинной корреляции границ пластов, установленных по скважинным данным. Такая интеграция, выполняемая на системно-литмологической основе, позволяет получить более полное представление о границах распространения тех или иных циклитов и их элементов, выделенных в разрезах скважин по материалам ВИКИЗ и данным керна.

Технология содержит автоматический и интерактивный режимы. В интерактивном режиме принимаются решения о тождественности границ. В автоматическом – устанавливаются границы пластов и контуры замкнутых геологических тел, выполняется кодирование

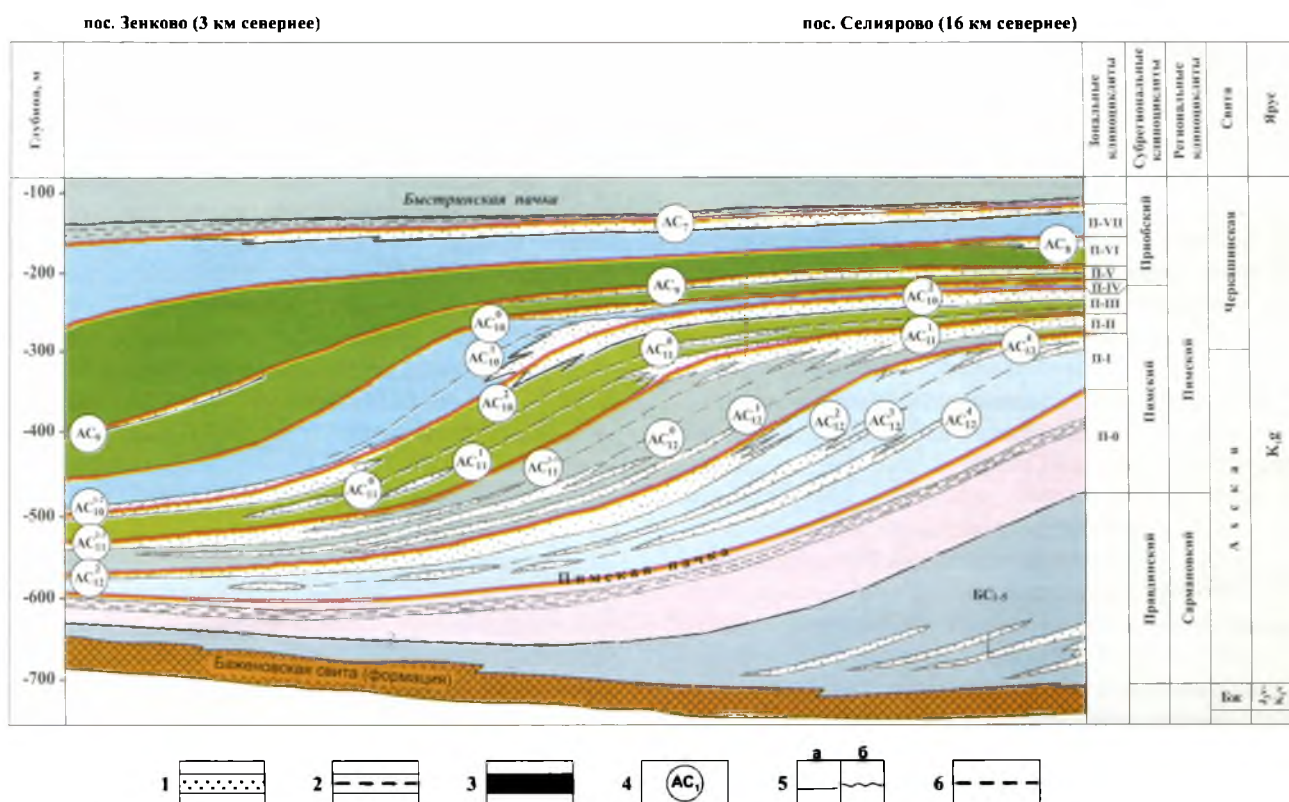


Рис. 7. Модель продуктивной части пимской региональной клиноформы Приобской зоны нефтенакопления (палеофиль к началу апта). По Ю.Н. Кародину, С.В. Ершову, 1996.

1 – песчаные, алевритопесчаные продуктивные и потенциально продуктивные пласты; 2 – региональные глинистые пачки; 3 – битуминозные аргиллиты баженовской свиты; 4 – индексы продуктивных пластов; 5 – границы клиноформ-циклитов: а – в глубоководных отложениях, б – в мелководно-морских отложениях (уровни установленных и предполагаемых разрывов и перерывов); 6 – граница пимского и сармановского региональных клиноформ-циклитов.

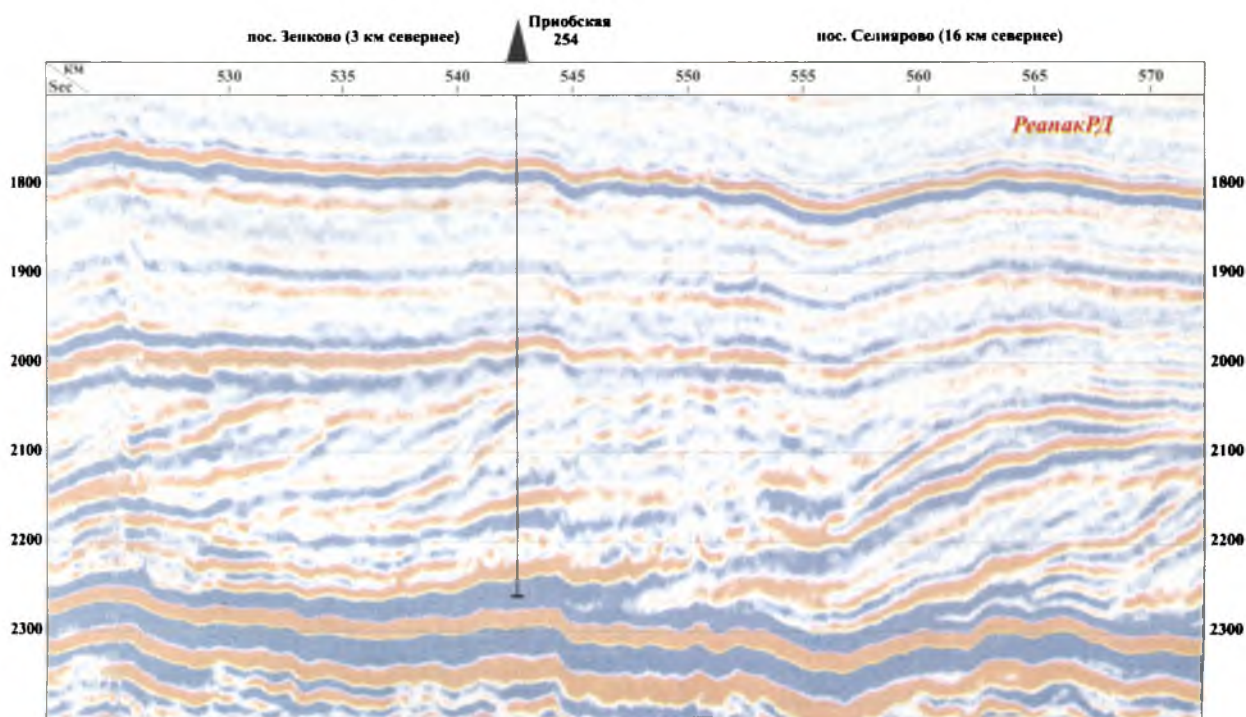


Рис. 8. Временной разрез ОГТ. Приобская площадь. Профиль 09.70/83-84. Фрагмент регионального профиля IX

их литологическими признаками. В результате становится возможным изучение параметров коллекторов, покрышек и боковых экранов: их морфологии, коэффициентов отражения в кровле и подошве пластов, характера насыщения флюидом, зон разломов и зон литологического замещения проницаемых пород непроницаемыми, обеспечивающих гидродинамический режим пластов.

В качестве объекта, на котором показаны возможности применения системы *РеанакРД* в рамках системно-литмологического подхода, можно привести Приобское нефтяное месторождение (точнее, зону). В 1981 г. в результате проведения сейсмических работ и поискового бурения на Приобской площади была установлена нефтеносность отложений неокма и юры. Поскольку нефтяные залежи в Западной Сибири традиционно связывались со структурным фактором, дальнейшие сейсмические работы на этой площади проводились с целью поиска и уточнения контуров локальных поднятий. Результаты последующего бурения скважин показали, что залежи в отложениях неокма не контролируются структурным фактором. Поэтому следующий этап детальной разведки проводился с применением разведочного бурения, которое осуществлялось методом "ползущей сетки" при расстояниях между скважинами около 5 км. На начальном этапе этих работ были околонтурены площади распространения залежей в пластах AC_{10} , AC_{10}^0 , AC_{11}^1 , AC_{12}^2 .

Однако в процессе разработки месторождения выяснилось, что строение его значительно более сложное, чем предполагалось ранее. В частности, наблюдались резкие изменения коллекторских характеристик пластов по их протяжению. Дальнейшие работы по корреляции пластов сводились в основном к уплотнению сети бурения

разведочных скважин. Данные бурения разведочных и эксплуатационных скважин и материалы стандартной обработки данных ОГТ были использованы при детальном исследовании строения Приобского месторождения на основе литомостратиграфического подхода. Результаты этих исследований изложены в работе [Карогодин и др., 1996]. На рис. 7 приведена опубликованная в указанной работе (с. 84) обобщенная модель продуктивной части пимской региональной клиноформы готерив-баррема по широтной линии к югу от реки Обь.

В соответствии с этой моделью разрез продуктивной части неокма разделен на зональные клиноциклиты: П-0, П-I, П-II, П-III, П-IV, П-V, П-VI, П-VII. Все они (кроме П-0) в регрессивной половине содержат песчаные пласты: $AC_{12}^{2,4}$ (ЗКЦ П-1), $AC_{12}^{0,1} - AC_{11}^{1,3}$ (ЗКЦ П-2), $AC_{11}^0 - AC_{10}^2$ (ЗКЦ П-3), $AC_{10}^{0,1}$ (ЗКЦ П-4), AC_9 (ЗКЦ П-5), AC_8 (ЗКЦ П-6), AC_7 (ЗКЦ П-7).

Корреляция границ клиноциклитов и песчаных пластов выполнена по материалам разведочных и части эксплуатационных скважин (ко времени публикации работы на площади пробурено 200 поисково-разведочных и порядка 500 эксплуатационных скважин). Основные проблемы в корреляции границ связаны со склонными отложениями, в которых продуктивные песчаные пласты имеют наклоны до 20–35 м/км. При таких наклонах слоев разница в глубинах между разведочными скважинами достигает 100 м и более. Попытка использовать стандартные разрезы ОГТ для уточнения корреляции привела авторов работы к выводу об "отсутствии достаточно ярких отражений, по которым можно было бы судить о наклоне пластов в этой части разреза" (с. 87).

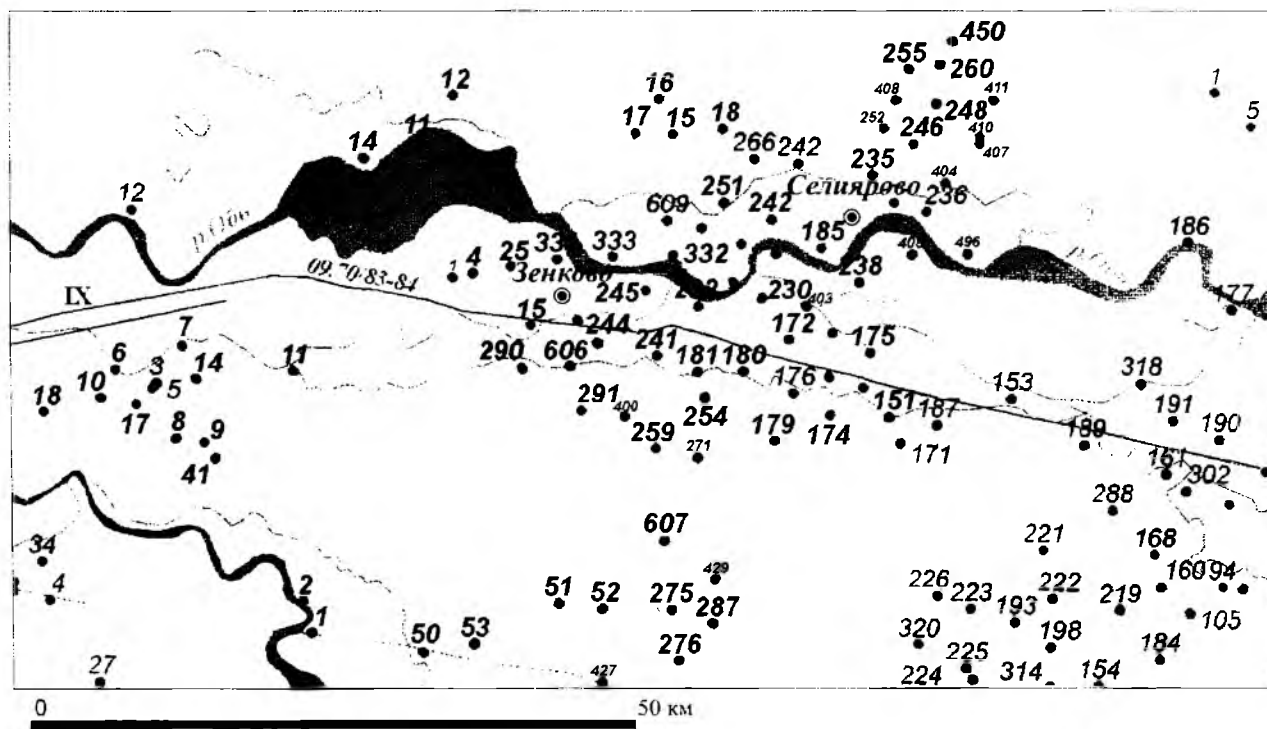


Рис. 9. Схема расположения профиля 09.70/83-84 (фрагмент регионального профиля IX) и скважин Приобской зоны.

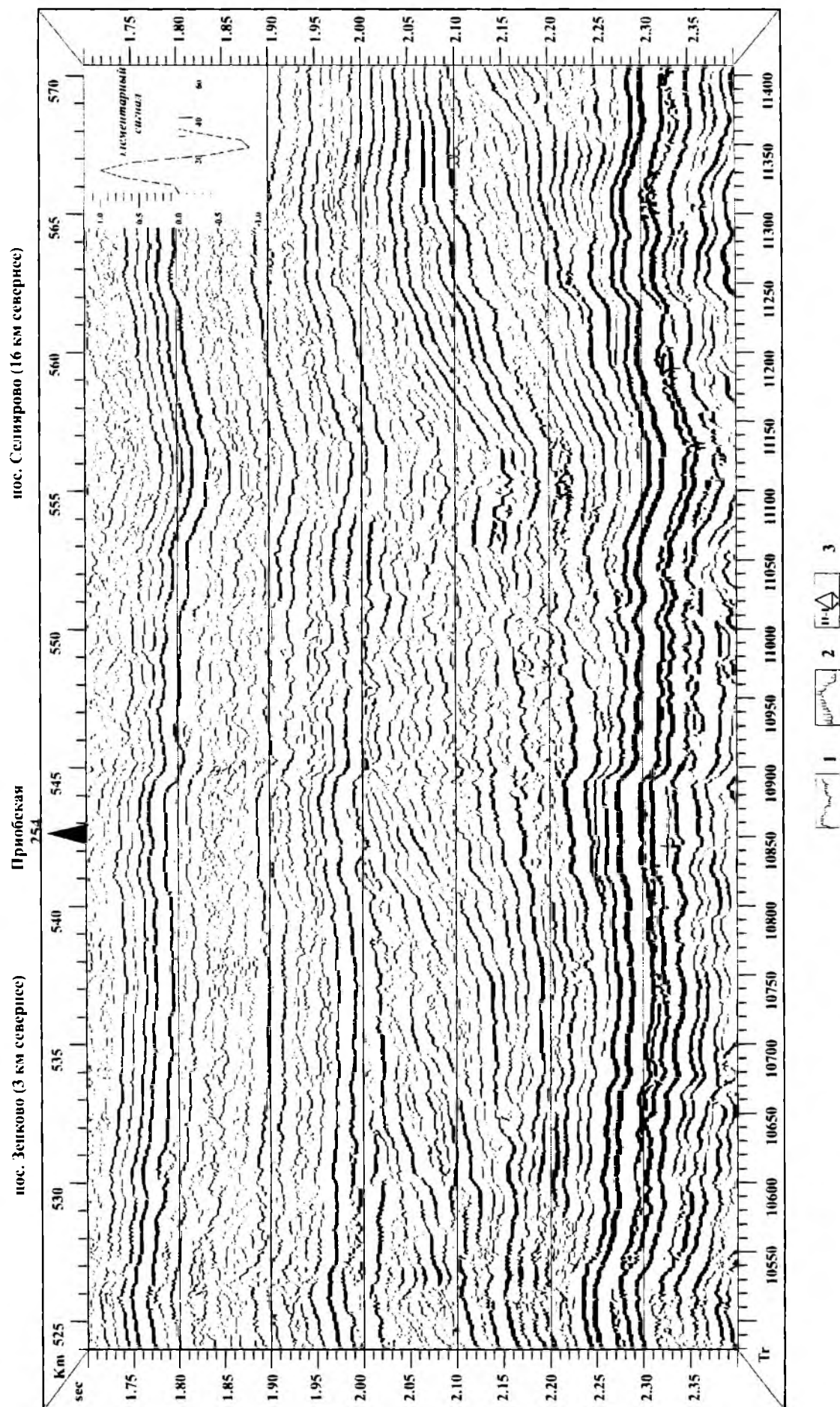


Рис. 10. Разрез ЭКО (сейсмоакустическая пластовая модель). Приобская зона. Широтный профиль 09. 70/83-84 (фрагмент регионального сейсмического профиля IX). Пакетная обработка в системе ReapакРД.

1 – граница с отрицательным знаком коэффициента отражения; 2 – граница с положительным знаком коэффициента отражения; 3 – модели ЗКЦ и их номера (по Ю. Н. Карогодину, С. В. Ершову, 1996).

Ниже мы покажем, как литостратиграфический метод детального расчленения продуктивных толщ при интегрировании с сейсмолитмологическим анализом сейсмических данных, выполняемый на основе инверсионных преобразований системы Реапак РД, может снизить необходимые объемы разведочного бурения и повысить геолого-экономическую эффективность построения геологической модели месторождения. Геолого-экономический эффект от интеграции этих методов в значительной степени определяется повышением информативности сейсмических материалов при использовании интерпретационной системы *РеапакРД*.

На рис. 8 приведен временной разрез ОГТ по профилю 09.70/83-84 (фрагменту регионального профиля

IX), проходящему примерно по линии (рис. 9), по которой построена обобщенная модель (см. рис. 7). Протяженность профиля 46 км (от 524 км до 571 км). На рис. 10 приведены элементарный сигнал и сейсмоакустическая пластовая модель, полученные в результате разделения волн на свёрточные компоненты и автоматической корреляции границ.

Для увязки сейсмической и скважинной информации были использованы данные по скважине Приобская Р-254, которая расположена в непосредственной близости от сейсмического профиля 09.70/83-84 (см. рис. 9). Она пробурена до подошвы отложений баженовской свиты. В работе [Карогодин и др., 1996] приведены результаты расчленения разреза этой скважи-

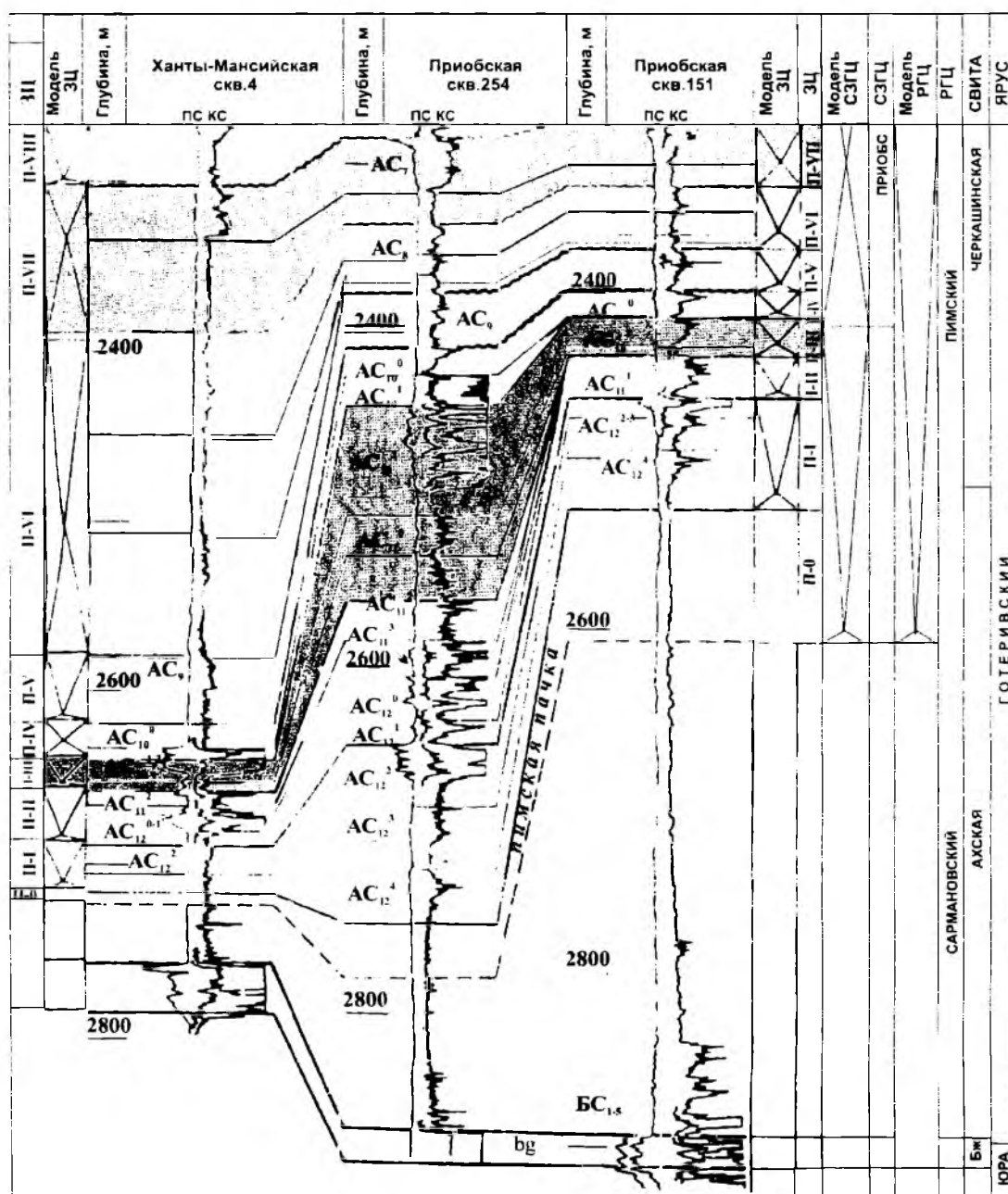


Рис.11. Модель системно-литмологического расчленения неокотских продуктивных отложений Приобской нефтеносной зоны (по Ю.Н. Карогодину, С.В. Ершову, 1996)

ны на клиноциклиты с выделением глинистых пачек и продуктивных песчаных пластов (рис. 11).

Для идентификации границ на сейсмоакустическом разрезе ЭКО использовались данные о положении границ баженовской свиты, зональных клиноциклитов и относящихся к ним песчаных пластов в разрезе скважины "Приобская Р-254". На рис. 10 сейсмоакустическая пластовая модель совмещена с границами баженовской свиты, с моделью зональных циклитов, а также относящимися к ним границами песчаных пластов. Кровле и подошве баженовской свиты соответствуют границы эффективного коэффициента отражения с отрицательным и положительным знаками. Кроме того, наблюдается характерное подклинивание неокомских глин в битуминозные баженовские аргиллиты. Границы клиноциклитов совпадают с сейсмоакустическими границами, имеющими положительный знак коэффициента отражения. Они соответствуют кровлям песчаных пластов AC_{12}^3 , AC_{12}^0 , AC_{11}^1 , AC_{10}^1 , AC_8 , AC_7 , расположенных в верхних частях клиноциклитов. В их основании залегают глинистые пласты, кровли которых соответствуют акустическим границам с отрицательным знаком коэффициента отражения. В интервалах разреза, относящихся к клиноциклитам П-I, П-II и П-III, выделены также границы песчаных пластов AC_{12}^3 , AC_{12}^0 и AC_{10}^2 . Положения границ на сейсмоакустической модели не позволяют разделить клиноформы П-V и П-VI, выделенные по скважине. Поэтому при построении сейсмолитогеологической модели эти два клиноциклита прослежены как один П-V, VI.

Локальная модель (фрагмент сейсмолитогеологического разреза) вблизи скважины, где видно соответствие рассмотренных литмогеологических и сейсмоакустических границ, приведена на рис. 12.

В процессе построения сейсмогеологического разреза для всего профиля 09.70/83–84 (рис. 13) границы зональных клиноциклитов, отождествленные с границами акустической пластовой модели на скважине Приобская Р-254, прослежены по всему разрезу в соответствии с положением контролирующих их границ ЭКО. По сейсмоакустическим границам отмечено положение, форма залегания и области распространения пластов AC_{12}^3 , AC_{12}^0 , AC_{12}^2 , AC_{11}^3 , AC_{10}^1 , AC_{10}^0 , AC_{10}^2 , AC_8 , AC_7 . Все эти пласты имеют наклон к западу. Прослежена баженовская свита, пимская, быстринская и алымская глинистые пачки. В восточной части профиля выделен выклинивающийся на запад сармановский региональный клиноциклит, который находится между пимской пачкой и баженовской свитой.

Формы зональных клиноциклитов в разрезе рассматриваемого профиля существенно различаются между собой. Для клиноцикли-

тов П-I, П-II, П-III характерно относительно небольшое увеличение мощностей в депоцентрах клиноформ (в 2–2,5 раза); клиноциклит П-IV имеет резкое увеличение мощности в клиноформной части, а для клиноциклитов П-V, VI и П-VII характерно субпараллельное залегание границ.

К нижнему клиноциклиту П-I относятся пласты AC_{12}^3 и AC_{12}^0 . Первый пласт прослеживается непрерывно

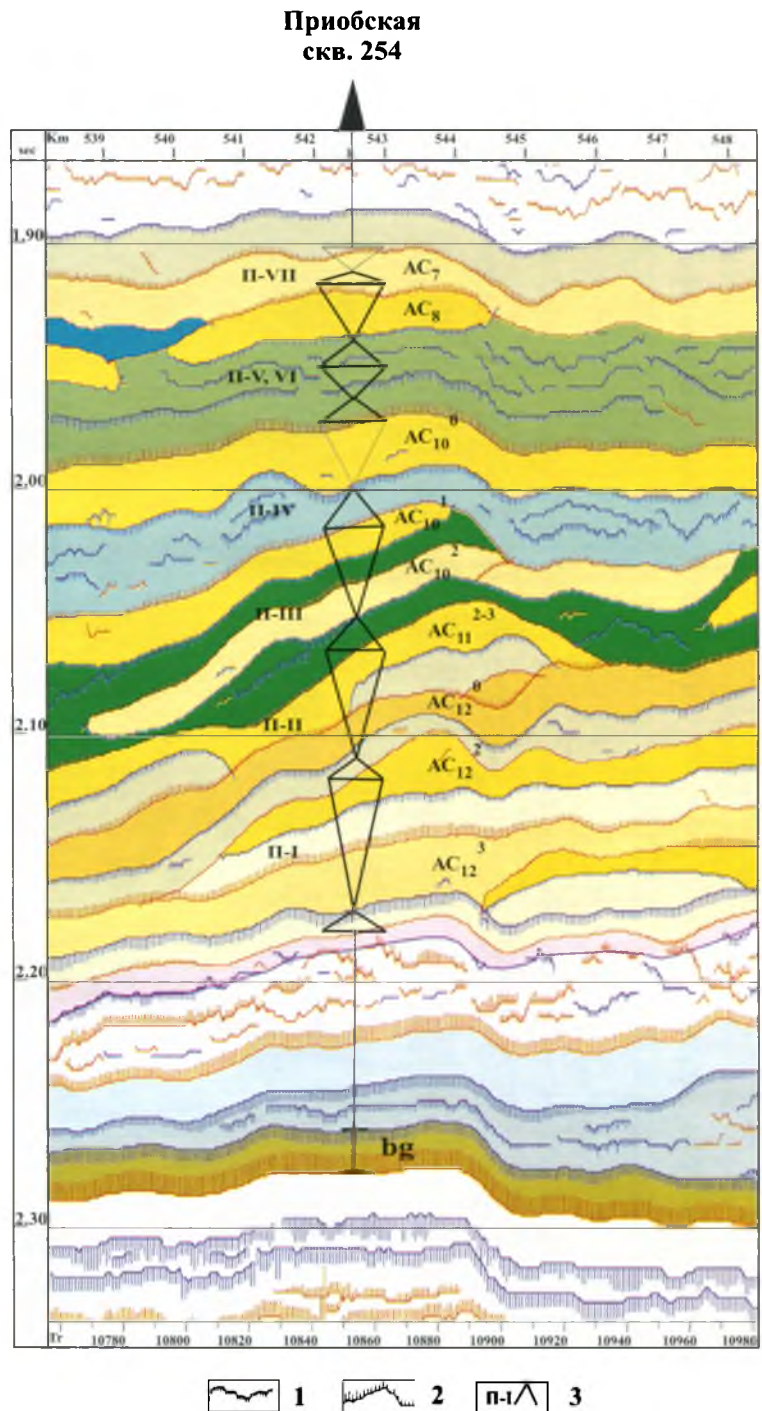


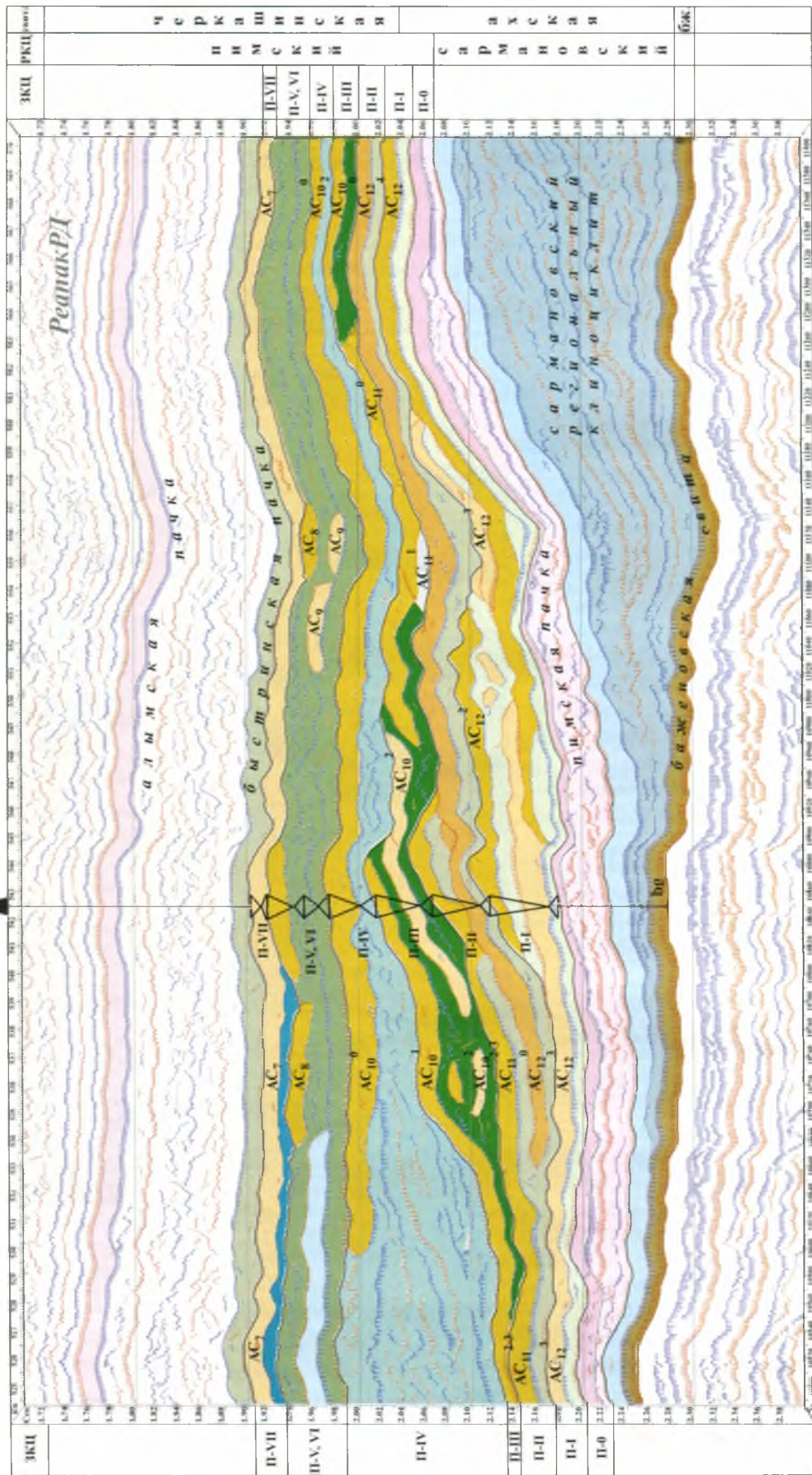
Рис. 12. Фрагмент сейсмолитогеологического разреза ЭКО. Приобская зона. Широтный профиль 09. 70/83-8. Интерпретация в системе РеапакРД:

1 – граница с отрицательным знаком коэффициента отражения; 2 – граница с положительным знаком коэффициента отражения; 3 – модели ЗКЦ и их номера (по Ю.Н. Каргодину и др., 1996).

Приобская
254

пос. Зенково (3 км севернее)

пос. Селиярово (16 км севернее)



- 1 2 3 4

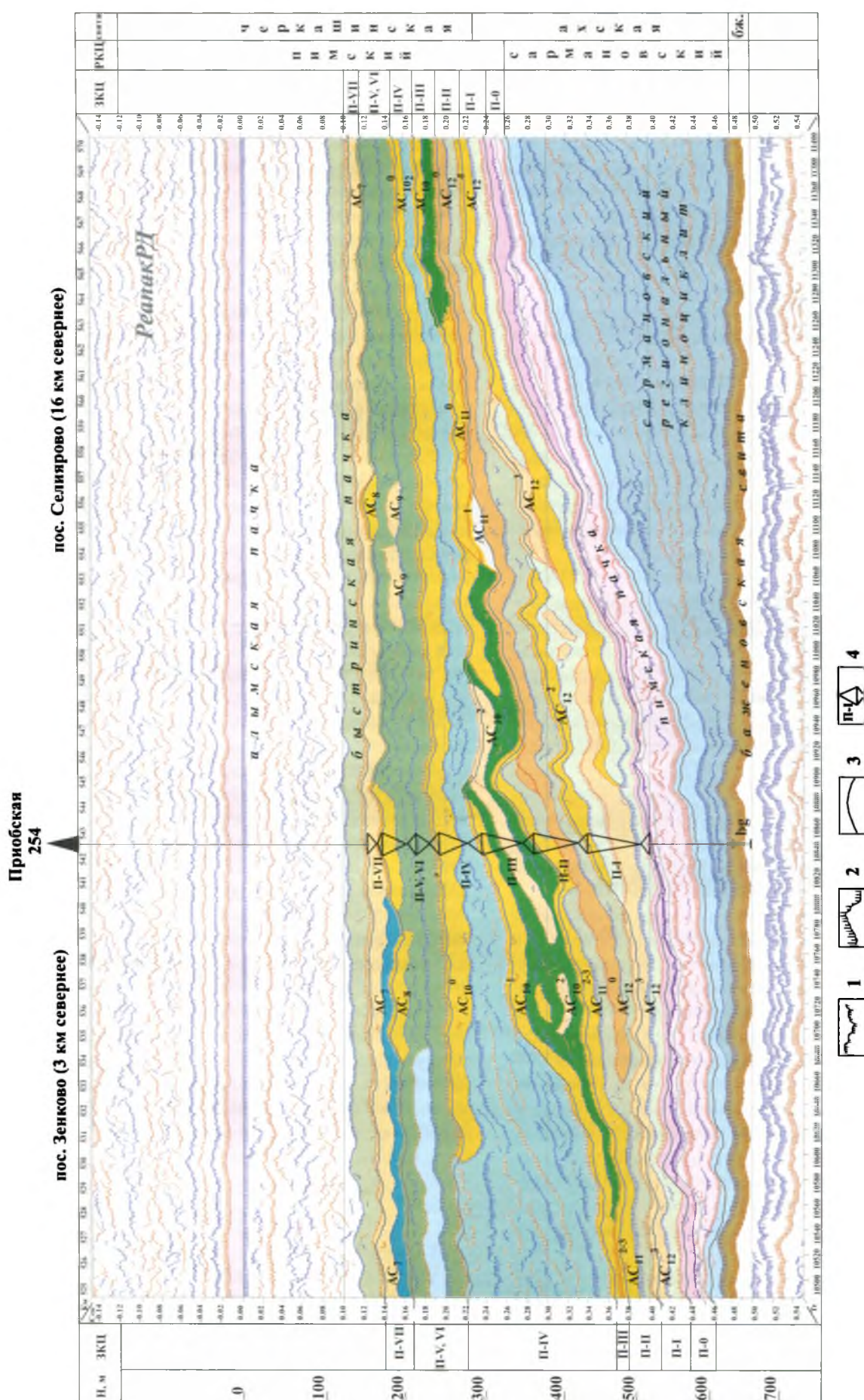


Рис. 14. Палеосейсмолитологический разрез ЭКО (к началу апта). Приобская зона. Широтный профиль 09. 70/83-84 (фрагмент регионального сейсмического профиля IX). Интерпретация в системе РеаликРД; 1 – граница с отрицательным знаком коэффициента отражения; 2 – граница с положительным знаком коэффициента отражения; 3 – границы зон клиноциклов (ЗКЦ); 4 – модели ЗКЦ (по Ю.Н. Каргодину и др., 1996).

в западной и центральной части разреза, полностью выклинивается на отметке 560 км и представлен отдельными небольшими линзами между пикетами 552 и 560 км. В направлении восстания, начиная с 545 км, его подстиляет другой песчаный пласт, который мы индексируем как AC_{12}^1 . На интервале прослеживания этих пластов наблюдается их кулисообразное залегание. Эти пласты могут относиться к отложениям фронта дельты, сформировавшимся на склоновой части дна бассейна. Пласт AC_{12}^2 выделен лишь вблизи кровли клиноформной части клиноциклита П-I и может быть отнесен к отложениям конуса выноса.

К клиноциклиту П-II отнесены песчаные пласты AC_{12}^1 и AC_{11}^{2-3} . Эти пласты также имеют кулисообразную форму залегания, их можно отнести к отложениям склоновой части дна бассейна. Нижний пласт AC_{12}^0 выклинивается в западной части профиля на 533 км, верхний – AC_{11}^{2-3} – в центральной части профиля на 546 км. На интервале в 13 км прослежены оба пласта.

В пределах клиноциклита П-III выделены три линзовидных пласта AC_{11}^0 , AC_{10}^2 , AC_{10}^1 . Все пласты имеют перегибы, характерные для отложений кромок шельфа, после которых наблюдаются их резкие наклоны на запад. Горизонтальные размеры линз – 20–30 км.

Пласт AC_{10}^0 , относящийся к клиноциклиту П-IV, и пласт AC_7 , относящийся к клиноциклиту П-VII, залегают почти полностью согласно с границами баженовской свиты. Их положения типичны для отложений шельфа. В западной части профиля пласт AC_{10}^0 глинизирован, а пласт AC_7 прослеживается по профилю без прерывов. В клиноциклите П-V-VI прослежены небольшие линзы, которые можно отнести к пластам AC_9 и AC_8 . Размеры линз – 2–4 км.

Для сравнения сейсмолитмологического разреза, построенного по одному сейсмическому профилю с привлечением минимального количества скважинных данных. На рис. 14 приведен палеосейсмолитмологический разрез ЭКО, отнесенный к кровле альпийской пачки.

При сравнении полученного палеосейсмолитмологического разреза с обобщенной моделью (см. рис. 8) и схемой корреляции клиноциклитов (см. рис. 11), полученных по скважинным данным, выявлены существенные различия в корреляции клиноциклита П-IV по скважинным и сейсмическим данным. Согласно корреляции наклонных границ на сейсмоакустической модели, увязанных с границами этого клиноциклита на скважине Приобская Р-254, часть разреза, представленного в скважине Ханты-Мансийской Р-4 глинистыми отложениями, относится к клиноформной (ортоформной) части клиноциклита П-IV, а не к клиноциклитам П-V и П-VI. Границы последних клиноциклитов имеют субгоризонтальное залегание в полном согласии с границами сейсмоакустической модели.

Существуют различия и в корреляции песчаных пластов, относящихся к клиноциклиту П-I. Согласно скважинной корреляции в направлении падения на запад постепенно выклиниваются пласты AC_{12}^4 и AC_{12}^3 , а прослеживается пласт AC_{12}^2 . Согласно сейсмоакустической модели, пласт AC_{12}^2 прослежен в виде линзы лишь в центральной части профиля, а в западной части профиля в

разрезе присутствует пласт AC_{12}^3 , залегающий кулисообразно над пластом AC_{12}^4 .

Даже фиксация этих расхождений по фрагменту одного профиля свидетельствует о необходимости использования различных источников информации о строении залежей и месторождений. Этим можно обосновать несомненную пользу интегрирования литомостратиграфических методов корреляции разрезов скважин с приемами специализированной интерпретации сейсмических данных.

В настоящее время у нас нет возможности без специального заказа на интегрированную интерпретацию сделать полные расчеты ее геолого-экономической эффективности. Нет также оснований для того, чтобы отдать предпочтение тому или иному варианту корреляции. Мы пытались лишь показать возможности и пути снижения неоднозначности корреляции, особенно в условиях значительных наклонов пластов, что является характерным для неокома.

Как известно, для Приобского типа месторождений характерно отсутствие пластовой воды в залежах. Из этого следует, что при линзовидном залегании этих линз-пластов одним из главных факторов при разведке и эксплуатации таких месторождений является оконтуривание границ их прослеживания, поскольку контуры самой залежи для каждого пласта определяются границами его распространения. А поскольку пласты клиноформных отложений имеют значительные наклоны, для корреляции этих пластов требуется чрезвычайно густая сеть разведочных скважин. Поэтому дополнительная информация, полученная по сейсмическим материалам с применением рассмотренной специализированной интерпретационной технологии – системы *РеапакРД*, позволяет сделать выводы о геолого-экономических перспективах глубокой интеграции геологических (в частности, системно-литмологических), сейсмических и скважинных методов для изучения моделей месторождений. Такая интеграция позволит выполнить более точную корреляцию пластов, оценку условий их формирования и коллекторских свойств при существенном снижении затрат на разведочное и эксплуатационное бурение.

Учитывая экономическую выгоду интегрирования предлагаемых инновационных технологий, мы рекомендуем использовать их при распространении разведочных работ на север от Приобской нефтеносной зоны, равно как и при дополнительной разведке других месторождений, особенно со сложнопостроенными залежами.

Литература

- Антонов Ю.Н. Изопараметрическое каротажное зондирование (обоснование ВИКИЗ) // Геология и геофизика. 1981. № 6. С. 81–91.
- Антонов Ю.Н. Интерпретация диаграмм ВИКИЗ. // НТВ “Каротажник”, 1999, вып. 64, с. 6–43.
- Антонов Ю.Н., Эпов М.И. Экспресс-оценка насыщенности переходной зоны коллекторов по данным ВИКИЗ. // НТВ “Каротажник”. Изд. АИС. 2001. Вып. 84. С. 103–115.

Брехунцов А.М., Бородин В.Н., Дещеня Н.П. и др. Строение залежей углеводородов основных продуктивных пластов ачимовской толщи Восточно-Уренгойской зоны и методика их разведки // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, № 5, 1999. С. 16–22.

Васильев В.П., Рудницкая Д.И., Горячев Д.Н. и др. Технология и результаты построения цифровой сейсмогеологической модели методами системы РеапакРД по геотраверсу Уралсейс // Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект Уралсейс). Тверь: ГЕРС, 2001. С. 35–42.

Карогодин Ю.Н. Региональная стратиграфия (системный аспект). М.: Недра, 1985. 179 с.

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

Карогодин Ю.Н., Ершов С.В., Сафонов В.С. и др. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литмологический аспект // Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1996. 252 с.

Карогодин Ю.Н., Ефремов И.Ф., Сафонов В.С. и др. Новый тип гигантских залежей нефти Западной Сибири и перспективы их поиска // Докл. РАН. 1998. Т. 358, № 1. С. 79–82.

Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Рьльков С.А., Ершов С.В. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокма (системно-литмологический подход). Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2000. 200 с.

Нежданов А.А., Пономарёв В.А., Туренков Н.Л. и др. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири (на примере Самбургско-Уренгойской зоны). – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000, 247 с.

Рудницкая Д.И. Интерпретационная система РеапакРД при изучении нефтегазоносных комплексов Западной Сибири // Физика нефтяного пласта. НОЦ ЮКОС–Новосибирск, 2002. С. 201–206.

Рудницкая Д.И., Корнилов М.В., Гошко Е.Ю. Опыт использования системы РеапакРД при изучении месторождений нефти и газа в Западной Сибири // Геофизика. 1996. № 3. С. 19–24.

Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ. Методическое руководство // Ред. Эпов М.И., Антонов Ю.Н. Новосибирск: НИЦ ОИГТМ СО РАН, Изд-во СО РАН, 2000, 121 с.

VIKIZ Method for logging Oil and Gas Boreholes // Novosibirsk: Branch "Geo" of the Publishing House of the SB RAS. 2002. 112 p.



Антонов Юрий Николаевич –

доктор технических наук, профессор НГУ, академик РАЕН, главный научный сотрудник Института геофизики СО РАН, г. Новосибирск. Основные научные интересы – геофизические методы исследования нефтегазовых скважин. Автор метода ВИКИЗ.

E-mail: yantonov@uiggm.nsc.ru



Рудницкая Диамара Ивановна –

кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГМС), г. Новосибирск. Занимается методикой и технологией комплексной интерпретации сейсмических и скважинных данных, руководила разработкой всех версий системы REAPACK и является автором этой системы.

E-mail: reapackrd@sniiggims.ru



МЕХАНИЗМ ДИЛАТАНСИОННОГО РАССЛОЕНИЯ ПОРОД И ОБРАЗОВАНИЯ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

В.Н. ОДИНЦЕВ

Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (Проект № 01-05-65180)



Рассмотрена математическая модель трещинообразования в хрупких породах под действием тектонических сжимающих напряжений. Показано, что в сжатых породах могут расти протяженные закрытые трещины отрыва. Эти трещины простираются в направлении максимального сжатия. Они располагаются близко одна к другой, так что в совокупности трещины могут образовать высокопроницаемую (коллекторскую) зону расслоения пород.

Ключевые слова: математическая модель, дилатансионное расслоение пород, тектонические напряжения, постседиментационные коллекторы.

1. Введение

Геомеханические исследования занимают важное место в прогнозах вторичных коллекторов нефти и газа. В этих исследованиях определяются закономерности разрушения пород и формирования в земной коре зон сжатия, растяжения и переходных зон в зависимости от геологических условий и характера тектонофизических процессов [Бондаренко и др., 2001].

Одним из традиционных методов исследований является физическое моделирование на эквивалентных и оптически активных материалах, которое помогает прояснить качественную картину макроскопических проявлений деформации и разрушения земной коры. Другой метод исследований – математическое моделирование. В нем главное внимание уделяется выявлению количественных связей между напряжениями, деформациями, разрывами, структурой и внешними силами без акцентирования вопроса о причинах возникновения внешних сил. Этот метод в настоящее время представляется более перспективным. Он позволяет широко использовать современные разработки в области механики, физики, математики, компьютерных технологий. С помощью этого метода можно проводить не только макроскопические, но и микроскопические исследования, в частности, изучать механизм образования трещин и пор, формирующих поровое пространство породы-коллектора. Примером новых возможностей математического моделирования может быть применение математической теории трещин в изучении механизма дилатансионного расслоения хрупких пород при формировании вторичных коллекторов нефти и газа.

Известно, что пористость и проницаемость осадочных пород-коллекторов определяется в значительной степени трещинами. В комбинации с различными элементами первичной и вторичной пористости трещины создают сложную структуру порового пространства. Появление трещин увеличивает проницаемость пород от нескольких миллиардов до нескольких десятков [Леворсен, 1970].

Механизм образования проницаемых трещин геологами обычно связывался с действием растягивающих усилий, которые появляются при складкообразовании и изгибании слоев. Однако в свете классической теории трещин этот вывод может быть оспорен, ибо структура трещиноватости при образовании открытых трещин отрыва в деформируемом теле совсем не соответствует той структуре, которая наблюдается в породах-коллекторах. Действительно, под влиянием растягивающих напряжений в деформируемом теле должна формироваться структура в виде системы не связанных между собой, относительно коротких и раскрытых трещин отрыва. В то время как в сжатых породах трещины почти закрыты (еле видимы), а ширина наиболее заметных трещин редко превышает 1 мм. Вместе с этим длинные трещины очень близко расположены одна к другой, так что в совокупности они образуют зону расслоения пород с высокой проницаемостью.

Проведенные нами комплексные исследования, включающие современные разработки в математической теории трещин и полевые наблюдения за наведенной трещиноватостью пород вблизи горных выработок на больших глубинах [Одинцев, 1996], позволили

построить новую математическую модель образования системы закрытых трещин отрыва. Эта модель применяется ниже для объяснения механизма дилатансионного расслоения пород и образования зон высокой проницаемости.

2. Дилатансионная модель макротрещины отрыва в сжатой горной породе

Модель основывается на представлениях о горной породе как о геоматериале, проявляющем существенно неоднородный характер деформирования в масштабе минерального зерна. Когда одна главная компонента сжимающих напряжений многократно превышает другую, микронеднородности даже в условиях внешнего сжатия порождают вблизи себя локальные области растяжения, в которых зарождаются микротрещины отрыва.

При возрастании нагрузки разрушение, как следует из лабораторных опытов, начинается в виде необратимого сдвига по некоторой части контактов зерен. Однако развитию сдвигового разрушения препятствуют сами же зерна: образующиеся микротрещины сдвига упираются в крупные прочные зерна и останавливаются. Далее разрушение проявляется в том, что из концов микротрещин сдвига начинают развиваться микротрещины отрыва по контакту зерен. В конечном счете микротрещины отрыва ориентируются в направлении максимального сжатия. При дальнейшем возрастании нагрузки они соединяются, образуя макротрещину, которая в целом рассматривается как макротрещина отрыва. Макротрещина простирается в направлении максимального сжатия и перпендикулярна направлению минимального сжатия.

Схематическое представление фрагмента макротрещины отрыва представлено на рис. 1. Здесь σ_1^0, σ_3^0 – соответственно максимальное и минимальное сжатие (внешняя нагрузка), причем $\sigma_1^0 \gg \sigma_3^0$, Δu – усредненное расхождение берегов в макротрещине.

В рамках плоской задачи теории упругости решается задача о равновесии математической трещины,

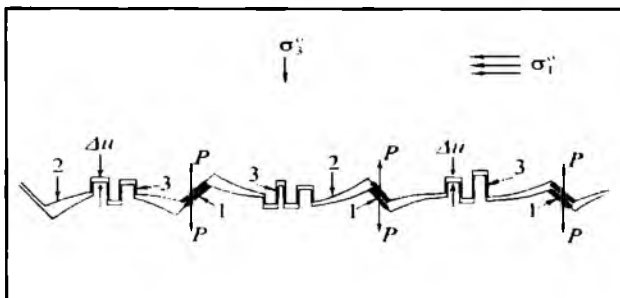


Рис. 1. Схематическое представление макротрещины отрыва.

Характерные участки в трещине: 1 – сдвиговой контакт, порождающий усилия разрыва; 2 – микротрещины отрыва; 3 – сдвиговой контакт без усилий разрыва.

моделирующей реальную трещину. Влияние микротрещин сдвига, представляемое усилиями P , заменяется действием распределенной нормальной нагрузки $\sigma_N = P/S$, где S – среднее расстояние между микротрещинами сдвига l . Нагрузка линейно связана с главными напряжениями и, т.е., где g_1 и g_3 – постоянные модели.

Рассматриваются два возможных случая. Случай А – условно короткая макротрещина. В ней «работают» все микротрещины сдвига l . Это означает, что по всей длине макротрещины задается распирающая нагрузка. Случай Б – условно длинная макротрещина отрыва. В этой трещине в центральной части распирающее действие на берегах пропадает вследствие выхода из зацепления берегов микротрещин сдвига l . Расхождение берегов в этой части трещины достигает некоторого критического значения h_* (см. рис. 2), которое принимается в качестве структурного параметра породы. По порядку величины h_* соответствует размеру зерна.

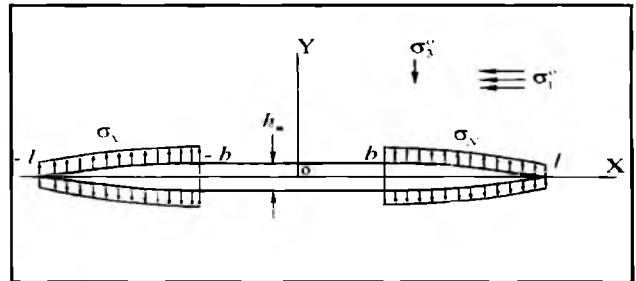


Рис. 2. Схема к математической модели макротрещины отрыва

Распирающее действие микротрещин сдвига имеет место лишь там, где расхождение берегов меньше критического h_* . Несмотря на то что распирающее действие в трещине пропадает, точечный контакт берегов сохраняется, так что и короткая, и длинная макротрещины при условии бокового поджатия выглядят закрытыми. Вместе с тем в трещине имеется свободное пространство, объем которого по порядку величины можно оценить соотношением

$$V \leq l h_* e \quad (1)$$

где l – полудлина трещины, e – длина трещины в направлении, перпендикулярном плоскости рисунка.

Для краткости приведем соотношения для длинной трещины. Короткую трещину будем рассматривать как частный случай.

Условия на берегах длинной трещины (случай Б) имеют вид [Nikitin, Odintsev, 1999]

$$\begin{aligned} \tau_{xy}(x, 0) &= 0, & |x| &\leq l, \\ \sigma_y(x, 0) &= \gamma_1 \sigma_1^0 + (1 - \gamma_1) \sigma_3^0, & b \leq |x| \leq l, \\ u(x, 0) &= -h_* / 2, & |x| &\leq b. \end{aligned}$$

а на продолжении трещины

$$u(x, 0) = 0, \quad \tau_{xy}(x, 0) = 0, \quad (2)$$

Здесь σ_y, τ_{xy} – нормальное и касательное напряжения, u – смещение по оси ОУ, b – полудлина области, на границе которой исчезает распирающее действие в макротрещине. В точках $x = \pm l$ напряжения должны иметь корневую особенность, а в точках $x = \pm b$ напряжения ограничены.

Решение граничной задачи (2) может быть получено методом теории функции комплексного переменного [Мухелишвили, 1966]. Искомые напряжения представляются формулами

$$\sigma_y + \sigma_x = 4 \operatorname{Re} \Phi(z),$$

$$\sigma_y - i\tau_{xy} = \Phi(z) + \Omega(z) + (z - z_0)\Phi'(z), \quad (3)$$

где функции комплексного переменного и имеют вид

$$z = \frac{(z^2 - b^2)^{1/2} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}}{2(z^2 - l^2)^{1/2}} \frac{2 \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}}{4},$$

$$(z) = \frac{(z) \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}}{2}.$$

Следуя классической теории трещин [Разрушение, 1975], находим формулу для коэффициента интенсивности напряжений K_I в кончике трещины, которая используется далее в анализе равновесного состояния трещины. Для длинной макротрещины имеем

$$K_I = (\gamma_1 \sigma_1^0 - \gamma_3 \sigma_3^0) [\pi(l^2 - b^2)/l]^{1/2} \quad (4)$$

Параметры l и b определяются из системы уравнений:

$$l^*/l = E(k) - (1 - k^2)K(k) \quad (5)$$

$$K_I = K_{IC}, \quad (6)$$

где $k = (l^2 - b^2)^{1/2}/l$; $K(k)$, $E(k)$ – полные эллиптические интегралы первого и второго рода соответственно; l, b – $h, E/[4(1 - k^2) \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}]$, E – модуль упругости породы, γ – коэффициент Пуассона, σ – трещиностойкость породы (прочностная характеристика).

Критическая длина трещины l_* , при которой $b = 0$, является границей условного деления макротрещины отрыва на короткую и длинную. Соотношения для короткой предельно равновесной трещины (случай А) находятся из соответствующих соотношений (4)–(6), полагая в них $b = 0$.

3. Режим развития трещины и структура трещиноватости

Анализ режима развития трещины заключается в оценке устойчивости ее предельно равновесного состояния (6) и знака производной $\partial K_I / \partial l$. Если при выполнении условия (6) имеет место неравенство $K_I / l > 0$, то трещина находится в устойчивом состоянии. При неизменной внешней нагрузке она не растет. Если же вы-

полняется неравенство $K_I / l < 0$, то трещина находится в неустойчивом состоянии. В этом случае как увеличение нагрузки при фиксированной длине, так и увеличение длины при фиксированной нагрузке делают трещину “перегруженной”, что неминуемо ведет к динамическому режиму распространения трещины.

Из соотношений (4)–(6) следует, что для условно короткой макротрещины K_I растет с ростом трещины пропорционально. Следовательно, короткая трещина должна развиваться в динамическом режиме. В условно длинной макротрещине, т.е. превышающей несколько десятков сантиметров [Одинцев, 1996], коэффициент интенсивности напряжений K_I фактически перестает зависеть от длины и стремится к постоянной величине. Это означает, что длинная макротрещина находится в состоянии, близком к безразличному равновесию и должна развиваться в равновесном квазистатическом режиме за счет автономного продвижения ее концов.

С ростом длины макротрещины изменяется сфера ее влияния и взаимодействия с другими трещинами. Действительно, из решения задачи следует, что для короткой макротрещины область влияния растет пропорционально длине трещины, а для длинной – уменьшается обратно пропорционально длине. Вблизи длинной трещины приращения напряжений, вносимые трещиной, определяются соотношениями

$$\sigma_x = \sigma_y (l^*/l) \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Поэтому при $l \rightarrow \infty$ вблизи образовавшейся длинной макротрещины напряженное состояние породы практически не отличается от начального состояния. Отсюда следует важный вывод – вблизи длинной макротрещины отрыва возможно развитие другой макро-

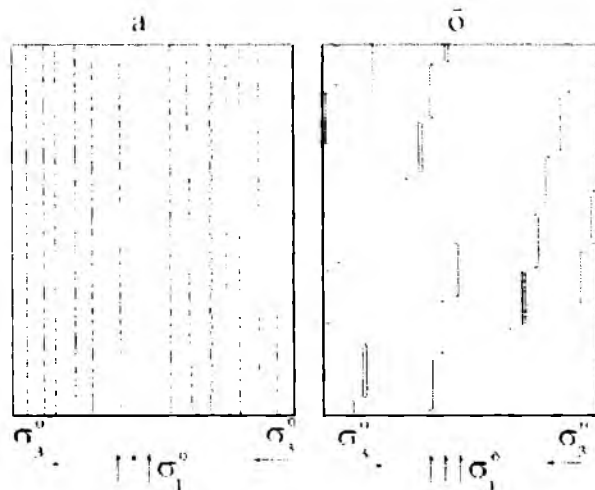


Рис. 3. Трещинные структуры, образуемые трещинами отрыва при сжатии:

а – структура в виде протяженных трещин, б – структура в виде эшелонов коротких открытых трещин

трещины отрыва. Как и первая трещина, она должна быть ориентирована вдоль направления максимального сжатия и также может прорасти на большую длину. Повторяя это рассуждение для других трещин, мы таким образом объясняем возникновение структуры протяженных параллельных закрытых трещин отрыва, ориентированных вдоль направления наибольшего сжатия (см. рис. 3а). Существенно, что эти трещины закрыты, т.е. имеет место контакт их берегов по шероховатостям, так что боковая нормальная нагрузка передается через трещину.

Открытые трещины отрыва, если они каким-либо образом возникают в условиях сжатия, должны формировать другую структуру трещиноватости [Гольдштейн, Осипенко, 1979, Dey Wang, 1981]. Действительно, открытые трещины не могут расти неограниченно, поскольку у открытой трещины отсутствует контакт берегов, и боковое сжимающее напряжение через трещину не передается, а концентрируется вблизи концов трещины, останавливая ее развитие. В свою очередь усиление неравномерности поля напряжений ведет к ситуации, при которой одна трещина с неизбежностью должна останавливать другую, растущую параллельно первой. Такое взаимодействие трещин ведет к образованию эшелонной структуры трещин (см. рис. 3б).

4. Обсуждение результатов

С помощью разработанной модели дилатансионное расслоение пород можно объяснить как процесс, связанный с развитием именно трещин отрыва. Теоретически подтверждено, что трещины отрыва в породах могут расти под действием не только растягивающих, но и сжимающих напряжений. Для начала процесса трещинообразования необходимо, чтобы величина наибольшей главной компоненты сжимающих напряжений примерно на порядок превышала величину наименьшей главной компоненты сжимающих напряжений. Однако для поддержания процесса такое соотношение компонент уже не требуется, поэтому в сформировавшейся области трещиноватости величина наибольшей компоненты может лишь в два-три раза превышать наименьшую компоненту.

Если в зоне сжатия возможно развитие хотя бы одной закрытой трещины отрыва, то с той же вероятностью возможно образование и других закрытых трещин, а в конечном счете – структуры трещиноватости в виде протяженных, близко расположенных закрытых трещин отрыва. Берега этих трещин должны иметь очень малое расхождение (по порядку величины сопоставимое с размером минерального зерна), поэтому «по шероховатостям» должен иметь место механический контакт берегов.

Трещины могут располагаться очень близко одна к другой. Аналитически оценить расстояние между трещинами в общем случае трудно. Однако в частном случае, в условиях, близких к одноосному сжатию, можно утверждать, что расстояние по нормали между трещинами по порядку величины должно быть сопоставимо

с размером минерального зерна. Это заключение подтверждают наблюдения за наведенной трещиноватостью пород у стенок горных выработок, пройденных на больших глубинах.

Для указанного частного случая можно оценить объем порового пространства в породе. Полагая, что представительный размер минерального зерна породы и эффективное расхождение берегов трещины составляют примерно 0,1 мм, а расстояние между трещинами – 0,5–1,0 мм, находим согласно модели, что вторичная пористость только за счет образования системы закрытых трещин может увеличиться на 10–20 %. Вместе с тем образующиеся в породе трещины должны быть протяженными (теоретически бесконечно протяженными), следовательно, они должны сформировать высокопроницаемую систему трещин.

Таким образом, можно заключить, что любая хрупкая порода, независимо от того, насколько плотной она была изначально, может стать хорошим коллектором под действием сжимающих тектонических напряжений, если выполняется определенное соотношение для величин компонент напряжений: наибольшая главная компонента тектонических напряжений должна в несколько раз превышать наименьшую главную компоненту.

Из проведенного исследования вытекает, что область расслоения пород трещинами отрыва фактически не имеет прочности в направлении нормали к трещинам. Поэтому когда при тектонофизических процессах напряжение, действующее нормально трещинам, меняет знак и становится растягивающим, то возможно раскрытие протяженных трещин по всей длине, что с неизбежностью вызовет разрушение межтрещинных промежутков. В результате в области расслоения может произойти смещение разрушенной породы с образованием значительных каверн в массиве. Математическая модель такого процесса может быть предметом последующих исследований.

В заключение отметим, что здесь рассмотрена математическая модель трещинообразования без учета фактора времени. Учет реологии разрушения в полной мере является чрезвычайно сложной задачей. В общем случае от времени зависят величина нагрузки, условия нагружения, деформационные и прочностные свойства породы. Однако можно исследовать некоторые частные случаи. Например, можно рассмотреть процесс трещинообразования в массиве горных пород с учетом эффекта «всасывания» природного флюида и последующего постепенного повышения его давления. Это интересно тем, что природный флюид может оказывать как негативное, так и позитивное влияние на процесс трещинообразования.

Основные выводы.

1. Закрытые трещины отрыва могут образовываться в хрупкой породе под действием тектонических напряжений сжатия. Эти трещины должны простирались в направлении максимального сжатия, при этом плоскости трещин должны быть нормальны направлению минимального сжатия.

2. Трещины могут располагаться очень близко одна к другой. В совокупности они могут образовать высокопроницаемую зону фактически сплошного расслоения пород, подобную той, которая находится вблизи обнажений пород в горных выработках на больших глубинах.

Литература

Бондаренко П.М., Зубков М.Ю., Карагодин Ю.Н. Тектонофизическое моделирование деформационных структур в чехле Западно-Сибирского бассейна с целью прогноза вторичных (постседиментационных) коллекторов нефти и газа // Вопросы устойчивого и безкризисного развития. 2001. № 4/2. С.11–28.

Гольдштейн Р.В., Осипенко Н.М. Механизм образования упорядоченных систем нарушений при сложном напряженном состоянии // Механика разрушения горных пород. Фрунзе: Илим, 1979. С. 47-51.

Леворсен А. Геология нефти и газа. М.: Мир, 1970. 639 с.

Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966. 707 с.

Одинцев В.Н. Отрывное разрушение массива скальных горных пород. М.: Издание ИПКОН РАН, 1996. 165 с.

Разрушение. Математические основы теории разрушения. (Ред. Г. Либовиц). М.: Мир, 1975. 764 с.

Dey T.N., Wang C.Y. Some mechanisms of microcrack growth and interaction in compressive rock failure // Int.J.Rock Mech.Min.Sci. 1981. V.18. N 3. P.199–209.

Nikitin L.V., Odintsev V.N. A dilatancy model of tensile macrocrack in compressed rock // Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. 1999. V. 22. P.1003–1009.

Одинцев Владимир Николаевич –

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН РАН), г. Москва. Основные научные интересы – математическое моделирование тектоно-седиментационных процессов.

E-mail: odintsevs@mtu-net.ru



ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЮРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А. А. НЕЖДАНОВ, И. И. ХАЛИУЛИН, Е. В. ГЕРАСИМОВА

ООО “ТюменьНИИгипрогаз”, г. Тюмень



Описаны разрезы верхней юры на северо-западе Западной Сибири, имеющие более высокие, чем обычно, толщины и содержащие прослои песчаников. По данным сейсморазведки и скважинной информации закартирована зона их распространения, сделаны общие выводы об условиях образования этих отложений, представляющих нефтегазопромысловый интерес.

Ключевые слова: *верхняя юра, условия образования, Западная Сибирь.*

На северо-западе Западной Сибири, в Надымском районе и на п-ове Ямал, согласно региональной стратиграфической схеме верхней юры, утвержденной МСК в 1991 г., выделены традиционные для большей части Западной Сибири стратоны. Это (снизу вверх) абалакская и баженовская свиты. Однако в рассматриваемой части региона как по сейсморазведочным данным метода отраженной глубинной точки (МОГТ), так и по материалам бурения могут быть выделены зоны “осложненного” строения верхней юры. В этих зонах состав пород и строение описываемого интервала имеют специфические черты, что не позволяет относить эти разрезы к абалакской и баженовской свитам.

Верхняя юра (а также, вероятно, пограничные с ней слои неокома) характеризуются “осложненным” строением на Медвежьем валу и его склонах. Это выражается в резком увеличении общих толщин отложений, снижением битуминозности волжских и ранне-неокомских глинистых пород, появлением в разрезах песчано-алевритовых пластов. Так, в скв. 5008 рассматриваемый интервал разреза залегает в интервале глубин 4016–4124 м и представлен слабобитуминозными и небитуминозными глинами с прослоями глинистых песчаников и алевритов.

Судя по повышенной радиоактивности обломочных пород, в них присутствует примесь глауконита. Породы с повышенной радиоактивностью фиксируются до глубины 4094 м. Для этой части рассматриваемого разреза характерна аномально низкая скорость распространения упругих колебаний, что фиксируется на диаграммах акустического каротажа (АК). Нижняя (предположительно келловейская) часть рассматриваемого интервала (4094–4124 м) сложена темно-серыми, почти черными глинами с прослоями глинистых песчаников и алевритов, с глубины 4124 м выделена тюменская свита.

В скважине 5007 вскрыта только верхняя часть рассматриваемых отложений (интервал 3960–4020 м), представленная глинами, в разной степени битуминозными и алевритистыми. В скважинах 5007 и 5008 баженовская (тутлеймская) свита как таковая не выделяется либо может быть выделена с большой условностью, так как битуминозные глины расслоены небитуминозными глинистыми породами.

В скважине 5016, расположенной к северу от Восточно-Медвежьей площади, судя по данным гамма-каротажа (ГК), битуминозных пород в разрезе верхней юры и неокома вообще не выделяется, этот интервал разреза представлен обычными глинами с прослоями песчаников и алевритов с глинисто-карбонатным цементом. В скважинах 5018 и 5019, где вскрыта только верхняя часть рассматриваемого интервала, верхняя юра, судя по скважинным и сейсморазведочным данным, имеет обычное строение. Здесь могут быть выделены баженовская (тутлеймская) и абалакская свиты.

В скважине 86 верхняя юра также имеет обычное строение, за исключением того, что глинистые породы трещиноваты, что фиксируется отрицательными аномалиями кривой ПС и наличием притоков пластовых флюидов из отложений баженовской (тутлеймской) и абалакской свит. В скважине 87 рассматриваемая часть разреза бурением не вскрыта.

По сейсморазведочным данным в зонах “осложненного” строения верхней юры происходит уменьшение динамической выраженности отраженного горизонта (ОГ) Б, а также его расщепление (район скважин 5007, 5008), появление дополнительных осей синфазности. Кроме того, выше ОГ Б¹ (кровля битуминозных глин) в палеопрогибе, осложняющем восточный склон Медвежьего вала (район скважин 5007, 5008), фиксируется и наращивание нижней части разреза неокома клинофор-

мами, имеющими восточное падение (рис. 1). В кровле этого интервала нами выделен ОГ АчД (депрессивная ачимовская толща). Указанный интервал сложен переслаиванием глин и слабопроницаемых глинистых песчаников и алевролитов. Эта толща протягивается на восток и выделена в скважинах 86, 87, 5018, 5019. Характерно, что в восточном направлении ОГ АчД также начинает воздыматься и, предположительно, может отождествляться с ачимовской толщей пласта БН₁₆ (БУ₁₁). Вполне возможно, что эти отложения (АчД) могли сформироваться путем заполнения наиболее погруженных участков палеорельефа за счет сноса осадков как с востока, так и с запада.

Рассматриваемая зона осложненного строения верхней юры входит в краевую часть Нерутинской зоны увеличения толщин верхней юры, охватывающей практически всю Нерутинскую впадину. Депоцентр этой зоны расположен вблизи Тянусалинской, Западно-Песцовой и Ныдинской площадей, где толщины сейсмокомплекса Б–Т превышают 300 м (рис. 2). Эта зона протягивается, вероятно, через Обскую губу и зафиксирована в южной части п-ова Ямал, где вскрыта в скважине 131 Восточно-Новопортовской площади, на Южно-Нурминской, Нурминской и других площадях.

Н.Х.Кулахметов с соавторами [1994] предложили объединить песчано-глинистые отложения верхней–средней юры (предположительно киммеридж–келловей), залегающие под битуминозными глинами и перекрывающие тюменскую свиту, в нурминскую, распро-

страненную в Южно-Ямальской литолого-фациальной зоне. Стратотип свиты предложен в разрезе скв. 8 Южно-Нурминской площади (интервал 2985–3045 м). Свита разделена на три толщи: верхнюю и нижнюю, имеющие глинистый состав, среднюю – преимущественно песчаную. Для песчаных пород характерна значительная примесь глауконита, отмечены многочисленные нефтепроявления.

Формирование этой зоны увеличенных толщин верхней юры связано, вероятно, с мощным источником питания Западно-Сибирского седиментационного палеобассейна терригенным материалом, расположенным на Полярном Урале. Об этом свидетельствует опесчанывание разрезов верхней юры в западном направлении, наличие глауконита, который характерен для федоровской и харосоймской свит (титон–беррис) восточного склона Урала.

Фиксация сносимого с Палеоурала терригенного материала происходила в наиболее погруженных участках палеобассейна. Наличие выраженного депоцентра (см. рис. 2), вероятно, обусловлено специфической тектонической природой рифтогенных прогибов триасового заложения, активизированных на рубеже юры и неокома и получивших способность активного прогибания под действием веса поступающих в это время в бассейн осадков.

Поступление же терригенного материала в Западно-Сибирский седиментационный бассейн с западного источника сноса (Палеоурал) происходило в широких масштабах и фиксируется по сейсморазведочным

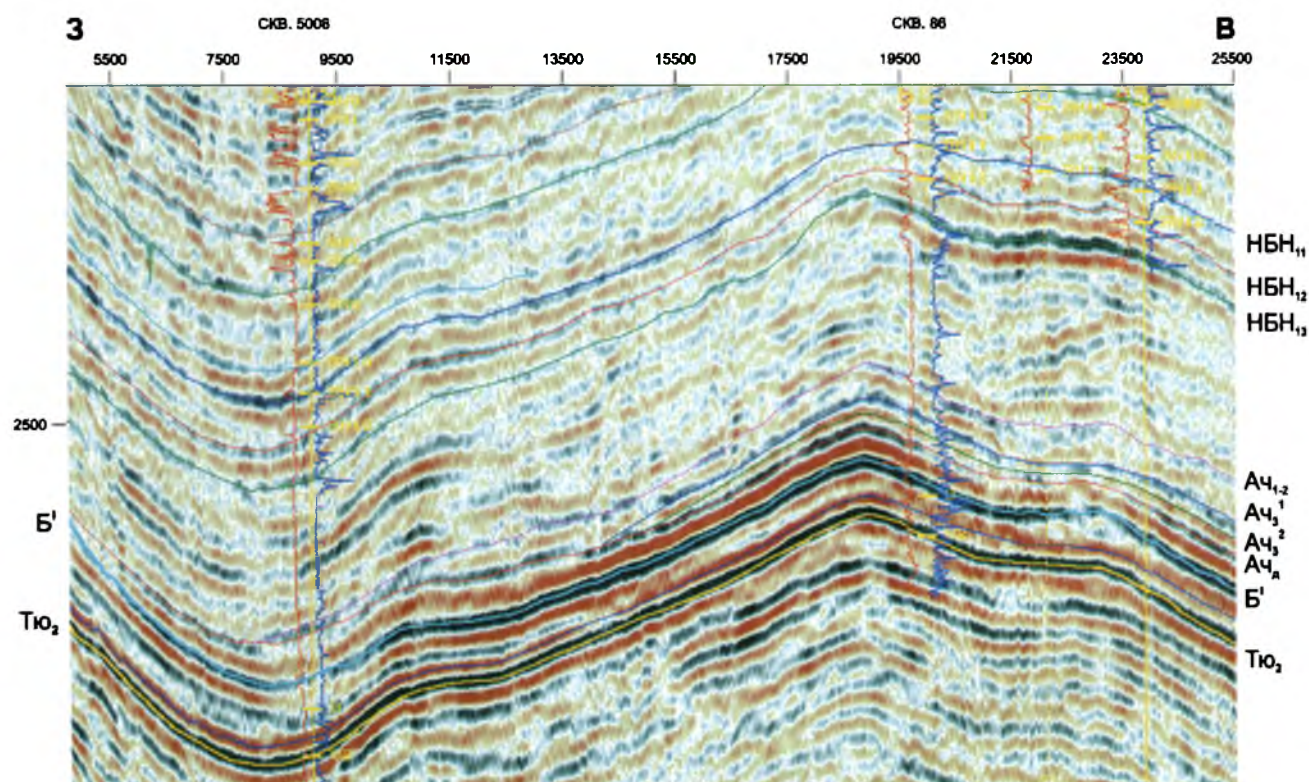







Рис. 1. Фрагмент временного разреза по профилю 6492004, иллюстрирующий увеличение толщин верхней юры на восточном склоне Медвежьего вала.

Условные обозначения

-  1
-  2
-  3
-  4
-  5

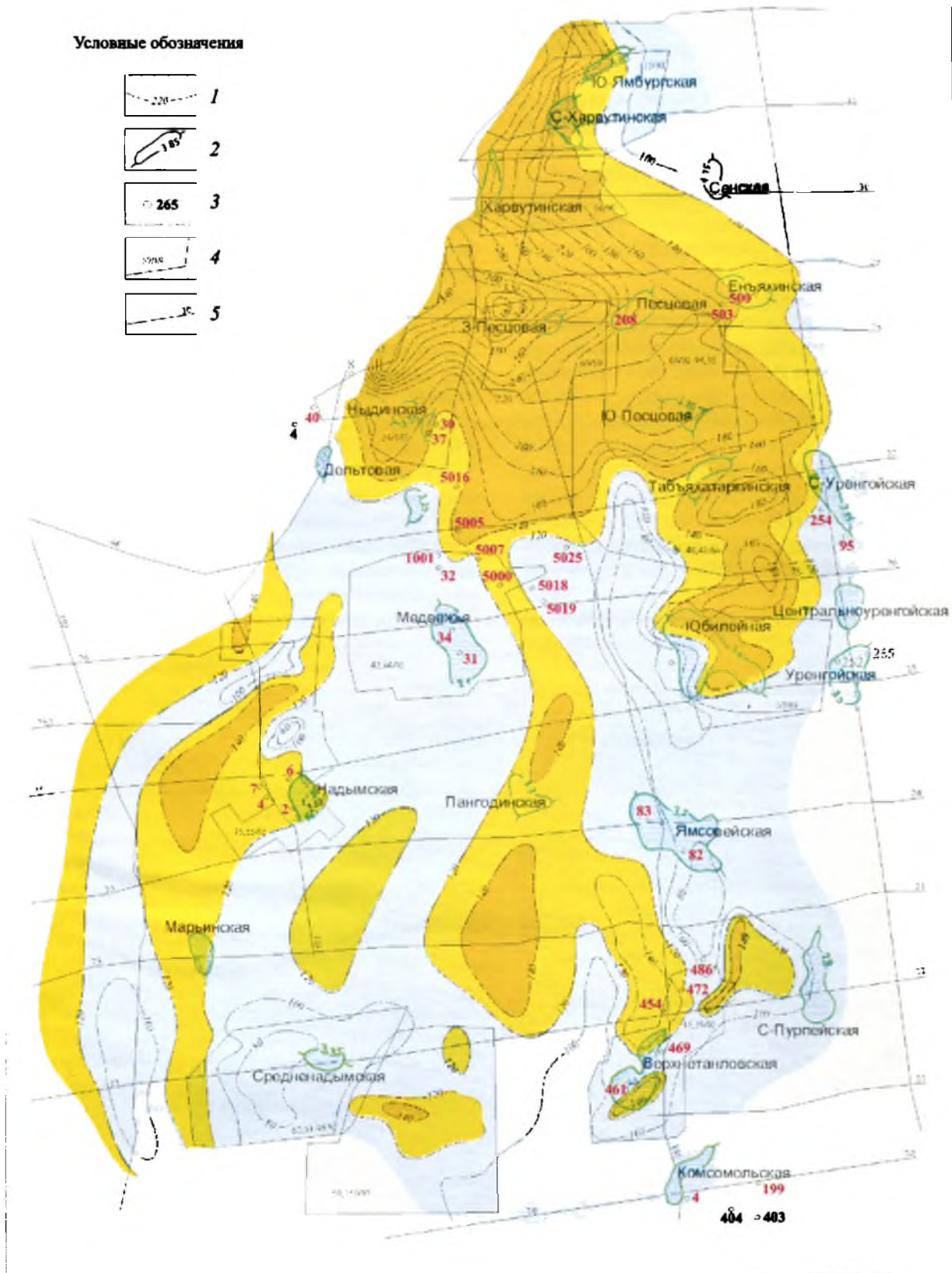


Рис. 2. Схема изменения толщин верхней юры (сейсмокомплекс Б-Т) в западной части Надым-Пурской нефтегазоносной области. Составили: С.В. Воронина, А.А. Нежданов, Е.В. Герасимова.

1 – изопакиты комплекса Б-Т, м; 2 – антиклинальные структуры; 3 – изученные скважины; 4 – площадные сейсмические работы МОГТ, использованные при составлении схемы; 5 – сейсмические профили.

данным на западном склоне Медвежьего вала по наличию неоконских клиноформ восточного падения. В юрских отложениях влияние западного источника сноса сказывается в некотором опесчанивании отложений оксфорда–киммериджа и за пределами зоны “осложненного” строения верхней юры.

Возможно, что нурминскую свиту, выделенную в южной части п-ова Ямал, можно распространить и на Нерутинскую зону осложненного строения морской верхней юры и келловей, однако по ограниченному данным ГИС в Нерутинской зоне в рассматриваемой части разреза проницаемых песчаников пока не установлено.

На восточном склоне Медвежьего вала эти разрезы содержат большое количество песчаного материала, поэтому выделение здесь нерутинской свиты правомерно. Однако выделить на участках развития “осложненных” разрезов самостоятельные (баженовскую или тутлеймскую) свиты битуминозных глин сложно, так как они расслоены небитуминозными глинами. Понижена также общая битуминозность волжских отложений. Вероятно, по скв. 5008 Восточно-Медвежьей площади может быть выделена самостоятельная свита, объединяющая описанные выше песчано-глинистые, с прослоями слабобитуминозных глин, отложения келловей–титона и, вероятно, берриаса.

В настоящее время в связи со слабой изученностью

и отсутствием палеонтологической характеристики эта свита может быть выделена только условно, как своеобразный тип разреза или толща. Тем не менее для оформления геологической графики (схемы корреляции, геологические разрезы и т.п.) эта часть разреза (стратон) должна иметь собственное название. Мы предлагаем выделить в объеме келловей–титона и какой-то части берриаса разреза Медвежьего вала (точнее, его склонов) песчано-алеврито-глинистую, с прослоями битуминозных глин, медвежью толщу. Стратотип толщи предлагается по скв. 5008 Восточно-Медвежьей площади (интервал 4016–4124 м). После дополнительного изучения эта толща может быть переведена в ранг свиты.

Собственно в пределах Медвежьего вала и на западном его склоне выделяются традиционные стратонны в объеме морской средней и верхней юры – низов неокома. Это абалакская свита (келловей–киммеридж) и баженовская (тутлеймская) – титон–берриас (или титон–валанжин?) свиты.

Двойная номенклатура свит, объединяющих битуминозные глины, указана потому, что по облику и составу (два прослоя относительно слабобитуминозных глин, разделенных практически небитуминозными глинами) эти отложения более соответствуют тутлеймской свите. Однако в Региональной стратиграфической схеме (РСС) мезозойских отложений Западной Сибири,

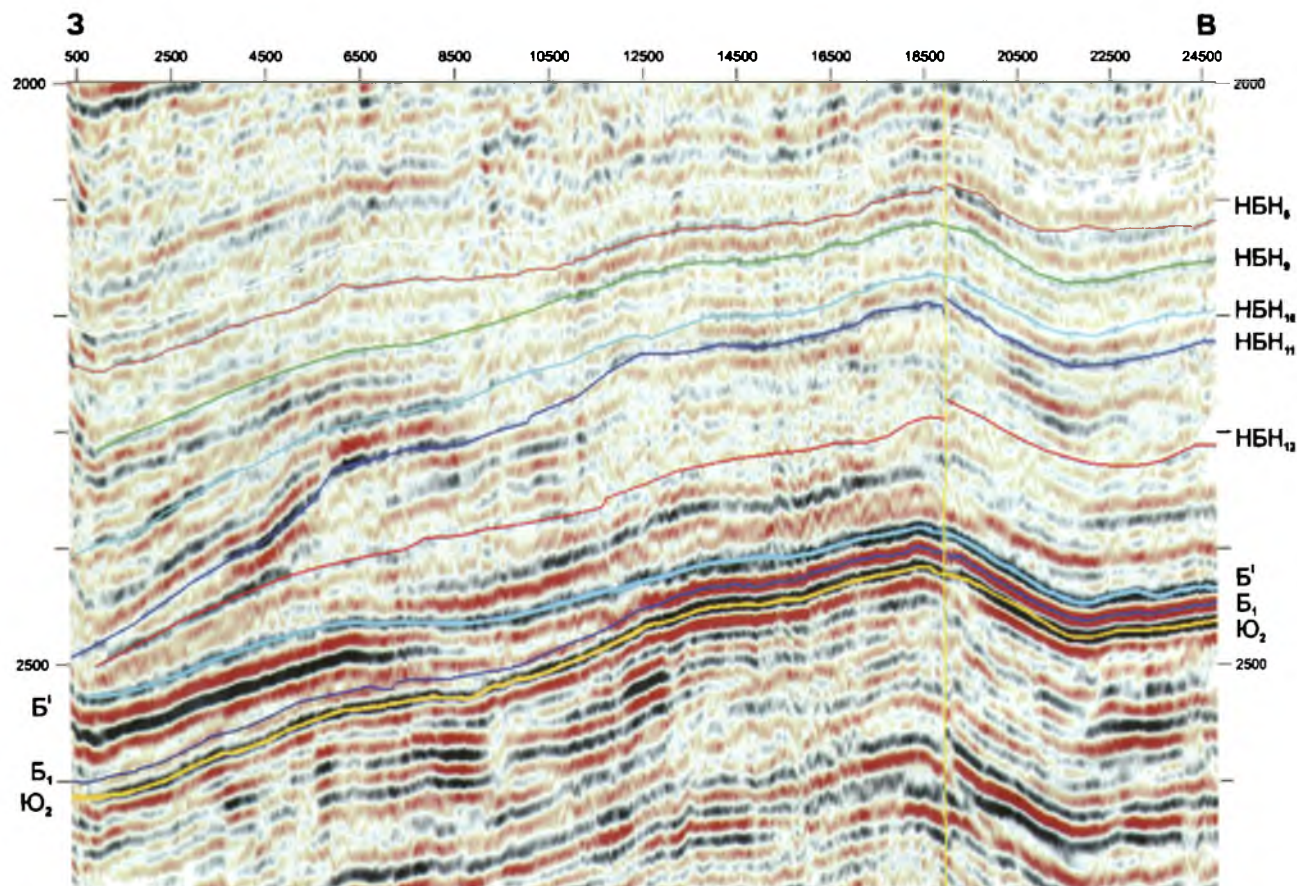


Рис. 3. Фрагмент временного разреза по профилю 6490002, иллюстрирующий увеличение толщин верхней юры на западном склоне Медвежьего вала

утвержденных МСК в 1991 г., в Тобольско-Надымском районе, к которому относится рассматриваемая территория, показано преимущественное распространение баженовской свиты, а тутлеймская свита выделена только в пределах локальных участков, на которых кровля битуминозных отложений датируется по палеонтологическим данным валанжином.

С нашей точки зрения, это неверно. Свита должна выделяться не по возрасту, а по литологическому составу пород. По этому принципу битуминозные глины Медвежьего вала должны быть отнесены к тутлеймской свите. Следует также отметить, что в последнем варианте стратиграфического кодекса, утвержденном МСК в 1991 г. [Стратиграфический кодекс, 1992], отсутствуют требования изохронности границ свит, что являлось ранее непреодолимым барьером, например, для выделения тутлеймской свиты в объеме титона-берриаса, а не титона-валанжина, как это принято в РСС Западной Сибири. На этом основании мы считаем, что в пределах Медвежьего вала должна выделяться тутлеймская свита.

На Западно-Медвежьей площади выше кровли битуминозных глин тутлеймской свиты выделена пачка низкоскоростных глин, которая на сейсмических разрезах контролируется в кровле клиноформным (восточного падения) ОГ, причлняющимся на восток к ОГ Б. Этому ОГ, как отмечено выше, нами присвоен индекс $H_{\text{АЧД}}$, он контролирует толщу неокомских осадков, заполняющих палеодепрессии за счет поступления осадков с запада, северо-запада (рис. 3).

Именно наличием западного источника сноса в неокме объясняется широкое распространение берриасских осадков на территории Медвежьего вала и его склонов. По палеонтологическим данным (комплексы фораминифер) отложения берриаса-волжского века установлены в скважине 30 (интервал 3360–3439 м), в скв. 17 (интервал 3200–3294 м). По этим скважинам волжские отложения установлены в интервал 3291–3294 м, т.е. мощность берриаса превышает 90 м.

Другой зоной, где отложения верхней юры, имеющей “осложненное” строение, изучены бурением, является Северный свод. В его пределах (Комсомольское и Северо-Комсомольское месторождения) вскрыты песчаные отложения верхней юры, по положению в разрезе (под баженовской свитой), относимые к пласту Ю₁. Однако эти площади расположены гораздо западнее региональной западной зоны глинизации оксфордского пласта Ю₁, поэтому логично объяснить опесчанивание разрезов оксфорда на Северном своде довольно сложно.

При изучении кернового материала по скважинах 403 и 404 Комсомольского месторождения А.А. Неждановым установлено, что эти песчано-алевритовые породы содержат значительную примесь глауконита (вплоть до прослоев глауконитов), обильную морскую фауну, крупные стяжения фосфорита, пирита, текстуры биотурбации. По этим признакам они похожи на отложения киммериджа, примесь глаукони-

та в которых и другие литогенетические признаки морских отложений (фауна, богатый и специфический комплекс диагенетических аутигенных минералов) характерны для этих отложений в региональном плане. Следует также заметить, что аналогичный облик и глауконитово-песчаный состав имеют волжские отложения Приполярного и Полярного Урала (федоровская свита).

В скв. 404 также описаны глауконитовые алевролиты (интервал 2887–2900 м, слой 2) прослоями слабосцементированные, с запахом бензина. Мощности песчано-алевритовых пластов достигают 4–5 м, локализуются они на Комсомольском месторождении в пачке мощностью 20–30 м, залегающей под битуминозными глинами. Песчано-алевритовые пласты разделены прослоями темно-серых глин, содержащими включения глауконита, стяжения пирита, фосфатов, оолиты шамозита, карбонатные конкреции, роостры и онихиты белемнитов, остатки раковин двустворок и аммонитов.

Ниже по разрезу вскрыты темно-и коричневатосерые глины с тонкими линзовидными прослоями более светлого алевритового материала. Отмечаются ходы илоедов, стяжения пирита. В нижней части рассматриваемого разреза, в пачке мощностью 20–30 м, залегающей над тюменской свитой, глины становятся более однородными, тонкоотмученными и содержат остатки раковин двустворок и аммонитов.

Несмотря на обилие фауны, датирован возраст только отдельных находок (определения Н.П. Вячкилевой, ЗапСибНИГНИ). Так, в скв. 403 из верхней части разреза битуминозных глин (в 4 м от кровли) определен аммонит *Hectoroceras* sp. indet. берриасского возраста (интервал 2940,6–2949 м, 3 м от кровли). В семи метрах ниже подошвы битуминозных глин из темно-серых слюдистых глин с присыпками глауконита (интервал 2976–2984 м, 5,0 м от кровли) определен аммонит *Subdichotomoceras* sp. ранневолжского возраста ($J_3 v_1^2$).

В нижней части рассматриваемого разреза (около 10 м выше кровли тюменской свиты), из темно-серых алевритистых глин с остатками водорослей и стяжениями пирита определен аммонит *Longaeviceras* sp. [Cf. *L. Nikitini* (Sokolov)] *Quenstedtoceratinae* позднекелловейского возраста (интервал 3016,7–3028,7 м, 7 м от кровли).

В скв. 404 поздневолжские *Craspedites taimyrensis* Bodyl. найдены в двух метрах от подошвы битуминозных глин (интервал 2887–2900 м, 0,2–0,5 м от кровли), а непосредственно в их подошве – также поздневолжского возраста *Craspedites okensis* d'Orb. (тот же интервал, 2,8 м от кровли). Аммониты позднекелловейского возраста (?*Quenstedtoceratinae*) встречены в 14–16 м выше кровли тюменской свиты, в полосчатых и однородных темно-серых глинах с пиритом и ходами илоедов (интервал 934–2942 м, 1,0–3,4 м от кровли).

Таким образом, возраст глауконитовых песчаников фаунистически не датирован. По положению в разрезе (залежание непосредственно под ранневолжскими и поздневолжскими слоями) и характерному облику эти

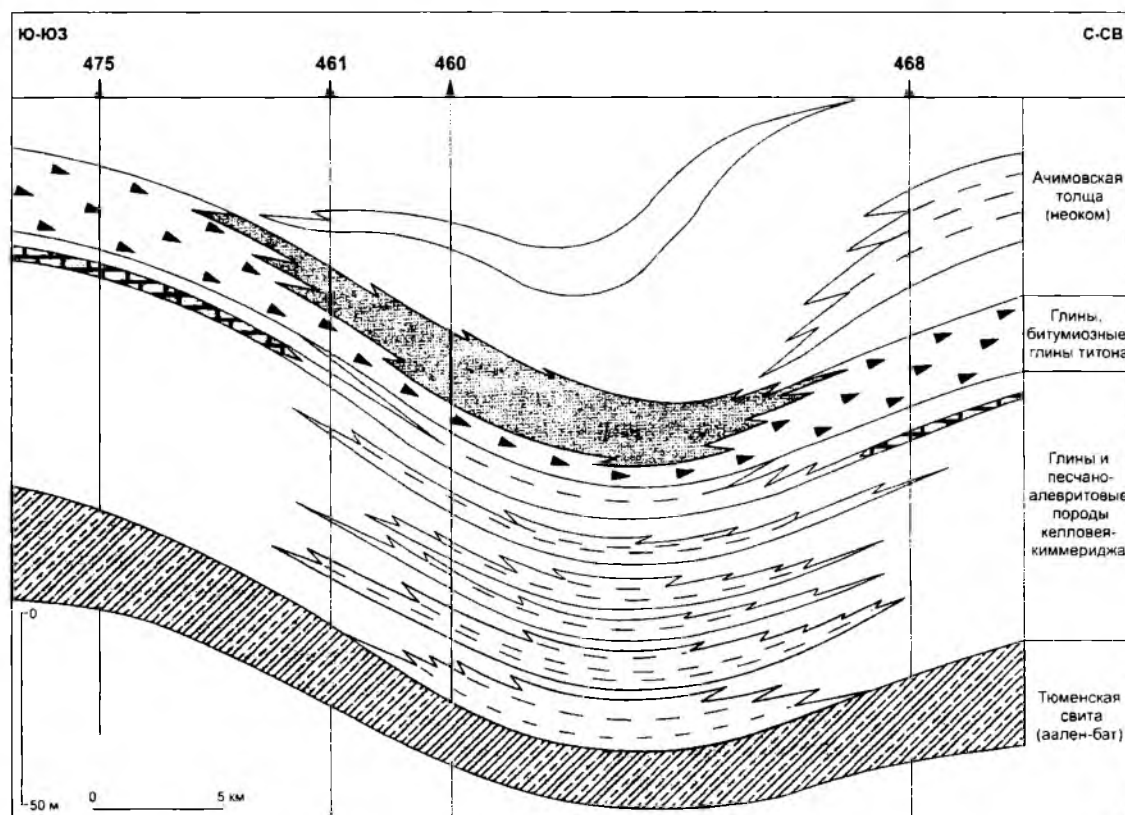


Рис. 4. Схематический палеогеологический разрез юрско-неокомских отложений Северо-Комсомольского месторождения. Пояснения в тексте.

породы могут быть отнесены к киммериджу или же к киммериджу – волжскому ярусу.

На Северо-Комсомольском месторождении песчаные прослои встречаются как в верхней, так и в нижней частях рассматриваемого разреза, залегающего между битуминозными глинами и тюменской свитой. (рис. 4). В верхней (предположительно киммериджской) части разреза это глауконитовые песчаники и алевриты, в келловейских (?) слоях – это сахаровидные песчаники, прослоями интенсивно биотурбированные, разделенные пачками темно- и буровато-серых однородных и линзовидно-полосчатых (“важюганских”) глин с ходами илоедов, пиритом, остатками водорослей.

В настоящее время по сейсморазведочным данным МОГТ “осложненные” разрезы верхней юры выявлены в прогибах, расположенных северо-западнее Северного свода, в западной части которого расположены Северо-Комсомольское и Комсомольское месторождения. Эти зоны имеют каналообразную форму и ориентированы в направлении ССЗ–ЮЮВ. На этом основании можно предположить, что опесчаненные разрезы верхней юры, установленные на Комсомольском и Северо-Комсомольском месторождениях, являются южным продолжением Нерутинско-Медвежьей зоны.

Несмотря на то что происхождение “осложненных” разрезов верхней юры дискуссионно (трудно объяснить перемещение песчаных осадков на рас-

стояние около тысячи километров в глубоководноморских условиях), можно предположить, что это отложения подводных продолжений крупной реки или нескольких рек, впадавших в Западно-Сибирский бассейн с Полярного Палеоурала. Масштабы поступления терригенного материала из этого источника были значительными, иначе сложно объяснить наличие обширного депоцентра с толщами верхней юры до 300 м и разнос осадков на расстояние около тысячи километров.

Опесчаненные разрезы верхней юры в северо-западных районах представляют несомненный нефтегазопромысловый интерес, так как они содержат песчаные пласты-резервуары с удовлетворительными фильтрационно-емкостными свойствами, а также признаки УВ практически во всех скважинах, где они охарактеризованы керном или результатами испытаний. Предполагаемые типы ловушек и залежей УВ – литологические, структурно-литологические.

Кроме того, описанные типы разрезов (нурминская свита, медвежья толща) должны быть введены в региональную стратиграфическую схему Западной Сибири.

Литература

Кулахметов Н.Х., Кислухин В.И., Зининберг П.Я. Литолого-фациальное районирование верхней юры севера Западной Сибири как оценка основы нефтегазоносности // Геология и оценка нефтегазо-

вого потенциала Западной Сибири. М.: Наука, 1994. С. 59–72.

Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. Спб., (Межвед. стратигр. ком.). 1992. 120 с.



Герасимова Елена Викторовна –

старший научный сотрудник ООО “ТюменНИИгипрогаз”, г. Тюмень. Область научных интересов – интерпретация данных сейсморазведки, региональная геология.



Халиулин Игорь Ильдарович –

ведущий инженер-геофизик ООО “ТюменНИИгипрогаз”, г. Тюмень. Занимается интерпретацией данных сейсморазведки и ГИС.



ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ – ВАЖНЕЙШИЙ ОБЪЕКТ ПРОГНОЗА, ПОИСКА, ПРИРОСТА ЗАПАСОВ И УВЕЛИЧЕНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА СИБИРИ

(обзор, анализ и пути решения проблемы)

Ю.Н. КАРОГОДИН

Новосибирский государственный университет

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 01-05-65180.



В статье дан обзор и анализ нефте-газопроявлений и залежей в резервуарах Западной и Восточной Сибири с постседиментационными коллекторами.

В разрезах бассейнов Сибирской платформы – это среднерифейские и венд-кембрийские породы с трещинно-кавернозными коллекторами, трещинные и трещинно-кавернозные породы палеозойского фундамента Западной Сибири, трещиноватые аргиллиты абалакской (келловей–кимеридж) и баженовской (верхняя юра–неоком) свит осадочного чехла. Однако важно выделить главные объекты прогноза и поиска подобных коллекторов.

В связи с важностью постседиментационных коллекторов в процессе наращивания запасов и добычи нефти и газа необходимо выделить главные пространственно-временные объекты прогноза и поиска резервуаров с подобными коллекторами. В статье такие объекты указаны, как в Восточной, так и в Западной Сибири.

Ключевые слова: *постседиментационные коллекторы, Западная и Восточная Сибирь, зона сочленения Западной Сибири и Сибирской платформы, абалакская свита, ачимовская толща, палеозой, рифей.*

Постседиментационные коллекторы (ПСК), как известно, нередко обладают высокими фильтрационно-ёмкостными свойствами (ФЕС). Одна группа их группа связана с терригенными породами, которые изначально являлись коллекторами – галечники, песчаники, алевролиты и др. В процессе различных постседиментационных процессов их ФЕС могли как ухудшиться, так и улучшиться. Вторая, весьма обширная группа ПСК связана с породами, которые изначально не обладали пористостью и проницаемостью, а приобрели эти свойства позже, в процессе тектонической трещиноватости, перекристаллизации, выщелачивания и др.

Таким образом, проницаемые горизонты в одном случае являются седиментационными коллекторами, в другом – постседиментационными, в третьем – комбинацией (сочетанием) тех и других. Седиментационные, первичные коллекторы – это гранулярные коллекторы, связанные главным образом с терригенными, а также органогенными породами. В случае развития вторичных процессов коллекторообразования их ФЕС могут в той или иной степени, а иногда весьма значительно улучшаться. Вторичные, постседиментационные коллекторы нередко обладают чрезвычайно высокими ФЕС. Как правило,

это изначально плотные породы самого различного литологического состава и генезиса – от осадочных (терригенных, хемогенных, органогенных и смешанных) до изверженных и метаморфических.

Природа ПСК разнообразна. Главные факторы их образования следующие.

- **Тектоногенный.** Под действием данного фактора образуются трещины разрыва и отрыва со смещением или без него.

- **Температурный.** Резкое изменение температуры также может привести к растрескиванию пород в результате увеличения их объёма.

- **Гидротермальный.** Под воздействием высокотемпературных подземных вод, насыщенных агрессивными газами (углекислым или другими) происходит частичное (или даже полное) растворение цемента и резкое увеличение ФЕС коллектора.

- **Химический.** В результате химических процессов замещения одних элементов другими (например, кальция магнием в карбонатных породах) происходит уменьшение объёма породных тел с образованием трещин.

- **Выщелачивание.** С этим фактором связано растворение и карстообразование в карбонатных и иных породах.

• **Гипергенный.** Это локальные и зональные коры выветривания.

И, наконец, ПСК могут образовываться под действием ряда одновременно или последовательно перечисленных факторов. Так, активное движение агрессивных вод с растворением цемента гранулярных коллекторов или выщелачиванием и карстообразованием в карбонатных толщах происходит после (или одновременно) с образованием трещин различного генезиса. В разрезах продуктивных отложений сибирских бассейнов наблюдается явное влияние всех вышеперечисленных факторов образования постседиментационных коллекторов. Однако в одних разрезах доминируют одни факторы, в других – иные. Все это требует разработки различных методов прогноза, поиска ПСК в зависимости от характера продуктивной толщи и ее пространственно-временного положения. Поэтому первая задача сводится к определению главных объектов того или иного типа ПСК, а затем уже разработка метода их прогноза и поиска. При этом, конечно, важнейшей задачей является выявление генезиса ПСК того или иного резервуара УВ.

Основные, важнейшие объекты прогноза постседиментационных коллекторов.

В пределах Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы, как минимум три стратиграфических уровня наличия ПСК представляют значительный практический интерес. Важнейший из них, с доказанной промышленной нефтегазоносностью и гигантскими запасами УВ [Трофимук, 1994, 1997] связан со среднерифейскими доломитами Юрубчено-Тохомской зоны (ЮТЗ). Коллекторами является толща трещиновато-кавернозных доломитов. Природа ПСК более или менее ясна. Данная нефтегазоносная зона связана с центральной частью крупного высокоамплитудного Камовского свода, осложняющего Байкитскую антеклизу. В результате предвендского (точнее предвенд-кембрийского) поднятия среднерифейские карбонатные толщи оказались на дневной поверхности. Наряду с размытием отложений интенсивно шли процессы карстообразования. Этому способствовала тектоническая активность антеклизы, сопровождавшаяся многочисленными разломами и трещиноватостью пород. По данным сейсморазведки и бурения здесь зафиксированы дизъюнктивные нарушения с амплитудой в сотни метров. Активное движение агрессивных поверхностных вод приводило к образованию каверн и возможно даже карстовых пещер, о чем свидетельствуют кальцитовые толщи (сталактиты либо сталагмиты) керн-скважин в сочетании с ярко-коричневыми глинами (образованными пещерных озер и речных заводей). Перерыв был, видимо, достаточно длительным. В центральной части антеклизы отсутствуют нижне- и отчасти среднемотские отложения (венд-кембрия). С этими образованиями, как известно, связаны основные продуктивные горизонты другой, Непско-Ботубобинской антеклизы той же провинции. Следовательно, центральная (купольная) часть Байкитской антеклизы в течение нескольких миллионов лет была сушей, подвергаясь активным процессам размыва рифейских отложений и карстообразования.

Попутно можно сделать вывод и о формировании залежей в рифейских толщах в поственд-кембрийское время.

Если бы залежи были сформированы в рифее, то в лучшем случае, сейчас сохранились бы битумы или гальки размытых битуминозных пород (разрушенных залежей). Подобное явление (битуминозную гальку) мы наблюдаем в разрезе обнажений неогеновых отложений Крыма (Камышевая бухта Севастополя) и Ферганы (левобережье р. Нарын, обнажение в районе г. Майлису и др.).

Данный рифейский ПСК объект общеизвестен и очевиден, тогда как другой, этой же провинции, не привлек внимания геологов. Он связан с карбонатными отложениями нижнего кембрия, в первую очередь Непского свода, который стал формироваться на месте обширной моноклинали только в кембрийское время. В результате достаточно активного поднятия, ранее сформировавшиеся карбонатные образования (доломиты) оказались на поверхности и подверглись в центральной части палеосвода процессам карстообразования. Наличие трещинно-кавернозного коллектора доказано керновым материалом поисково-разведочных скважин. Распространение такого трещинно-кавернозного коллектора прогнозируется в виде кольцеобразной полосы (ербогаченский горизонт тирской свиты) вокруг палеосвода [Владимиров, 1988; Карогодин, и др., 1989]. Из этих отложений известны газопроявления в ряде скважин. И только практически полное прекращение поисково-разведочного бурения в данной провинции не позволило открыть промышленные залежи, а может быть и целые зоны, связанные с ПСК данного горизонта. Аналогичная кольцевая зона развития ПСК, перспективная на поиски залежей УВ, прогнозировалась и в пределах Байкитской антеклизы.

Не менее интересным в поисковом отношении представляется и преображенский горизонт исключительно вторичных коллекторов, залегающий выше ербогаченского (в основании катангской свиты). В отличие от ербогаченского он имеет сплошное распространение. Однако, в связи с тем, что между ними нет надежного разделяющего экрана, некоторые исследователи считают его единым с ербогаченским, называя преображенским продуктивным горизонтом [Шемин, 1999, с. 1171]. Нам представляется, что этого не следует делать по той причине, что в ербогаченском горизонте прогнозируются в основном стратиграфические ловушки и залежи, связанные с его размытием и отсутствием в прикупольной части Непского свода, а в преображенском – литологические. По нашим оценкам, а также некоторых других исследователей [Шемин, 1999] с этими горизонтами могут быть связаны не только крупные неструктурные залежи, но и весьма значительные по запасам нефтегазоносные зоны.

В пределах Западной Сибири (ЗС) залежи УВ также выявлены в палеозойских отложениях, так называемого фундамента. На карте нефтегазоносности палеозоя Западно-Сибирской плиты нефтегазопоявления и залежи двадцать шесть [Трофимук, 1997, с. 302]. Сейчас их уже более семидесяти [Запивалов, 2001]. Притоки нефти и газ из палеозойских отложений известны со времени открытия залежей нефти и газа в юрских отложениях, залегающих на фундаменте Березовского газоносного и Шаимского нефтеносного районов (1953–1963 гг.). В случае наличия проницаемых пород фундамента, независимо от их литологического состава, непосредственно под продуктивными от-

ложениями юры, залежь УВ, как правило, оказывалась единой. Во всех случаях коллекторы палеозойских отложений являются постседиментационными, связанными либо с корой выветривания фундамента (на некоторых месторождениях она достигает нескольких десятков метров), либо с дизъюнктивными нарушениями, либо с трещиновато-кавернозно-карстовыми коллекторами карбонатных толщ.

Несмотря на значительный интерес к данному объекту со стороны ученых и создание в свое время специального совета по проблемам палеозойской нефти под председательством большого ее энтузиаста академика А.А. Трофимука, результаты поисков залежей УВ в палеозое ЗС остаются довольно скромными. Тем не менее многочисленность нефтегазопоявлений, в том числе и промышленных, с дебитами, первоначально превышающими 100 и даже 200 м³/сут (Верх-Тарское, Малоичское, Новопортовское и другие месторождения), безусловно, позволяют относить палеозойский объект к весьма перспективному в отношении прироста запасов и увеличения добычи УВ. Следовательно, это и один из важнейших объектов изучения с целью разработки методики прогноза и поиска постседиментационных коллекторов в Западной Сибири.

Относительно скромные результаты поисково-разведочных работ палеозоя, вероятнее всего, объясняются отсутствием научно-обоснованной стратегии, в результате чего наиболее перспективные земли “золотой подложки” Западной Сибири [по выражению А.А. Трофимука, 1997, с. 329] оказались вне поля зрения геологов. Эта “золотая подложка” нам видится не в пределах, хотя и обширного поля распространения складчатых герцеид и каледонид ЗС, а в зоне ее сочленения с Сибирской платформой. Пока шовная зона сочленения никем не откартирована. Хотя по геофизическим данным и единичным скважинам (Вездеходные, Леннок-1, Аверинская-150, Тыйская-1, Касская-1, Елогуйская) вполне обоснованно предполагается распространение обширной субмеридиональной полосы Западно-Сибирского Приенисейя палеозойских отложений Сибирской платформы. Под мезозойским чехлом и пермскими вулканитами с большим стратиграфическим перерывом (и размывом) находятся палеозойские разновозрастные породы.

Размытые карбонатные отложения от кембрия до девона, безусловно, должны обладать коллекторскими свойствами с высокими ФЕС. Доказано, что вулканиты, как и аргиллиты юры и триаса, залегающие на палеозойских толщах, могут обладать достаточно хорошими экраняющими свойствами. В качестве примера можно привести открытую высокодебитную газонефтяную залежь, выявленную Котык-Еганской скв. 23 в палеозойских отложениях. Небезынтересно отметить, что вышележащие юрские и меловые отложения не продуктивны, водоносны.

Следует напомнить, что подавляющее большинство основных залежей месторождений-гигантов мира (не говоря уже о битумах) связано со стратиграфическими ловушками. **При правильной постановке работ в “зоне сочленения” (точнее в полосе распространения палеозойских карбонатных отложений Сибирской платформы) крупные открытия не заставят себя ждать.**

Следует отметить, что перспективы нефтегазоносности фундамента представляют интерес не только в

Западной Сибири. Об этом свидетельствуют прошедшие в 2001 г. международные конференции в Москве: “Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов” и Казани: “Прогноз нефтегазоносности фундамента молодых и древних платформ”.

В мезозойском разрезе ЗС особый интерес представляют два объекта прогноза и поиска ПСК. Это аргиллиты абалакской свиты кимериджа и баженовской – волжско-готеривского возраста. Генезис исключительно постседиментационных, трещинных коллекторов до сих пор остается до конца не выясненным, а методика прогноза и поиска залежей, как и оценки запасов, не разработанными. Нефти залежей данных резервуаров, как известно, самые легкие, высокогазонасыщенные, мало-сернистые. Литологической природой ловушек обусловлены аномально высокие давления и первоначальные дебиты в сотни тонн в сутки. Учитывая огромные площади распространения, особенно баженовских аргиллитов, очевидна важность разработки методов прогноза зон ПСК.

Выше обозначены лишь важнейшие, первоочередные объекты разработки концепций и методов прогноза и поиска ПСК. В то же время очевидно, что прогноз зон ПСК в резервуарах с доминирующими седиментационными, гранулярными коллекторами также весьма важен. На примере нижнеюрских песчаников (ЮК₁₀ и ЮК₁₁) Талинского месторождения ЗС, по мнению М.Ю. Зубкова [2001] и других геологов, видно значительное влияние гидротермальной проработки песчаников на улучшение ФЕС.

Литература

- Владимиров А.В.** Перспективы нефтегазоносности ербогащенского карбонатного горизонта Сибирской платформы // Советская геология, № 10, 1988. С. 16–22.
- Зубков М.Ю., Печеркин М.Ф.** Механизм формирования углеводородных залежей в породах фундамента Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) // Тезисы докл. межд. научно-практ. конф. “Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов. Москва, 2001. С. 19–20.
- Запывалов Н.П.** Нефтегазоносность “фундамента” Западной Сибири // Тезисы докл. межд. научно-практ. конф. “Прогноз нефтегазоносности фундамента молодых и древних платформ. Изд-во Казанского ун-та, 2001. С. 22–25.
- Карогодин Ю.Н., Владимирова А.В., Ершов С.В.** Зоны развития карста – важнейшие объекты поиска скоплений углеводородов в карбонатных толщах Сибирской платформы // Доклады АН СССР, т. 309. № 1989. С. 930–934.
- Трофимук А.А.** Концепция создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири // РАН, Сиб. отд-ние. Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии. [Отв. ред. Н.Л. Добрецов]. – Новосибирск, 1994. – IV + 192 с.
- Трофимук А.А.** Сорок лет борения за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1997. 369 с.
- Шемин Г.Г.** Гигантское поле нефтенакопления в преображенском карбонатном горизонте венда Непско-Ботуобинской антеклизы (Лено-Тунгусская нефтегазоносная провинция) // Геология и геофизика. Т. 40, 1999. С. 1170–1181.

ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДОЮРСКОГО КОМПЛЕКСА ЮЖНО-ТАЛИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

С.А. СКРЫЛЕВ*, Ю.Л. СМIRНОВ**

*ООО «ТюменНИИгипргаз», г. Тюмень, **ОАО «Зарубежнефть» г. Тюмень

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 01-05-65180



В пределах Южно-Талинской площади Красноленинского района Западной Сибири, в результате бурения и испытания разведочных и эксплуатационных скважин выявлены высокодебитные залежи нефти в доюрском комплексе. Анализ и обобщение имеющихся данных описания и лабораторных исследований керна, материалы геофизических исследований и поинтервальных испытаний скважин показали, что коллекторы в доюрском комплексе связаны преимущественно с карбонатными породами, представленными известняками, доломитами и их переходными разностями, и имеют эффективную емкость, представленную вторичными пустотами: порами, кавернами, трещинами и полостями выщелачивания по трещинам.

Ключевые слова: палеозой, постседиментационные коллекторы, промышленная нефтеносность, Южно-Талинская площадь.

Как известно, с Талинским месторождением связаны гигантские залежи в нижнеюрских пластах ЮК₁₀ и ЮК₁₁, открытые десять лет спустя после того, как они были спрогнозированы [Карогодин, 1966]. Однако в пределах Южно-Талинской площади Красноленинского района Западной Сибири, в результате бурения и испытания разведочных и эксплуатационных скважин выявлены высокодебитные залежи нефти в доюрском комплексе.

В результате предварительного обобщения геолого-геофизических материалов по доюрскому комплексу было установлено, что промышленные притоки нефти из отложений верхней части («коры выветривания») доюрского комплекса на Южно-Талинской площади получены на сравнительно небольшом участке в районе разведочных скважин 20033р, 20027р, 189р/982р.

Открытие высокодебитных залежей нефти на фоне истощения запасов основного объекта разработки – залежей пластов ЮК₁₀ и ЮК₁₁ шеркалинской свиты, делает весьма актуальным всестороннее изучение доюрских отложений.

Несмотря на огромное количество скважин, пробуренных со вскрытием палеозойских отложений, изученность их остается крайне низкой.

Авторами предпринята попытка анализа имеющейся в пределах Южно-Талинской площади геолого-геофизической информации по доюрскому комплексу с целью оценки вещественного состава и типа коллекторов, что весьма важно для эффективного ведения поисково-разведочных работ и проектирования разработок выявленных залежей.

Вещественный состав и фильтрационно-емкостные свойства доюрских отложений

Доюрские породы представлены в основном слабо-метаморфизованными осадочными (кластическими, пирокластическими, карбонатными) и эффузивными породами основного состава. По керну и данным ГИС в большинстве скважин между осадочным чехлом и неизменными породами доюрского комплекса наблюдается глинистая пачка различной толщины (от долей метра до нескольких десятков метров). Из призабойной зоны керн часто не отбирался либо не выносился. Кроме того, керн из доюрских пород практически не исследовался в лабораторных условиях.

Эффузивные и эффузивно-осадочные породы вскрыты многими скважинами. В ряде разведочных скважин (№ 979, 189, 805, 852, 959, 875, 885, 904) встречены карбонатные породы. И те и другие явно эпигенетически изменены. Часто употребляемый при этом термин «кора выветривания» не совсем корректен, так как достоверно не установлены процессы преобразования пород фундамента и образования в них коллекторов.

В связи с этим для более детального исследования вещественного состава пород доюрского комплекса привлечались результаты петрографического описания шлифов, выполненных по скважинам 9251, Р-20046, Р-20033.

В эксплуатационной скв. 9251, пробуренной в 2.5 км к юго-востоку от скв. Р-20033, на основании лабораторных исследований керна выявлена толща известняков и

доломитов (вскрытая толщина 129 м). Керном охарактеризована верхняя 39-метровая пачка пород (интервал 2735–2774 м). В керне из интервала 2759–2764 м отмечено нефтепроявление в виде микровыделений нефти по трещинам.

По описанию шлифов (рис. 1) породы (снизу вверх) представлены органогенными брекчированными известняками, участками перекристаллизованными, трещиноватыми, со стилолитовыми швами. По трещинам и стилолитовым швам отмечаются пирит, пленочки битума. Детрит представлен обломками раковин криноидей, остракод, фораминифер, а также кораллами, радиоляриями. Раковины значительно перекристаллизованы и раздроблены. Органогенные известняки вверх по разрезу сменяются известняками и доломитами без органических остатков, но с незначительной примесью кластического материала в виде зерен кварца и полевых шпатов алевритовой размерности. Породы трещиноватые, отмечаются трещины полые и выполненные битуминозным веществом, пиритом, иногда каолинитом, а также в зонах дробления часто встречаются свободные поры.

Выше по разрезу, в кровле известняков (интервал 2735–2740 м), залегают смешанные породы, состоящие из карбонатов на 50–60 % и обломочного материала, содержание которого увеличивается вверх по разрезу от 5–10 % до 20–25 %. Обломочный материал представлен зернами кварца, полевых шпатов, обломками пород, состоящих из кремнистых сланцев, халцедона, осадочной алевро-псаммитовой структуры. Часть карбоната развита по глинистому материалу, часть по органическим остаткам, иногда в виде сферолитов. Карбонат представлен мелкозернистым доломитом и сидеритом различной зернистости, большей частью в виде сферолитов (см. рис. 1е). Глинистый материал имеет гидрослюдисто-каолинитовый состав. Породы этого интервала относятся к коре выветривания, толщина ее не превышает 4 м.

В скв. Р–20033 керн, отобранный из кровельной части доюрского комплекса (интервал 2686–2714 м), по макроописанию представлен туфогенно-глинисто-песчаной породой с частыми включениями грубообломочного материала и эффузивно-осадочной породой темно-серой, плотной, трещиноватой. При отборе керна из призабойной зоны (интервал 2730–2752 м) породы не вынесены.

В шлифах изучены гравелиты крупно-мелкозернистые, алевритистые, песчанистые, полимиктовые, с глинистым цементом (рис. 2). Обломочный материал в породе составляет 80–85 %, состоит на 93–96 % из обломков пород, главным образом осадочных, типа алевролитов, отмечаются единичные обломки кремнисто-слюдистых пород, сланцев, эффузивов. Зерна кварца, полевых шпатов не превышают 1–2 %. Зерна кварца иногда катаклазированы, часто с проявлениями регенерации. Полевые шпаты представлены плагиоклазами, серитизированными, реже карбонатизированными. Аутигенные минералы представлены карбонатами (1 %), лейкоксеном (2 %). Глинистый цемент (10–25 %) представлен в основном

гидрослюдой и каолинитом, хлорит присутствует в виде тонкорассеянной примеси. По данным рентгенофазового анализа смешаннослойные образования составляют до 8–14 %. Тип цемента базальный. Микроструктура глинистого материала сетчатая и струйчатая, участками наблюдается оптическая ориентация частиц, что характерно для туфогенных пород. Отмечается пропитанность глинистого материала битуминозным веществом. В цементе имеются зеркала скольжения, по которым развиты корочки милонита. В гравийных зернах алевролитов часто отмечается «зоны напряжения», по которым развит серицит. По этим зонам иногда наблюдается смещение частей породы (типа микросбросов). Породы трещиноватые – встречаются трещины и микротрещины полые и выполненные серицитом (см. рис. 2). Пирит развит в виде отдельных глобулей по глинистому материалу и органике.

Описанные породы залегают в верхней части доюрского комплекса. Из продуктивного интервала, представленного по данным ГИС карбонатными породами, керн не вынесен.

Скважиной Р–20046 доюрский комплекс вскрыт на глубину 183 м. По макроописанию керна палеозойские породы светло-серые, метаморфизованные, плотные, крепкие, трещиноватые с зеркалами скольжения, представленные переслаиванием алевролитов и аргиллитов. Породы видоизменены вторичными процессами (каолинитизацией, хлоритизацией), раздроблены на обломки гравийной и средне-крупнопсаммитовой фракций, сцементированные глинистым материалом (гидрослюдой и каолинитом), участками отмечаются линзы халцедона, лейкоксенизация, сферолиты сидерита, отмечаются и полые трещины. В алевролитах наблюдаются участки разуплотнения – свободные поры, ориентированные перпендикулярно напластованию. В нижней части вскрытого разреза (2691–2750 м) встречены тонкоотмученные аргиллиты, разбитые многочисленными трещинами, часть из которых выполнены новообразованным калишпатом. По данным рентгенофазового анализа здесь же отмечается появление монтмориллонита (50–70 %), наличие карбоната – сидерита, возможно, анкерита.

Таким образом, по результатам исследований керна породы доюрского комплекса в пределах Южно-Талинской площади сложены в основном слабоизмененными осадочными породами палеозойского возраста – терригенными и карбонатными. По первичному описанию керна встречаются эффузивы основного состава, но в лабораторных условиях они не изучались.

Анализ результатов определения на керне открытой пористости (K_p), абсолютной проницаемости ($K_{пр}$), водоудерживающей способности ($K_{во}$), объемной (σ_p) и минералогической (σ_m) плотности показал следующее.

Породы доюрского комплекса имеют открытую пористость, изменяющуюся в пределах от 0.8 до 30.4 % (рис. 3, а). При этом в распределении пород по пористости выделяется две группы. Для первой группы характерно изменение K_p в пределах от 0 до 12 % с модальным значением, равным 5–7 %. При этом мини-

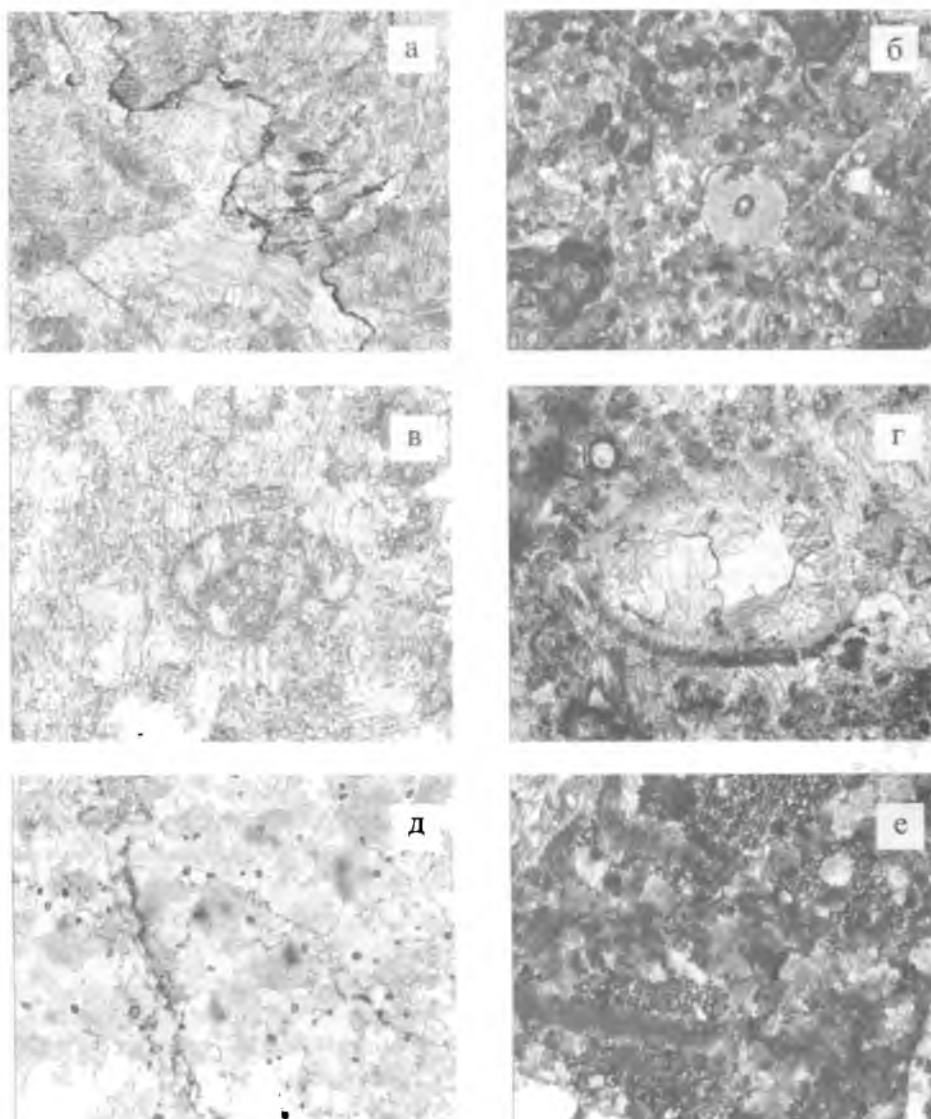


Рис.1. Фотографии шлифов керн из скв. 9251.

Известняк органогенный, брекчированный, перекристаллизованный (интервал отбора керн 2769–2774 м):

со стилолитовыми швами, подчеркиваемыми пленочками битума (*а*); с остатками раковин криноидеи, радиолярии (*б*); с остатками раковин фораминифер (*в*); с остатками кораллов, радиолярии (*г*). Доломит мелкозернистый, брекчированный, с крупными свободными порами (*д*) (интервал отбора керн 2759–2764 м). Карбонатная конкреция по аргиллиту алевролитостому (*е*) (интервал отбора керн 2735–2740 м).

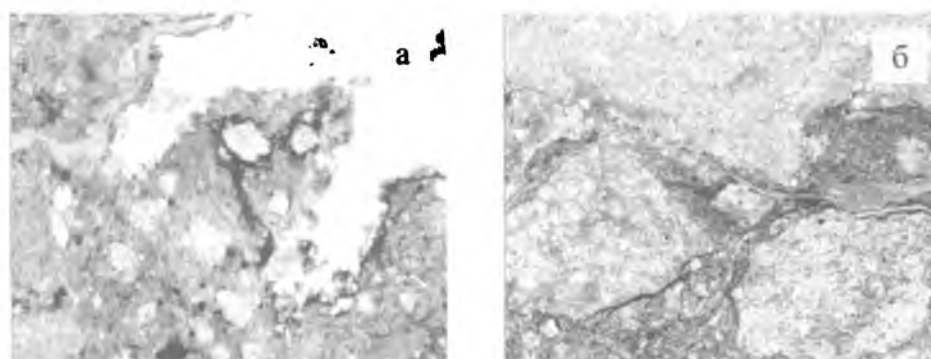


Рис.2. Фотографии шлифов по скв. 20033р:

а – гравелит крупно-мелкозернистый, алевролитистый, песчанистый, полимиктовый, с глинистым цементом, трещиноватый; глинистый материал пропитан керогеном (интервал отбора керн 2700–2714 м); *б* – гравелит мелко-крупнозернистый, полимиктовый, с глинистым цементом, с трещинами (интервал отбора керн 2686–2700 м).

мальную пористость имеют преимущественно карбонатные отложения.

Вторая группа пород характеризуется довольно высокими значениями открытой пористости ($> 13\%$) с модальным значением $19\text{--}20\%$. Аномально высокие значения пористости (до $20\text{--}25\%$ и более) имеют породы доюрского комплекса, вскрытые скважиной Р-20046, пробуренной вероятно в зоне глубинного разлома. Однако, несмотря на высокие значения открытой пористости, глинисто-алевритовые породы, вскрытые в скв. Р-20046, практически непроницаемы ($K_{пр}$ по керну не превышает $0.2 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$, при испытании скважины притоков из верхней части доюрского комплекса не получено). Вероятно, аномальные фильтрационно-емкостные свойства пород в скв. Р-20046 обусловлены влиянием разломной тектоники, которая привела к разуплотнению пород, но

не обеспечила увеличение их проницаемости вследствие высокой пластичности.

Сравнительно высокие значения открытой пористости определены по керну из скв. Р-20033, представленному гравелитами. Однако эти породы также оказались непроницаемыми. Карбонатные же отложения, вскрытые скв. Р-20033, из которых получены промышленные притоки нефти, керном не охарактеризованы (керн не вынесен при бурении).

В целом, проницаемость пород доюрского комплекса по данным исследований керна изменяется в довольно узких пределах: от непроницаемых ($< 0.01 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$) до $30 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ при модальном значении, составляющем $0.03 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ (рис. 3, б).

Сопоставление открытой пористости с абсолютной проницаемостью по керну (рис. 3, в) показывает следующее.

Для образцов пород с пористостью до 5% , связь проницаемости с пористостью совсем отсутствует, что является характерным для коллекторов, эффективная емкость которых представлена в основном вторичными пустотами: трещинами, кавернами, полостями выщелачивания по трещинам. Причем отсутствие связи отмечается для преимущественно карбонатных пород, имеющих минералогическую плотность от 2.71 до 2.87 г/см^3 .

Для пород, характеризующихся пористостью от $5\text{--}6\%$ до $9\text{--}10\%$, отмечается тенденция увеличения проницаемости с ростом пористости. Эту группу составляют породы преимущественно терригенного состава и древних кор выветривания (в том числе со значительными примесями сидерита), о чем свидетельствуют значения их минералогической плотности, составляющие менее 2.71 г/см^3 и более 2.87 г/см^3 .

Третью группу составляет часть образцов пород, отобранных в скважине Р-20046. Эти породы характеризуются очень низкой проницаемостью, не превышающей $0.2 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$, при высоких значениях открытой пористости, изменяющейся в пределах от 13 до 27% . Для этой группы отмечается очень слабая тенденция роста проницаемости с увеличением пористости.

Результаты определения водоудерживающей способности, определенной методом центрифугирования ($K_{во}$), свидетельствует о том, что среди исследованных пород коллекторы с межзерновой пористостью отсутствуют. Так как в подавляющем большинстве образцов зафиксирована $K_{во}$, превышающая 80% , и только в двух образцах определены значения $K_{во}$ меньше 70% . Причем минимальные значения водоудерживающей способности определены в породах, имеющих минералогическую плотность $2.79\text{--}2.86 \text{ г/см}^3$, соответствующую доломитам и известковым доломитам. Статистических взаимосвязей водоудерживающей способности с пористостью и проницаемостью, характерных для межзерновых коллекторов, для рассматриваемых отложений по материалам исследований керна также не отмечается (рис. 4).

Таким образом, по данным лабораторных исследований керна в отложениях доюрского комплекса в пределах рассматриваемой территории коллекторов не вы-

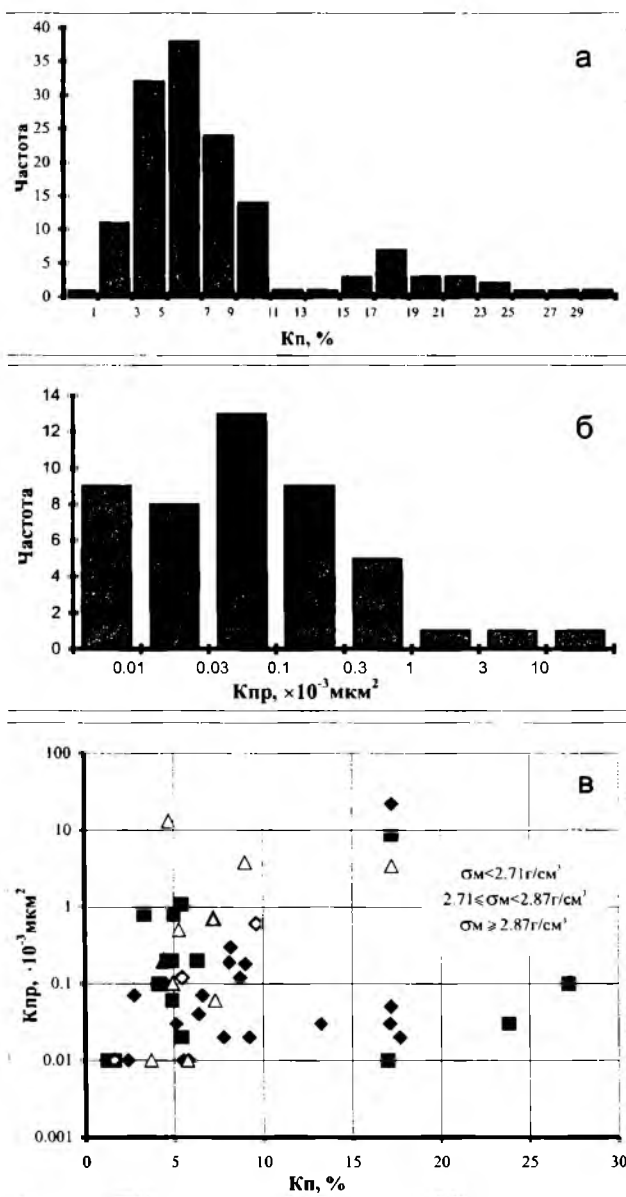


Рис. 3. Распределение открытой пористости (а) и абсолютной проницаемости (б) пород доюрского комплекса Южно-Талинской площади по керну, и их сопоставление (в).

Оценка возможности применения методов геофизических исследований скважин для выделения и оценки доюрских коллекторов

Учитывая низкую охарактеризованность доюрских пород ядерным материалом, авторами рассмотрены возможности применения материалов геофизических исследований скважин (ГИС) для выделения и оценки коллекторов в рассматриваемых отложениях.

Выполняемый в скважинах Южно-Талинской площади традиционный для Западной Сибири комплекс ГИС позволяет довольно уверенно решать широкий круг задач, связанных с выделением и оценкой подсчетных параметров коллекторов викуловской, тюменской и шеркалинской свит, обладающих преимущественно межзерновой пористостью и имеющих сравнительно простой состав скелета.

При изучении отложений доюрского возраста эффективность применяемого комплекса ГИС существенно снижается. Это обусловлено как сложностью строения доюрских коллекторов (полиминеральный состав скелета, сложная структура пустотного пространства, преобладание вторичной пористости), так и технологическими факторами (применяемая технология первичного вскрытия продуктивных отложений не исключает выкрашивания стенок ствола скважины и поглощений промывочной жидкости, чему, в частности, способствуют пониженные пластовые давления).

Из всего возможного многообразия в доюрском комплексе пород – потенциальных коллекторов в настоящее время в рассматриваемом районе по материалам комплекса ГИС достаточно уверенно могут быть диагностированы породы преимущественно карбонатного состава. С этими же породами связываются наибольшие перспективы нефтегазоносности доюрского комплекса в пределах рассматриваемой территории. Вследствие различных постседиментационных преобразований, в карбонатных отложениях наиболее вероятно существование коллекторов с вторичной пористостью – трещинных, порово-каверново-трещинных, каверново-трещинных.

Пример комплексной интерпретации данных ГИС с целью выделения и оценки коллекторов в карбонатных отложениях доюрского комплекса приведен на рис. 5.

Компонентный состав и общая пористость карбонатных пород определялись по комплексу методов ГК–НК–ГГКп. При выделении коллекторов использовались прямые и косвенные качественные признаки коллекторов: наличие глинистой корки по данным кавернометрии (ДС), микрокавернометрии (МКВ) и микрозондирования (МКЗ); наличие радиального градиента сопротивлений, фиксируемого разноглубинными методами электрического или электромагнитного каротажа (БКЗ, БК–БМК); расхождение нормированных показаний бокового (БК) и нейтронного (НК) каротажей при низких значениях естественной радиоактив-

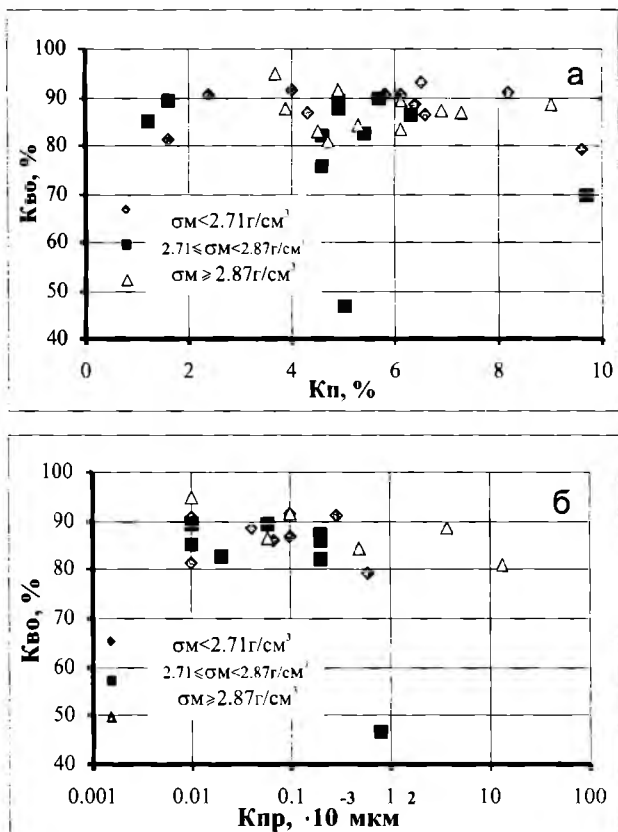


Рис. 4. Сопоставление водоудерживающей способности доюрских пород Южно-Талинской площади с открытой пористостью (а) и абсолютной проницаемостью (б).

явлено. Вынесенный и исследованный керн характеризует непроницаемые разности слабометаморфизованных терригенных, преимущественно алевро-глинистых, пород, пористость которых изменяется в весьма широких пределах, и непроницаемую, низкопористую матрицу карбонатных пород.

Однако, учитывая результаты исследований керна, а также данные геофизических, гидродинамических исследований, испытаний и пробной эксплуатации скважин, в настоящее время достаточно уверенно можно говорить о наличии в разрезе доюрского комплекса Южно-Талинской площади коллекторов, связанных с преимущественно карбонатными породами, обладающими постседиментационными трещинами, трещинно-кавернами и коллекторами. Доказательством являются промышленные притоки нефти в скв. 9251. Керн из продуктивных отложений представлен известняками, доломитами и их переходными разностями, пористость матрицы которых варьирует от 0.82 до 5.74% и в среднем не превышает 2.2%, а проницаемость всего $0.01 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Наличие вторичных коллекторов косвенно подтверждается низким общим процентом выноса керна (26.7%) и полным отсутствием выноса керна в интервале 2740–2746 м.

кого-либо из указанных методов, общая пористость пород может быть определена по комплексу методов АК–НК, АК–ГГКп или по данным одного из методов АК, НК, ГГКп. Однако точность оценки пористости в этом случае будет значительно ниже из-за недоучета влияния вещественного состава и структуры пустотного пространства пород.

Межзерновая пористость ($K_{пз}$) определялась по данным БК на основе использования уравнения Арчи, исходя из предположения, что при бурении на пресных промысловых жидкостях влияние трещинной и каверновой пористости на показания БК минимально.

Разделение вторичной пористости на составляющие – каверновую и трещинную, в настоящее время проблематично. Учитывая, что трещинная пористость ($K_{тр}$) как правило, не превышает долей процента и только в исключительных случаях достигает 1–2 %, можно предположить, что определяемая по вышеописанному алгоритму вторичная пористость обусловлена в основном каверновой составляющей ($K_{пк}$).

Результаты комплексной интерпретации данных ГИС по выделению коллекторов в карбонатных отложениях доюрского комплекса и оценке их вещественного состава и фильтрационно-емкостных свойств подтверждаются данными описания, лабораторных исследований керн и испытаний скважин (см. рис. 5). По данным ГИС карбонатные отложения представлены в основном слабоглинистыми известняками, доломитами и их переходными разностями, в верхней части отмечаются прослои сидеритизированных пород. При этом общая и межзерновая пористость карбонатных пород по данным интерпретации ГИС изменяется от долей процента до 15 %, а диапазон изменения вторичной пористости составляет 0–8 %. Из интервалов коллекторов, выделенных по данным комплексной интерпретации ГИС, получены притоки пластовых флюидов.

Результаты испытаний доюрских отложений в разведочных и эксплуатационных скважинах

В пределах наиболее изученной части Южно-Талинской площади рассматриваемые отложения испытаны в 16 разведочных скважинах. Причем в девяти разведочных скважинах (304, 852, 968, 979, 981, 20023, 20027, 20033, 20046) испытание доюрских отложений проведено раздельно от объектов тюменской и шеркалинской свит.

При опробовании трех скважин притоков из доюрского комплекса получено не было. В двух скважинах (Р–20023 и Р–20046), испытанных в колонне, доюрские образования представлены терригенными, алевро-глинистыми породами, а в скважине Р–304 – карбонатами. Они испытаны в открытом стволе с помощью ИПТ.

В остальных шести скважинах при испытании доюрского комплекса получены притоки нефти дебитом до 134 м³/сут. или воды дебитом до 14,9 м³/сут. При

этом в пяти скважинах в интервале испытаний доюрские отложения представлены карбонатными породами и лишь в одном случае (скважина Р–979) состав пород в интервале испытания, где получен приток воды дебитом 11,5 м³/сут не определен.

По имеющимся сведениям, в пределах рассматриваемой площади отложения доюрского комплекса были опробованы более чем в 50 эксплуатационных скважинах.

При этом примерно в 25 % случаев доюрские образования испытаны отдельно от залежей пластов ЮК₁₀ и ЮК₁₁ шеркалинской свиты. В большинстве скважин из доюрских отложений, представленных карбонатными породами, получены притоки нефти с водой дебитами от 50 м³/сут (скв. 9121) до 260 м³/сут (скв. 9213). Обводненность продукции составляла от 0–2 % (скважины 8966, 9121, 9158) до 45–57 % (скважины 9213, 9262, 9251, 10185).

В 75 % эксплуатационных скважин продуктивность доюрских образований определялась после приобщения к ранее эксплуатировавшимся пластам шеркалинской свиты и во многих случаях весьма неоднозначна. Исключение составляют только те скважины, в которых после приобщения доюрских коллекторов достигнуто кратное увеличение продуктивности, или в которых после приобщения выполнены промыслово-геофизические исследования комплексом «приток-состав», подтверждающие приток из доюрского комплекса.

Кратное (от 3 до 14 раз) увеличение дебитов жидкости после приобщения коллекторов доюрского комплекса получено в скважинах 8945, 8990, 9081, 9084, 9104, 9107, 9152, 9159, 10111, 10135, 10162, 10184.

Материалами промыслово-геофизических исследований продуктивность отложений доюрского возраста доказана в скважинах 8989, 9086, 9107, 9148, 10110, 10111.

Кроме вышеперечисленных, с большой долей уверенности можно считать продуктивными доюрские отложения в скважине 9221, где при изначально совместной эксплуатации пласта ЮК₁₀ и доюрского комплекса, получен приток нефти дебитом более 200 м³/сут, не характерный для коллекторов ЮК₁₀ в этой части Южно-Талинской площади.

Во всех перечисленных скважинах по данным ГИС доюрские отложения в интервале испытаний представлены карбонатными породами.

Получение высокодебитных притоков пластовых флюидов из низкопористых карбонатных отложений, свидетельствует о преобладании в них коллекторов преимущественно со вторичной пористостью, в которых проницаемость обеспечена за счет интенсивной трещиноватости и кавернозности. Косвенным подтверждением этому служат интенсивные поглощения промысловой жидкости, отмечаемые в большинстве скважин при вскрытии доюрских отложений и осложнения при цементировании обсадных колонн [Новиков, 2000].

Таким образом, результаты исследований керн, материалы геофизических исследований и испытаний

скважин позволяют сделать следующие выводы.

1. В пределах Южно-Талинской площади в верхней части доюрских отложений преимущественное распространение имеют карбонатные коллекторы с эффективной пористостью, представленной трещинами, порами, кавернами и полостями выщелачивания по трещинам.

2. Для выделения и оценки карбонатных коллекторов могут использоваться материалы расширенного комплекса ГИС. Для более эффективного применения ГИС с целью решения задач подсчета запасов и проектирования разработки залежей доюрского комплекса необходимо проведение специальных петрофизических и скважинных исследований и разработка на их основе методики комплексной интерпретации.

3. Открытие высокодебитных залежей нефти в доюрских отложениях требует их дальнейшего, более детального изучения с целью эффективного осуществления поисково-разведочных работ на сопряженных территориях и разработки уже выявленных залежей.

Литература

Карогодин Ю.Н. О связи нефтегазоносности с палеореками (на примере Красноленинского района Западной Сибири) // Докл. АН СССР. 1966. Т.170. № 4. С. 908–911.

Новиков Д.А. Перспективы нефтегазоносности доюрского комплекса пород Талинской площади // Геология нефти и газа, 2000. № 2. С. 6–19.



Скрылев Сергей Александрович –

кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геолого-промышленного анализа и подсчета запасов ООО “ТюменьНИИГипрогаз”, г. Тюмень.

Область профессиональных интересов – моделирование сложнопостроенных коллекторов, резервуаров и залежей.

E-mail: skrylev@gipro.tvumen.ru

Смирнов Юрий Леонидович –

заместитель начальника развития и реализации проектов в ГП РВО “Зарубежнефть”, г. Тюмень. Область профессиональных интересов – анализ геологического строения нефтяных залежей с целью применения методов повышения нефтеотдачи пластов. Анализ условий разработки нефтяных месторождений.



МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ СИСТЕМНО-ЛИТМОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

(на примере залежей продуктивного горизонта BC_{10}^{2-1}
Романовского месторождения Северного Приобья)

С. В. КЛИМОВ

ГеоНАЦ ОАО “Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз”, г. Ноябрьск

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 02-06-80517



В работе использован системно-литмологический подход с целью детального расчленения и корреляции продуктивных отложений неоккома и моделировании строения залежей нефти. Выявлены условия осадконакопления и закономерности пространственно-временного размещения коллекторов резервуара BC_{10}^{2-1} Романовского месторождения Северного Приобья Западной Сибири. Установлено, что с горизонтом BC_{10} связана не одна, как принято считать, а несколько залежей нефти.

Ключевые слова: системно-литмологический подход, расчленение и корреляция разреза, неокком, геологическая модель, горизонт BC_{10}^{2-1} , Романовское месторождение нефти.

Основные запасы жидких углеводородов (УВ) и их добыча связаны с неоккомским продуктивным комплексом Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. От других нефтегазоносных комплексов он отличается сложностью строения, обусловленной клиноформной структурой. И это нередко напрямую отражается на эффективности как поисково-разведочных, так и эксплуатационных работ.

В данной статье на примере Романовского месторождения, разрабатываемого ОАО “Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз”, показаны возможности системно-литмологического подхода в изучении сложно построенных продуктивных пластов неоккома и создания моделей залежей нефти.

В административном отношении Романовское месторождение находится на территории Пуровского и Надымского районов Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области в 130 км к северо-западу от г. Ноябрьска. Экономически его расположение очень удобно для эксплуатации, поскольку располагается между разрабатываемыми Сугмутским и Крайним месторождениями (рис. 1) с достаточно хорошо развитой инфраструктурой.

Месторождение открыто в 1987 году. Залежи нефти выявлены в песчаных коллекторах васюганской свиты оксфорда и в отложениях неоккома. На Романовской площади пробурено 65 поисковых и разведочных, 7 эксплуатационных скважин, которые использованы в анализе.

Основная доля запасов (более 60 %) приходится на “пласт” BC_{10}^{2-1} (валанжин), поэтому в данной работе рас-

сматриваются вопросы расчленения и корреляции именно этого объекта. Сложность его освоения заключается в расхождении существующих вариантов детального расчленения и корреляции основных продуктивных отложений “пласта” BC_{10}^{2-1} . С целью разрешения этих противоречий была использована методика системно-литмологического расчленения и корреляции этих отложений, позволяющая детально выполнить данную процедуру. На основе полученных результатов создана трёхмерная геологическая модель залежей, способствующая оптимальному выбору системы ее разработки.

В процессе решения поставленной задачи решались вопросы детального расчленения и корреляции отложений горизонта BC_{10}^{2-1} , реконструкции литолого-фациальных и палеогеоморфологических условий осадконакопления, выявления особенностей пространственного размещения коллекторов и обоснование рекомендаций по заложению эксплуатационных скважин.

В качестве общеметодологического подхода при выполнении работы использованы адаптированные к объекту исследования приемы системно-литмологического анализа породно-слоевых ассоциаций. Сущность его изложена в монографии Ю. Н. Карогодина “Введение в нефтяную литмологию” [1990].

Исходной предпосылкой анализа служило признание клиноформного строения неоккома. Каждая клиноформа является телом трансгрессивно-регрессивного седиментационного цикла, клиноциклитом. За основу была принята принципиальная модель продуктивного комплекса неоккома Северного Приобья [Карогодин,

и др., 2000]. В соответствии с этой моделью исследуемый объект (пласт БС₁₀²⁻¹) приурочен к регрессивной части покачевского субрегионального клиноциклита (рис. 2).

Для создания геологической модели Романовского месторождения применялся комплексный подход к интерпретации целевых объектов с использованием материала сейсморазведки, геолого-геофизические и промысловые данные.

По каждому прослеживаемому сейсмическому отражению в целевом интервале проводилась корреляция сейсмических границ, исходя из его принадлежности к геологическому объекту, с учетом характера осадконакопления и общей мощности отложений. Осуществлена сейсмостратиграфическая привязка волнового поля для корреляции опорных и целевых горизонтов. Кроме того, выделялись основные региональные маркеры, которые уверенно прослеживаются в сейсмическом поле.

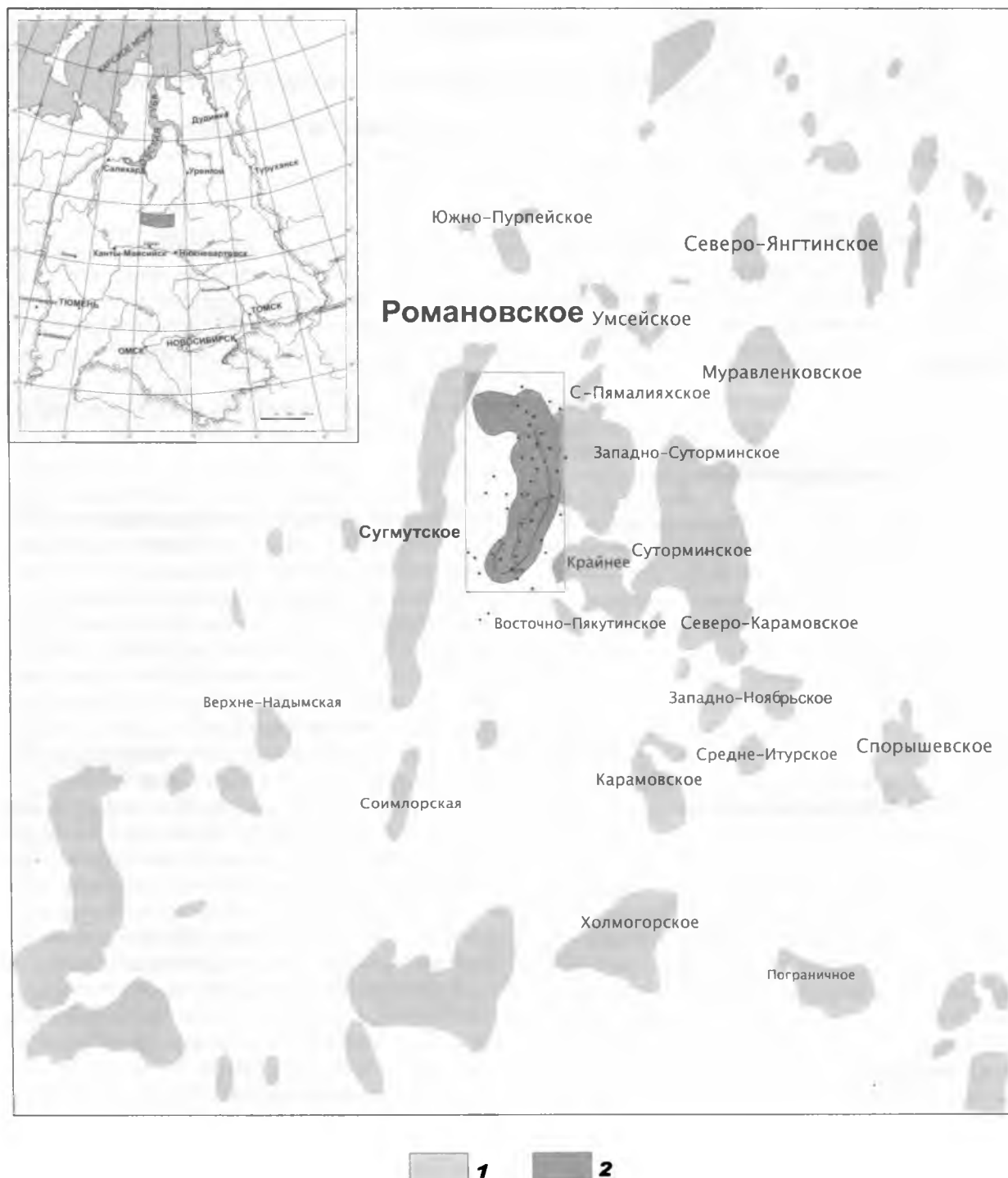


Рис.1. Обзорная схема района исследований.

1 – контуры месторождений; 2 – район исследований.

Исходя из накопленного практического опыта, для корреляции клиноформных (косолоистых) отложений по данным ГИС, использовались реперные поверхности в глинистой перекрывающей толще, максимально приближенные к кровле пласта.

Для поиска и прослеживания данных поверхностей, являющихся вещественным отражением финально-трансгрессивных элементов зональных циклитов была применена методика системно-литмологического подхода (СЛП) и правила их выделения [Карогодин, 1990].

Наиболее информативной при расчленении и корреляции разрезов оказалась кривая радиоактивного каротажа, отражающая относительное содержание пелитовой составляющей и более тонко реагирующая на минимальные изменения гранулометрического состава пород. Поэтому для удобства к стандартному набору кривых были добавлены зеркальные отображения кривых ПК и ГК (рис. 3).

Следуя принятой методике расчленения разрезов скважин по данным ГИС, в качестве эталонного выбран разрез скважины № 149. Выделено два субрегиональных циклита (покачевский и чеускинский), состоящих из ряда зональных циклитов (см. рис. 3, 4).

На следующем этапе исследований проводилась детальная площадная (“ковровая”) корреляция отложений горизонта BC_{10}^{2-1} по всем скважинам, причём прослеживались не отдельные образы каротажных кривых, а конкретные зональные циклиты и их элементы. Логичность полученных результатов проверялась палеоструктурными построениями, достоверность – результатами испытания скважин (см. рис. 4).

Детальная межскважинная корреляция проводилась с учётом “привязки” каротажного материала к кубу сейсмических данных. Выделены и “привязаны” основные региональные опорные стратиграфические границы: баженовская свита, региональные глинистые пачки (трансгрессивные части региональных и субрегиональных клиноциклитов) – покачевская, чеускинская, сармановская и пимская, которые уверенно прослеживаются в сейсмическом поле (фрагмент временного разреза показан на рис. 5).

В результате установлено, что в зоне развития продуктивного горизонта BC_{10}^{2-1} наблюдается возрастание общей мощности КЦ с резким увеличением его регрессивной части.

Отложения продуктивного комплекса представлены сложным переслаиванием песчанистых алевролитов и светло-серых средне- и тонко-зернистых песчаников. Снизу вверх по разрезу наблюдается постепенное увеличение песчанистости. Увеличение количества слоев и мощности песчаников в кровле отражает постепенное увеличение объема поступающего осадочного материала. Это связано с изменением

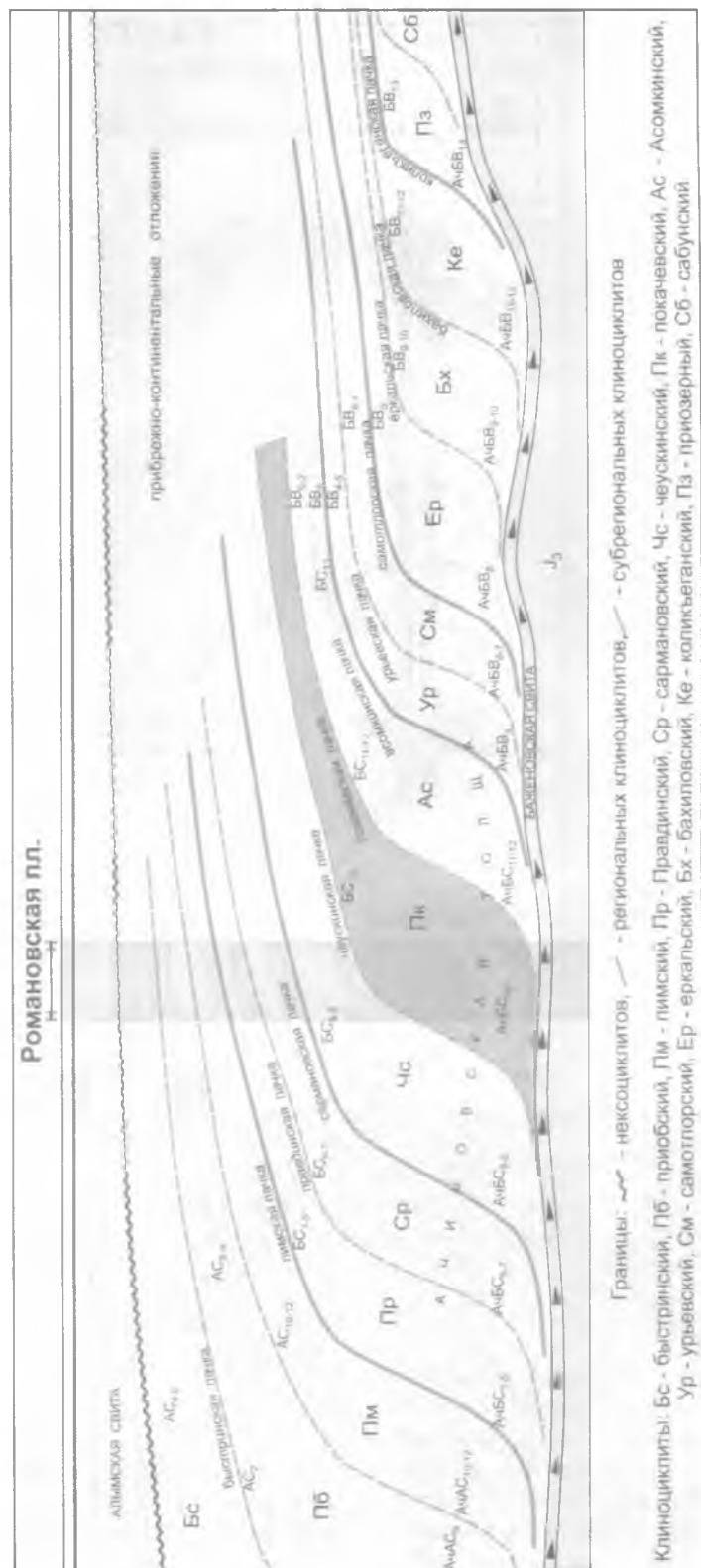


Рис. 2. Принципиальная модель клиноформного строения неокомского продуктивного комплекса центральных районов Западной Сибири (по Карогодину Ю.Н. И др., 2000 г.)

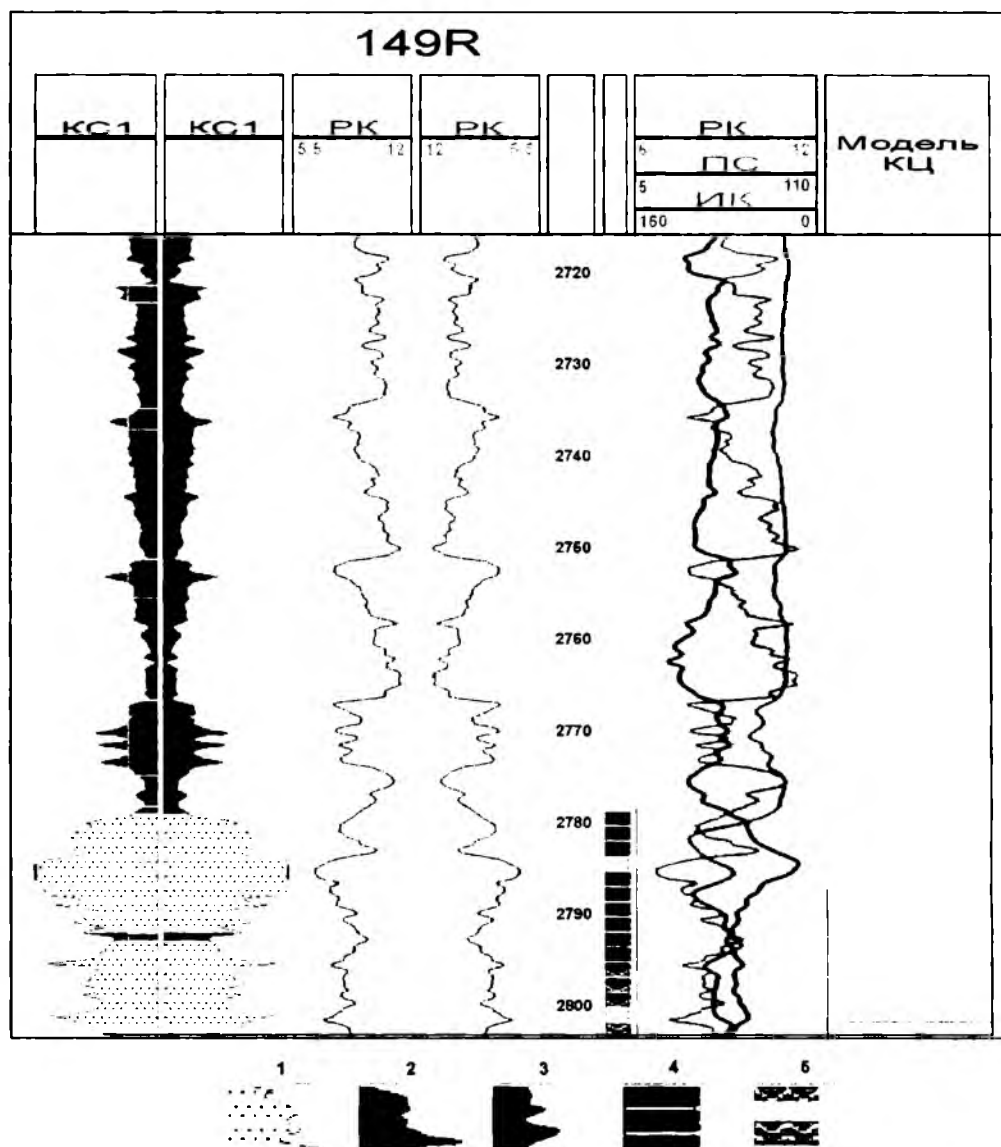


Рис. 3. Фрагмент каротажной диаграммы эталонной скважины.

1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – нефтенасыщенный по ГИС интервал; 5 – водонасыщенный по ГИС интервал.

гидродинамики среды, поскольку для транспортировки возрастающего по объему и гранулометрии осадка скорость и энергия подводных течений должна увеличиться. Однако присутствие среди песчаников алевролитов и глинистых прослоев предполагает неустойчивый характер течений, возможное колебание уровня моря и объема поступающего материала. Переслаивание глин и песчаников в основании разреза связано с частыми, но, вероятно, слабыми изменениями гидродинамической обстановки. Линзовидная форма и небольшая мощность тонкокослоистых алевролитов свидетельствует о дефиците транспортируемого осадка. Налицо ряд признаков, свидетельствующих о быстром накоплении осадков – слабая волновая переработка, умеренная сортировка, слабая окатанность песчаных зерен, высокое содержание слюды, отсутствие биотурбаци-

онных текстур и остатков микрофауны. Глинизация отложений в верхней части осадочного комплекса отражает прекращение активного поступления осадочного материала в бассейн.

В рассматриваемом комплексе пород отсутствуют крупные поверхности размыва. Этот факт указывает на высокую скорость внутренних трансгрессий этого времени, препятствующих интенсивной переработке подстилающего материала.

В итоге исследований, была существенно уточнена геологическая модель продуктивного объекта БС₁₀²⁻¹. В результате установлено, что *это не единое тело, а система нескольких, гидродинамически изолированных линз, а следовательно, и самостоятельных залежей* (рис. 6). Полученные представления о геологической модели БС₁₀²⁻¹ важны как для доразведки месторождений, так и при составлении проекта его разработки. Выяв-

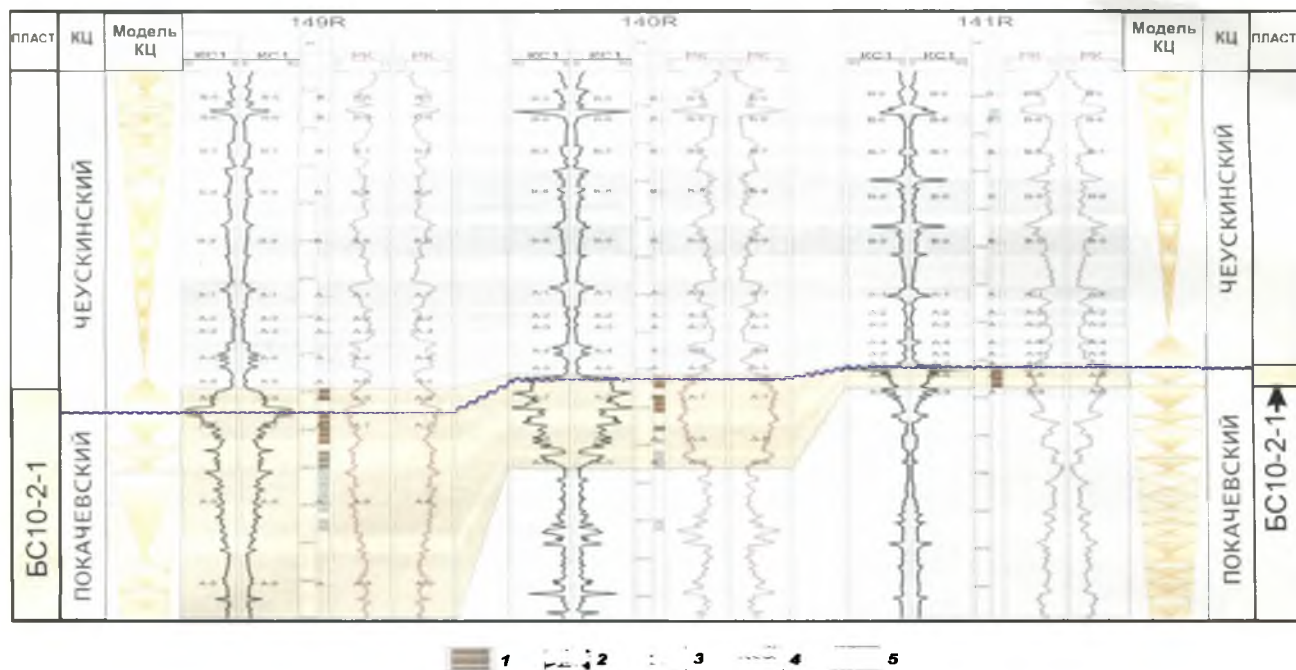


Рис.4. Фрагмент литостратиграфической корреляции отложений покacheвского и чеускинского клиноциклов:

1 – нефтенасыщенный по ГИС интервал; 2 – водонасыщенный по ГИС интервал; 3 – гемициклиты, по которым проводилась корреляция; 4 – границы регоциклов; 5 – интервал BC10-2-1.

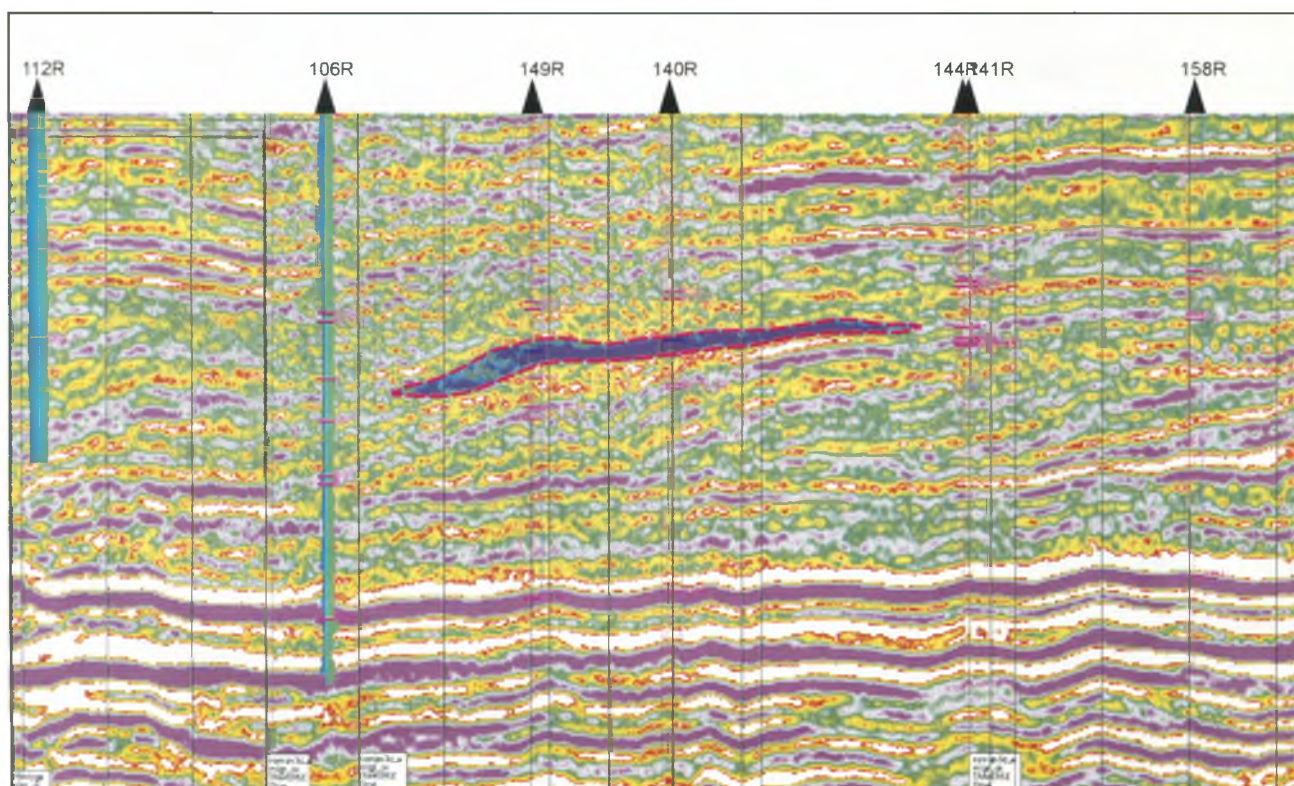


Рис. 5. Фрагмент временного разреза широтного направления (соответствующая продуктивному горизонту BC10-2-1 сейсмифация выделена пунктиром)

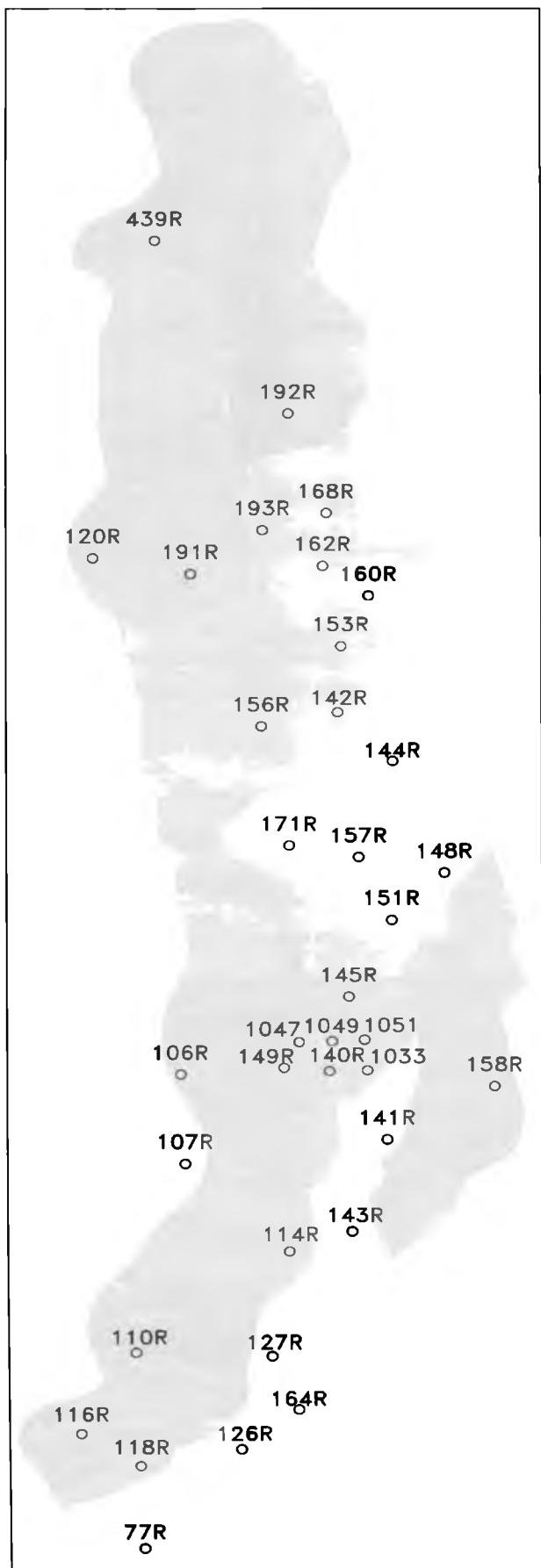


Рис.6. Схема расположения линз коллекторов продуктивного горизонта БС10-2-1 Романовского месторождения

ленные закономерности пространственно-временного размещения коллекторов и зоны их замещения и выклинивания позволят повысить эффективность заложения эксплуатационных скважин (в том числе и горизонтальных) и снизить затраты на добычу нефти.

Данный системно-литмологический подход может быть с успехом использован и при моделировании других подобных сложнопостроенных нефтегазоносных объектов.

Литература

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

Карогодин Ю. Н., Казаненков В. А., Рыльников С. А., Ершов С. В. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокма: Системно-литмологический аспект. Изд-во ОИГГиМ СО РАН, 2000. 224 с.

Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литмологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.

Рединг Х.Г., Коллисон Дж. Д., Аллен Ф.А. и др. Обстановки осадконакопления и фации. В 2-х томах. Т.1, 352 с. Т.2, 384 с. М: Мир, 1990.



Климов Сергей Викторович –

заместитель начальника отдела геологического моделирования ГеоНАЦ ОАО “Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз”, г. Ноябрьск, аспирант. Основные научные направления – геология нефти и газа, стратиграфия мезозоя Западной Сибири. Сфера деятельности – геологическая интерпретация и моделирование залежей нефти и газа.

E-mail: klimov@nng.ru (GeoNAC)

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НЕОКОМ-АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГЫДАНСКОЙ И ЯМАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.П. ЮШИН

Институт геологии нефти и газа СО РАН, г. Новосибирск

Работа выполнена по грантам РФФИ №№ 01-05-65180, 02-06-80517, 03-06-06088



В работе рассмотрены вопросы, связанные с проблемами корреляции, индексации и расчленения продуктивных неокомских отложений Ямальской и Гыданской нефтегазоносных областей. Предложено системно-литмологическое расчленение эталонных стратотипических разрезов, на основе которого выполнена профильная и площадная корреляции, а также “привязка” отражающих сейсмогоризонтов к литмостратиграфическим подразделениям в рамках построения единой геологической модели неокома. Дано описание предложенной модели геологического строения продуктивных неокомских отложений Ямальской и Гыданской НГО.

Ключевые слова: *неоком, региональные и субрегиональные клиноциклиты, циклостратиграфическое (системно-литмологическое) расчленение и корреляция.*

В связи с необходимостью наращивания газового потенциала страны на данном этапе освоения Западной Сибири (ЗС) большой интерес вызывают Ямальская и Гыданская нефтегазоносные области (НГО). Они существенно отличаются и геологическим строением, и нефтегазоносностью от соседних областей. Объектом настоящего исследования стали продуктивные отложения неокома. Эти породы в Ямальской и Гыданской НГО более опесчанены по сравнению с расположенными южнее районами (Надым-Пурской и Пур-Тазовской НГО). Серии глинистых реперных пачек (пимская, быстринская, кошайская и др.) в составе неокома центральных районов провинции в разрезах Гыданской и Ямальской НГО либо совсем не опознаются, либо выделяются условно, под другими названиями (сеяхинская, арктическая, нейтинская и др.). На данном этапе освоения нефтегазоносных отложений неокома нет единой и непротиворечивой индексации продуктивных пластов, а следовательно, не существует общепризнанной их корреляции с продуктивными пластами более южных районов. В настоящее время нет ни достаточно детальной стратиграфической схемы, ни детальной геологической модели этих НГО, что не позволяет сделать сколько-нибудь точную оценку ресурсов и подсчет запасов, а соответственно, и разработать стратегию освоения недр исследуемых НГО.

В связи с тем что использование только биостратиграфических методов (не хватает фаунистических определений для установления возраста отложения с точностью до яруса) не позволяет решить задачу расчленения, корреляции, а следовательно, и построения детальной стратиграфической схемы, возникает необходимость использования комплексной основы методов **циклостратиграфического (литмостратиграфического)** анализа (Карогодин и др., 2000).

В процессе исследования изучены эталонные стратотипические разрезы продуктивных пластов Гыданской и Ямальской НГО с выделением региональных и субрегиональных тел циклов (циклитов). В качестве стратотипов продуктивных пластов (рис. 1) приняты разрезы следующих скважин: Геофизическая-46, Утренняя-266, Арктическая-9, Бованенковская-97, Средне-Ямальская-14, Новопортовская-80 [Решение..., 1986].

Системно-литмологическое расчленение эталонных разрезов (рис. 2) послужило основанием для профильной и площадной (“ковровой”) корреляции неокомского разреза Гыданской и Ямальской НГО, а также для “привязки” отражающих сейсмогоризонтов к литмостратиграфическим подразделениям в рамках построения единой геологической модели неокома [Юшин, 2001].

На основе принятой литмостратиграфической модели построены корреляционные схемы субширотного и субмеридионального простирания (см. рис. 1),



Рис. 1. Обзорная карта района исследования Ямальной и Гыданской НГО Западной Сибири:

1 – поисково-разведочные скважины, 2 – месторождения, 3 – корреляционные профили.

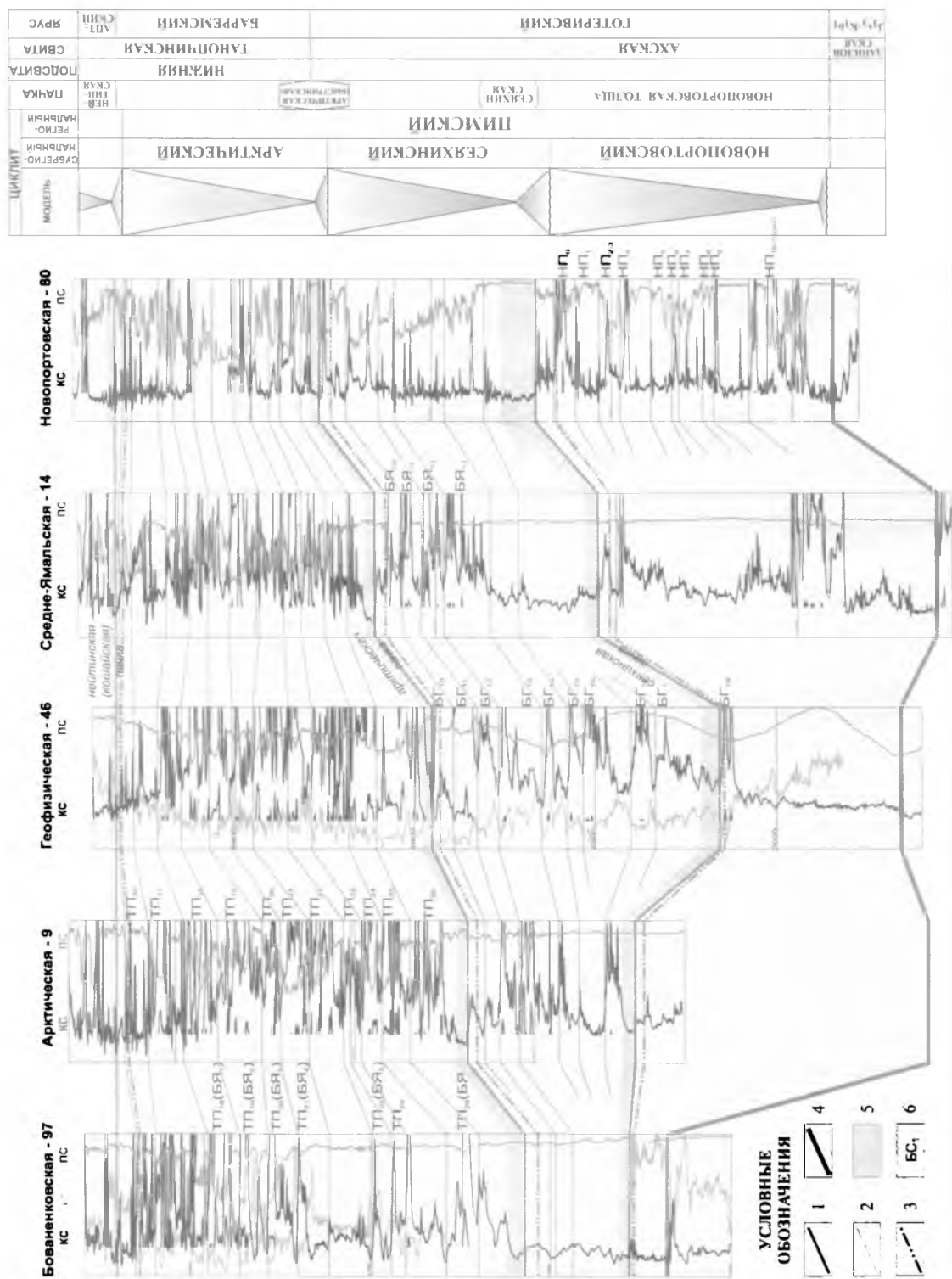


Рис. 2. Модель циклостратиграфического расчленения и корреляции эталонных разрезов продуктивных пластов неокома Ямальной и Гыданской НГО. (Номенклатура и индексация по "Решения", 1991 г.). Составили: Карогодин Ю.Н., Юшин Д.П.:

1 – подошва субрегиональных глинистых пачек, 2 – границы зональных глинистых пачек, 3 – подошва базальных песчано-алевролитовых тел, 4 – кровля базальных песчано-алевролитовых тел, 5 – региональные и субрегиональные флишдоупоры, 6 – продуктивные пласты.

геологические и палеогеологические профили. В итоге были построены карта песчаности, карта изопакит отложений пимского регионального циклита и карта мощности глинистого регионального экрана – нейтинская (кошайская) пачка.

Анализ полученной детальной циклостратиграфической схемы, позволил сделать вывод о том, что субрегиональные циклиты (новопортровский, сеяхинский, арктический) верхней части неокома (готерива–баррема), в пределах изучаемой территории не имеют явного клиноформного строения. Здесь нет такого мощного объема ачимовских (фондамормных) отложений, как в соседних к юго-востоку Надым–Пурской и Пур–Тазовской НГО [Брехунцов и др., 1996]. Вероятнее всего, это преимущественно шельфовые отложения **регионального пимского циклита** с субпараллельным залеганием песчано-алевролитовых и глинистых пачек. Следует отметить, что на юге Гыданской НГО, помимо отложений пимского регионального клиноциклита, разрез представлен отложениями сармановского регионального клиноциклита, залегающего непосредственно на даниловской (баженовской) свите. Однако это преимущественно глинистые отложения фондоформной части клиноциклита, которые, по существующим немногочисленным данным, малоперспективны в нефтегазовом отношении, и в центральных и южных районах НГО уже практически отсутствуют.

Примечательно, что в отличие от более южных районов (Широтное и Северное Приобье) на территории Ямальской и Гыданской НГО из четырех-пяти региональных клиноциклитов неокома выделяется только один – **пимский** (готерив–баремский). Клиноциклиты более раннего возраста (сармановский, чеускинский и др.) представлены конденсированными маломощными глинистыми отложениями, залегающими на баженовской (даниловской) свите. Пимский циклит, в центральных районах Западной Сибири, выделяется в интервале разреза от “подошвы” глинистой пимской пачки готерива до “подошвы” глинистой кошайской пачки. Литостратиграфическим аналогом кошайской пачки в этом районе принята нейтинская пачка. А пимская пачка несколько севернее Ямбургского месторождения “ныряет” в северо-западном направлении и имеет сравнительно небольшую мощность, фактически “прижимаясь” к баженовскому горизонту. Таким образом, мощность неокомских отложений исследуемых НГО составляют фактически только отложения пимского клиноциклита. Это является следствием того, что это *приосевая часть* неокомского палеобассейна, а формирование пимского циклита происходило в *финале неокомской регрессии*.

В составе пимского регионально циклита выделяются **три субрегиональных**. Непосредственно на даниловской (баженовской) свите залегает **новопортровский субрегиональный** циклит. Отложения только этого субрегионального клиноциклита имеют явное клиноформное строение. Максимальная его мощность наблюдается к западу от Гыданской НГО. Это хорошо прослеживается на профилях в направлении от Новопортовского к Бованенковскому месторождению Ямальской НГО. Общая мощность новопортовского клиноцикли-

та достигает 350 м (группа песчано-алевролитовых пластов с индексацией $НП_0$ – $НП_{11}$ по скв. Новопортовская-80). В составе этого клиноциклита отчетливо выделяются, как субклиноформная, так и фондоформная части. В северном направлении наряду с глинизацией происходит существенное уменьшение его мощности (фондоформная часть). Так, например, уже в скв. Бованенковская-97 Ямальской НГО и в скв. Утренняя-266 Гыданской НГО отложения этого клиноциклита на данном этапе, практически невозможно выделить.

Выше по разрезу в составе пимского регионально клиноциклита, отложения группы пластов с индексацией $БГ_{10}$ – $БГ_{19}$ (по скв. Геофизическая-46) выделяются в **сеяхинский субрегиональный клиноциклит**. Песчано-алевролитовые отложения этого циклита выдержаны по площади и постепенно глинизируются в северном направлении и уже в разрезе скважин Бованенковская-97 и Малыгинская-36 полностью замещаются глинами. Его мощность достигает 500 м.

В разрезе пимского регионального циклита достаточно уверенно прослеживается арктическая глинистая пачка. Наиболее вероятно то, что это возрастной аналог быстринской глинистой пачки, выделенной в разрезах Широтного и Северного Приобья. Быстринская глинистая пачка служит основанием для выделения быстринского субрегионального клиноциклита в составе регионального пимского. [Карогодин и др., 1996, Карогодин и др., 2000]. Однако из-за отсутствия полной уверенности в сопоставлении арктической пачки с быстринской целесообразно, как и в предыдущем случае, дать ему местное название – **арктический субрегиональный клиноциклит** (группа пластов с индексацией $ТП_{16}$ – $ТП_{26}$ по скв. Арктическая-9, скв. Тота–Яхинская-25). Песчано-алевролитовые отложения этого циклита постепенно увеличиваются в объеме в северном направлении более чем в два раза. Его мощность изменяется от 250 до 600 м.

В целом при анализе карты изопакит пимского регионального циклита (рис. 3) сделан вывод о том, что его мощность меняется с западо-юго-запада на северо-северо-восток от 400–600 м (Яротинская, Усть-Юрибейская, Бованенковская площади) до 1100–1300 м (Геофизическая, Утренняя и др.). Из вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что пимский региональный циклит имеет не субширотную, как полагали ранее, а субмеридиональную ориентировку. Кроме того, неокомский палеобассейн имел широкое распространение в северных районах, а не замыкался значительно южнее.

Карта песчаности пимского регионального циклита (рис. 4) свидетельствует об увеличении песчаности с западо-северо-запада на восток-юго-восток. Максимальная степень песчаности присуща разрезам восточно-юго-восточных площадей (300–320 м, Тота–Яхинская, Минховская площади), в то время как на северо-западе (Южно-Крузенштернская, Северо-Бованенковская, Харасавэйская и др. площади) она составляет порядка 60–80 м. Определенную аномалию представляет зона на юго-юго-западе Ямальской НГО. Здесь между Новопортовской, Восходной и Верхнереченской площадями суммарная мощность песчаников достигает 380–420 м. Очевидно, это связано с сильным

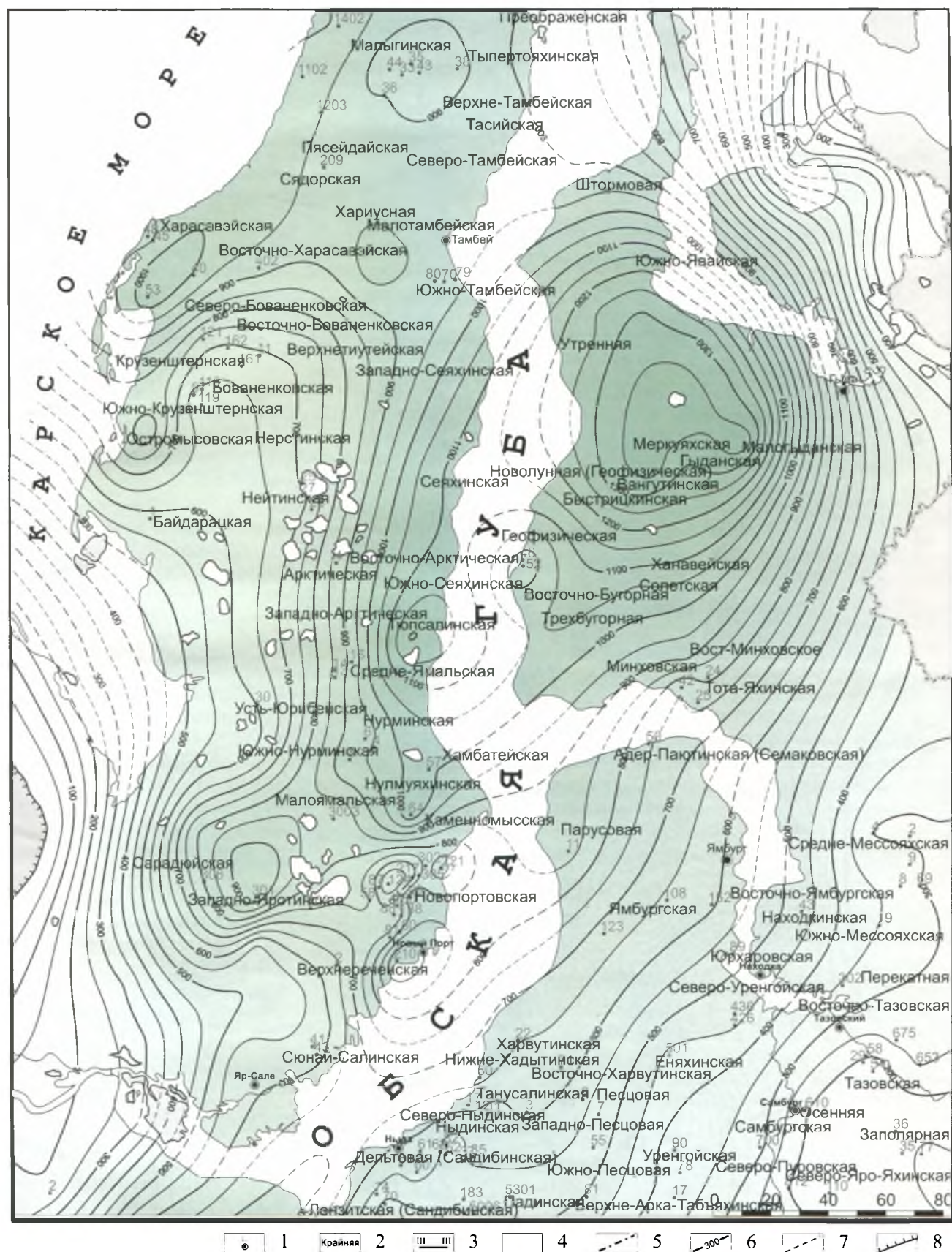


Рис. 3. Карта изобат пимского регионального циклита Ямальной и Гыданской НГО:

1 - поисково-разведочные скважины, 2 - площади, 3 - корреляционные профили, 4 - зона отсутствия отложений, 5 - административные границы, 6 - изобаты пимского регионального циклита, 7 - предполагаемые линии изобат, 8 - граница распространения резервуара.

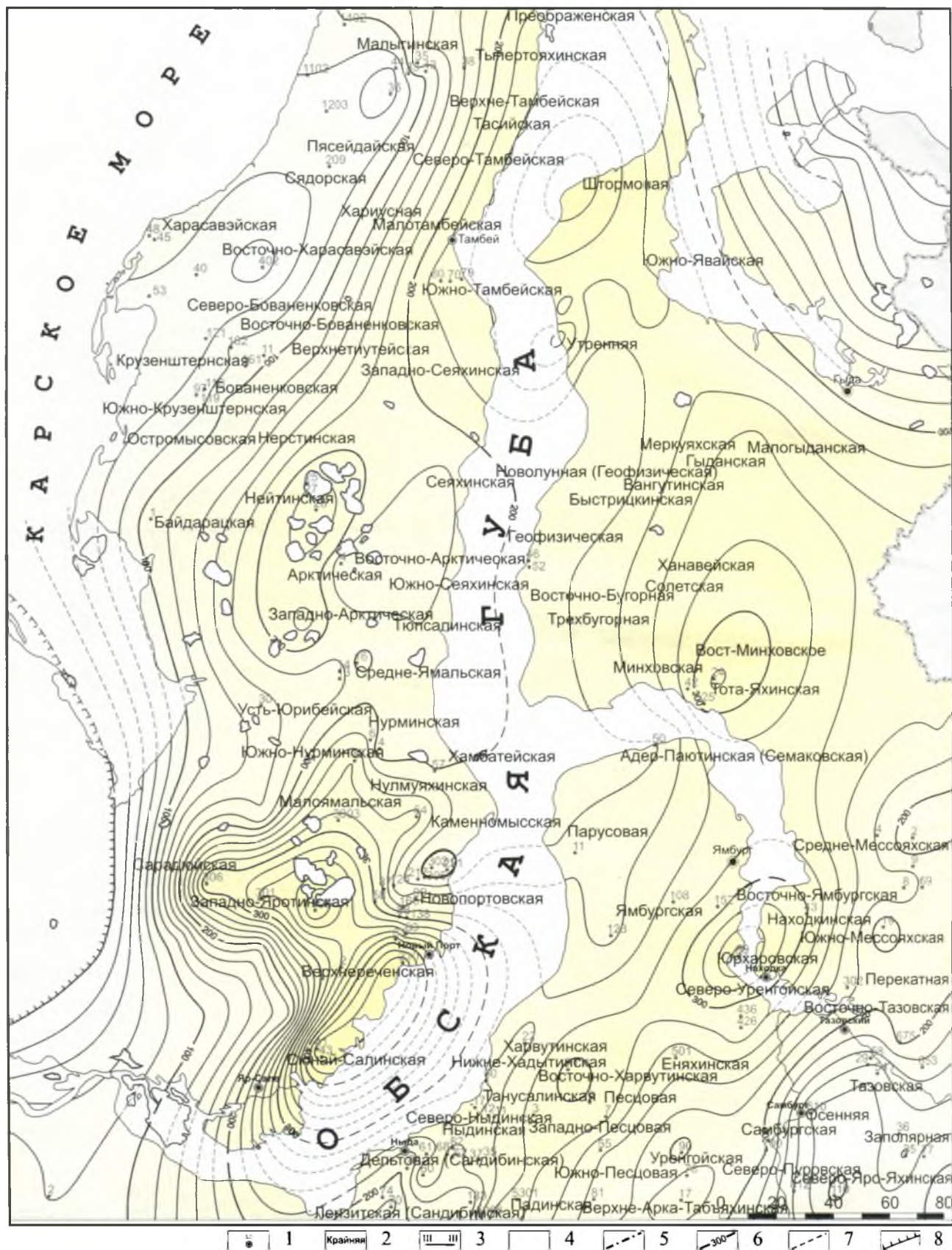


Рис. 4. Карта изопакит песчано-алевритовых отложений пимского регионального цикла Ямальной и Гыданской НГО.

1 – поисково-разведочные скважины, 2 – площади, 3 – линии корреляционных профилей, 4 – зона отсутствия отложений, 5 – административные границы, 6 – изопакиты песчано-алевритовых отложений пимского регионального цикла, 7 – предполагаемые линии изопакит, 8 – граница распространения песчано-алевритовых отложений.

влиянием не регионального, а локального (Новопортовского) источника сноса терригенного материала.

Карта песчаности, как и изопахит, свидетельствует о том, что на большей части территории Ямальной НГО, мы имеем дело с квазиортоформными отложениями.

Изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что основной прирост запасов углеводородов может осуществляться за счет открытия новых залежей в пределах Гыданской и Ямальной НГО, связанных, в первую очередь, с пластами группы ТП и БГ пимского клиноциклита. Наличие достаточно выдержанных пластов в разрезе этого клиноциклита и практически отсутствие ачимовских песчано-алевролитовых линзовидных отложений, позволяет прогнозировать открытие залежей преимущественно пластово-структурного типа [Карогадин и др., 2001].

Литература

Брехунцов А.М., Бородкин В.Н., Бочкарев В.С. и др. Анализ ресурсной базы ЯНАО, доля в ней ачимовского комплекса и региональные особенности его строения // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. М.: ВНИИОЭНГ. 1996. № 11. С. 7–34.

Карогадин Ю.Н., Ершов С.В., Сафонов В.С. и др. Приобская нефтеносная зона Западной Сибири: Системно-литмологический аспект // Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. 252 с.

Карогадин Ю.Н., Казаненков В.А., Рыльков С.А., Ершов С.В. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокома (системно-литмологический подход). Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2000. 200 с.

Решение совещания в ЗапСибНИГНИ по вопросам корреляции и индексации продуктивных пластов мезозойских отложений Тюменской области от 20–21 февраля 1986 г. Тюмень, 1996. 38 с.

Систематика, классификация и анализ залежей нефти Западно-Сибирского и Припятского нефтегазовых бассейнов. // Карогадин Ю.Н., Обровец С.М., Микуцкий С.П., Рыльков С.А., Юшин Д.П. Новосибирск: Издательский центр НГУ, 2001. 77 с.

Юшин Д.П. Системно-литмологическое расчленение эталонных стратотипических разрезов продуктивных пластов неокома Ямальной нефтегазовой области // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 2001. № 10. 88 с.



Юшин Данила Петрович –

научный сотрудник Института геологии нефти и газа СО РАН, г. Новосибирск. Область основных научных интересов – седиментационная цикличность, геология осадочных бассейнов, моделирование месторождений нефти и газа.

YushinDP@uiggm.nsc.ru



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сборнике подняты две наиболее актуальные по нашему мнению проблемы геологии и нефтегазоносности Западной Сибири – пути преодоления кризиса бассейновой стратиграфии и важности научно-обоснованного прогноза и поиска постседиментационных коллекторов и связанных с ними сложно построенных залежей нефти и газа. По существу это и темы грантов Российского фонда фундаментальных исследований, признающих их важность и актуальность.

Один из оптимальных путей их решения, как следует из статей сборника, видится в активном и осознанном использовании системной методологии, ее правил и принципов, адаптированных к геологическим объектам исследования. Остро дискуссионным вопросом, поднятым в статьях сборника, окажется идея кризиса бассейновой стратиграфии и необходимость смены ее парадигмы. Судя по всему, большинство геологов не готовы к этому и на предстоящем совещании по “уточнению” стратиграфической схемы Западной Сибири будут активно отстаивать изжившую свитно-горизонтную парадигму.

Нетрудно предположить, что в качестве “веского” довода оставить в схеме в основном все как есть, будет тот факт, что названия свит и подсвит, вошли в тысячи документов министерств, комитетов и ведомств, подсчет ресурсов и запасов и т.д. и т.п. Однако этот довод кажется весомым лишь тем, кто незнаком с предложениями изменений в системно-литмологическом ключе. Ведь названия свит в предлагаемом варианте сохраняются. Предлагается изменить их статус. А это (“основные” или “вспомогательные”, “региональные” или “местные” и т. п.) совершенно не интересует министерства, ведомства и другие административные организации. Рекомендации Кодекса на этот счет, которые меняются от одного документа к другому, на работу министерств и нефтяных компаний не оказывают никакого влияния.

Автор, пользуясь случаем, еще раз готов выразить благодарность руководству Комитетов природных ресурсов Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, спонсировавших издание двух крупных монографий: “Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокма” (2000) и “Приобская нефтеносная зона Западной Сибири” (1996). Они пользуются большим спросом у геологов, который невозможно удовлетворить из-за недостаточного их тиража.

Подготовлена к изданию новая монография Ю.Н. Карогодина: “Системно-стратиграфическая модель меловых отложений Западной Сибири. Системный аспект”. Автор был бы признателен за помощь в ее издании.

Кроме того, готовится аналогичная монография по юре Западной Сибири и задумана в таком же ключе работа по стратиграфии венд-кембрия нефтегазоносных областей Сибирской платформы.

Проблема вторичных коллекторов является также весьма важной и актуальной. В Сибири их поиск ведется недостаточно целенаправленно и совершенно не скоординированно. Чаще всего случайные открытия крупных и высокодебитных залежей в аргиллитах баженовской, абалакской свит, песчаниках шеркалинской свиты юры (Талинское месторождение), в дезинтегрированных породах палеозоя Западной Сибири, трещиновато-кавернозных доломитах гигантской Юрубчено-Тохомской нефтегазоносной зоны Сибирской платформы и других значительных скоплениях УВ, заставляет геологов обратить внимание на эту проблему.

Многолетние попытки открыть крупные скопления углеводородов в палеозойских породах Западной Сибири пока не увенчались успехом. Одна из главных причин этого видится в концентрации внимания поисковиков на районы, где палеозойские породы представлены высоко метаморфизованными, дислоцированными образованиями герцинид, салаирид и т. д. В то время как крупные скопления УВ, возможно даже целые нефтегазоносные зоны вполне реально выявить там, где палеозойские толщи представлены платформенными (и параплатформенными) образованиями, перекрытыми мезозойским осадочным чехлом на доступных глубинах (до 5 км). В большинстве случаев это могут оказаться бесперспективные или малоперспективные земли по мезозойским отложениям.

Проект исследований с целью прогноза высоко перспективных зон палеозойских отложений подготовлен коллективом геологов и геофизиков ОИГГМ СО РАН под руководством академика С.В. Гольдина и ждет заинтересованных в его реализации. Основная идея проекта состоит в интеграции комплекса методов: математического и тектонофизического аналогового и компьютерного моделирования, целенаправленной обработки и интерпретации данных геофизических данных различных методов (сейсморазведки, гравито- и магниторазведки) на базе широкого использования системного анализа. При этом важен правильный, научно обоснованный выбор первоочередных наиболее перспективных объектов поиска зон развития емких постседиментационных коллекторов и залежей УВ, связанных с ними как в Западной, так и в Восточной Сибири.

Настоящий сборник подготовлен и издан благодаря моральной и финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Эдуарда Александровича Ахпателова (генерального директора Государственного унитарного предприятия ХМАО НАЦ РНП им. В.А. Шпилмана), Алексея Алексеевича Нежданова и других.

Большую помощь в подготовке и оформлении сборника оказали Н.Ф. Курбачкая, Д.П. Юшин, А.В. Владимирова. Всем им автор выражает искреннюю благодарность.

Ю.Н. Карогодин

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
I. ПРОБЛЕМЫ БАССЕЙНОВОЙ СТРАТИГРАФИИ	7
Карогодин Ю.Н. Кризис бассейновой стратиграфии и пути выхода из него (Западная Сибирь. Системно-литмологический подход)	8
Нежданов А.А. Сейсмостратиграфия и стратиграфия в узком смысле (<i>sensu striato</i>)	43
Гришкевич В.Ф. Структура отложений Западно-Сибирского неокомского палеобассейна бокового осадконакопления с позиций представлений о маргинальных фильтрах мирового океана	52
Агалаков С.Е., Брадучан Ю.В. Проблема корреляции верхнемеловых (без сеномана) отложений севера Западной Сибири	70
Карогодин Ю.Н. Системно-стратиграфическая модель верхнемеловых отложений (без сеномана) Западной Сибири	81
Чернова О.С. Системно-литмологическое расчленение и корреляция васюганской свиты Усть-Тымской впадины	90
Послесловие (к 1-й части)	99
II. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА	102
Ю.Н. Карогодин, Ю.Н. Антонов, Д.И. Рудницкая, Д.П. Юшин. Проблемы прогноза, поиска сложнопостроенных резервуаров, ловушек и залежей углеводородов (системно-литмологический подход, РЕАПАК, ВИКИЗ в решении проблемы)	103
Одинцев В.Н. Механизм дилатансионного расслоения пород под действием тектонических напряжений	122
Нежданов А.А. Халиулин И.И., Герасимова Е.В. Строение верхней юры на северо-западе Западной Сибири	127
Карогодин Ю.Н. Постседиментационные коллектора – важнейший объект прогноза, поиска, прироста запасов и увеличения добычи нефти и газа Сибири (обзор, анализ и пути решения проблемы)	134
Скрылев С.А., Смирнов Ю.Л. Фильтрационно-емкостные свойства постседиментационных коллекторов доюрского комплекса Южно-Талинской площади	137
Климов С.В. Методика системно-литмологического анализа в моделировании залежей нефти и газа (на примере продуктивного горизонта BC_{10}^{2-1} Романовского месторождения Северного Приобья)	145
Юшин Д.П. Проблема геологического строения и нефтегазоносности неоком-аптских отложений Гыданской и Ямальской нефтегазоносных областей Западной Сибири	151
Заключение	158

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Научный редактор профессор Ю.Н. Карогодин

Технический редактор Степанов Д.В.
Компьютерная верстка Панфилова Н. В.
Подписано в печать 18.07.2003.
Формат 60х84 1/8. Офсетная печать.
Уч.-изд. л. 11. Тираж 500 экз.
Отпечатано в типографии ПрессоТип
e-mail: pressotip@tiran.ru

Лицензия ЛР № 021285 от 6 мая 1998 г.
Редакционно-издательский центр НГУ 630090,
Новосибирск-90, ул. Пирогова, 2.

Замеченные опечатки

Стр.	Строки	Написано	Правильно
43	заголовок	senfo	sensfo
45—48	верхний колонгитул	senfo	sensfo
45	19-я сверху, 2-я колонка	границей	границы
45	12-я снизу, 2-я колонка	залеганий	залегания
46	20-я сверху, 2-я колонка	волнового	вертикального
48	9-я сверху, 1-я колонка	адаптивной радиации	адаптивная радиация
48	20-я сверху, 2-я колонка	По данным	По данным П. Юпе
49	10-я сверху, 1-я колонка	Еллогуйский	Елюгуйский
49	18-я сверху, 2-я колонка	1965	1969

"Актуальные проблемы нефтегазоносных бассейнов"