Государственное предприятие
Ханты-Мансийского автономного округа
"НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ им. В.И. Шпильмана"

На правах рукописи

Владимир Филиппович Гришкевич

МАКРОСТРУКТУРА БЕРРИАС-АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

25.00.12 – геология, поиски и разведка горючих ископаемых

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора геолого-минералогических наук

Тюмень - 2006

Постановка проблемы и актуальность исследований. В 1999 году в России возобновились работы по регулярной переоценке прогнозных и потенциальных ресурсов нефти и газа, а также уточнению региональных стратиграфических схем территорий. В Западно-Сибирской провинции эти работы впервые проводились после кардинального изменения представлений о геологическом строении региона (переход от плоскопараллельной к клиноформной модели) и технического перевооружения – появления персональных компьютеров и специализированных баз данных геолого-геофизической информации и новых информационных технологий. Это потребовало рассмотрения комплекса проблем обеспечения оценки ресурсов стратиграфическими данными с единых методических позиций.

К настоящему моменту невыявленные и недоразведанные ресурсы неокома приурочены, главным образом, к клиноформной части его разреза, ачимовским отложениям и, в частности, к так называемым «аномальным разрезам», чем и обусловлена необходимость изучения механизмов их накопления. Только на седиментологической основе возможна корректная формулировка общей литолого-стратиграфической модели оцениваемой территории, выделение набора объектов анализа и прогноза нефтегазоносности, оценивание параметров этих объектов и, наконец, использование этих параметров в некоторых прогностических процедурах (В.И. Шпильман и др., 1999).

Точность и глубина фиксации, отражения модели исследуемой толщи в специализированных геологических базах данных зависит от полноты, глубины и точности геологических моделей, использованных при их разработке. В качестве технического средства фиксации стратиграфических моделей и организации всей геологической информации нами был создан автоматизированный каталог литолого-стратиграфических разбивок.

Цель задачи исследования. Стержень работы – уточнение седиментологической модели бокового осадконакопления на основе представлений о маргинальных фильтрах Мирового океана и седиментационной цикличности. Разработка макета региональной стратиграфической геолого-геофизической схемы, уточнение принципов выделения региональных нефтегазоносных комплексов и построение баз литостратиграфических данных так же проводились с учетом этой седиментологической модели.

Практическая значимость. На основе принципов цикличности было выполнено формализованное описание стратонов местных литолого-стратиграфических шкал провинции от свиты до пропластка включительно, совмещенное с описанием границ резервуаров. На этой основе проведена переинтерпретация и занесение в

разработанную автором специализированную базу данных («Автоматизированный каталог литостратиграфических разбивок») всех известных печатных и рукописных каталогов разбивок поисково-разведочных скважин, начиная с 1964 года. Автоматизированный каталог, содержащий информацию по 13 тысячам скважин, активно используется при разработке технологий обеспечения данными всех геологических построений, выполняемых в ГП НАЦ РН ХМАО имени В.В.Шпильмана. С использованием содержащейся в нем информации осуществлено монографическое издание каталога литолого-стратиграфических разбивок разрезов поисково-разведочных скважин, пробуренных на территории Ханты-Мансийского автономного округа, построены тысячи карт различного назначения, в том числе и карт строения резервуаров, сотни геологических профилей и разрезов, выполняются оценки промышленных, перспективных и прогнозных ресурсов региона.

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. **Концептуальная модель макроструктуры неокомской толщи Западно-Сибирского осадочного бассейна как отражение циклической эволюции маргинальных фильтров Мирового океана.**
2. **Определение динамических объемов нефтегазоносных резервуаров в терригенном разрезе на основе анализа возможных процессов миграции и аккумуляции УВ методами качественной теории динамических систем.**
3. **Генетическая классификация основных типов макрокосослоистых переслаиваний терригенных и органо-терригенных пород («аномальных разрезов баженовской свиты»).**
4. **Уточненная методология построения региональных стратиграфических схем макрокосослоистых («клиноформных») толщ применительно к задачам прогноза нефтегазоносности берриас-нижнеаптских отложений Западно-Сибирского бассейна.**
5. **Специализированная информационная технология и база данных стратиграфических и нефтегазоносных объектов чехла для решения задач геологии нефти и газа.**

Апробация работы. Отдельные положения и разделы выполненной работы докладывались на конференциях и совещаниях: «Критерии и методы прогнозирования нефти и газа», Ленинград, 1976, «Геология и полезные ископаемые Урала», Свердловск, 1976, «Теория классификаций и анализ данных», Новосибирск, 1981, «Всесоюзное совещание по геохимии углерода», Москва, 1981, «Пути реализации

нефтегазового потенциала ХМАО», Ханты-Мансийск, 1999-2004, «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна», Тюмень, 2000, «Использование компьютерных технологий для палеонтолого-стратиграфического обеспечения ГК-200/1000», Санкт-Петербург, 2001, «Саксовские чтения», Новосибирск, 2001, семинары по стратиграфическим схемам неокома Западной Сибири, Новосибирск, 2001-2004, XIV, XVI Международная школа морской геологии «Геология морей и океанов», Москва, 2001, 2005, XVI Губкинские чтения «Развитие нефтегазовой геологии – основа укрепления минерально-сысьевой базы», Москва, 2002, «Меловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии», Москва, 2002, Санкт-Петербург, 2004, «Ритмичность и цикличность в геологии как отражение общих законов развития», Москва, 2002, Седьмая и восьмая международная конференции «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа», Москва, 2004, 2005, Международное совещание «Взаимодействие суша-океан в российской Арктике (ЛОИРА)», Москва, 2004, Меловая комиссия Межведомственной стратиграфической комиссии (МСК), Санкт-Петербург, 2004, 2005. По теме диссертации опубликовано 40 работ.

Выполнение работы. Работа выполнена в ГП ХМАО НАЦ РН имени В.В.Шпильмана, но содержит и результаты, полученные во время работы автора в ЗапСибНИГНИ: формулировка понятия динамического объема нефтегазоносных резервуаров, разработка общей структуры и первоначальное заполнение автоматизированного каталога были выполнены в 1975-1992 годах. Разработка оригинальной макроструктуры берриас-аптских отложений Западно-Сибирской провинции и макета их стратиграфической схемы на основе концепции маргинальных фильтров Мирового океана проведена диссертантом лично на основе опубликованных данных. Разработка структуры стратиграфического раздела интегрированной базы геолого-геофизической информации НАЦ ЦР ХМАО осуществлена лично диссертантом, под его руководством были реализованы эти базы данных и информационные технологии их сопровождения, а при его непосредственном участии - информационные технологии использования этих данных при решении задач нефтяной геологии.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из четырех глав, введения, заключения и 1 приложения. Первая глава содержит краткую историю выделения объектов прогноза нефтегазоносности в неокомских отложениях Западно-Сибирского бассейна. Вторая глава посвящена изложению структуры отложений Западно-Сибирского неокомского палеобассейна с позиций представлений о маргинальных

фильтрах Мирового океана, разработке и обоснованию макета их стратиграфической схемы. В третьей главе дается изложение разработанного автором адаптивного подхода к анализу и прогнозу нефтегазоносности. Четвертая глава посвящена таксономическим проблемам и информационным технологиям, реализованным вокруг автоматизированного каталога литолого-стратиграфических разбивок. Общий объем работы составляет 245 страниц, 94 рисунка, 15 таблиц. Списки литературы включают в себя 186 наименований.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность своим учителям и наставникам: С.В. Гольдину, А.М. Волкову, Л.Ф. Дементьеву и В.И. Шпильману, с благодарностью вспоминает научную атмосферу, царившую в институте ЗапСибНИГНИ в начале семидесятых годов. За ценные замечания по различным аспектам содержания книги автор благодарит А.М. Волкова, И.В. Гончарова, Ю.Н. Карогодина, А.Э. Конторовича, Г.П. Мясникову, Ф.З. Хафизова, В.И. Шпильмана, В.А. Волкова, В.Г. Елисеева, А.А. Нежданова, Г.И. Плавника, В.И. Пяткова, Л.Г. Судата, А.Н. Сидорова, И.Н. Ушатинского, В.М. Яковлева, С.А. Предеина, Т.В. Рубину, И.В. Сидорову, В.Е. Силича, Г.Е. Толубаеву. Особая благодарность сотрудникам лаборатории стратиграфических баз данных ГП ХМАО НАЦ РН С.В. Лагутиной, Е.В. Рыбьяковой, Л.И. Болотовой и Л.А. Колосовой, на чью неизменную помощь и поддержку автор опирался при создании автоматизированного каталога, сборе, систематизации и обработке геологической информации.

В **первой главе** дается краткая историческая справка об изменении воззрений на выделения объектов прогноза нефтегазоносности в берриас-аптских отложениях Западно-Сибирского осадочного бассейна на фоне развития стратиграфии неокомских отложений Широтного Приобья.

1940 - 1967 годы - предыстория и первоначальное накопление информации. Для предыстории характерен общий, нелокализованный прогноз возможной продуктивности осадочного чехла провинции в целом. В это время в результате проведения опорного и параметрического бурения были установлены общие черты геологического строения региона. В частности, было установлено, что битуминозные аргиллиты имеют скользящий возраст кровли от верхневолжского на востоке, в районе Александровского свода, до нижнеготеривского в Шаимском районе. Завершился этот период плановой генерализацией накопленной информации в виде региональной стратиграфической схемы 1967 года. В соответствии с требованиями действовавшего Стратиграфического кодекса выделение всех свит было упорядочено с тем, чтобы их верхняя и нижняя границы были приблизительно изохронными. Так, регионально

распространенные битуминозные отложения были разбиты на несколько свит, с востока на запад – это баженовская ($J_3v - K_1b$), тутлеймская ($J_3v - K_1v$) и мулымьинская ($J_3v - K_1h_1$) свиты. Изохронными были приняты и основные продуктивные пласты верхнего валанжина этих районов: пласт БС10 Сургутского свода (Усть-Балыка) отождествлялся с пластом БВ8 Вартовского района (Самотлорского и Мегионского месторождений).

1968 - 1977 годы были временем широкого и сверхуспешного опоискования структурных ловушек Среднего Приобья. С одной стороны, это привело к существенному уплотнению сетки поисково-разведочных скважин, с другой – к исчерпанию фонда структурных ловушек и необходимости поиска неструктурных ловушек. В это время (1970 г.) Л.Я. Трушкова сформулировала «закономерность ступенчатого и кулисообразного залегания песчаных и глинистых пластов в прибрежных и мелководно-морских отложениях неокома». Период закончился в 1977 году с опубликованием А.Л. Наумовым своей модели бокового макрокосослоистого заполнения неокомского осадочного бассейна.

С 1977 года начался период последовательного развития и углубления макрокосослоистой модели неокома. За это время усилиями многих геологов были разработаны седиментологические и сейсмостратиграфические аспекты модели бокового макрокосослоистого заполнения неокомского осадочного бассейна. Естественным образом в рамках этих моделей возникло понятие клиноциклитов как тел крупных трансгрессивно-регрессивных циклов седиментации в макрокосослоистом разрезе (О.М. Мкртчян, Ю.Н. Карогодин, Н.Я. Кунин, А.А. Нежданов и др.). Свойства таких тел изучались и картировались. Достигнутые на этом направлении успехи в основном ограничивались прогнозом конкретных литологически экранированных залежей. Практика же выделения объектов для массовой оценки перспективных ловушек и потенциальных ресурсов УВ по-прежнему базировались на горизонтально-слоистой модели неокома.

Стратиграфическое совещание 1977 года сохранило горизонтально-слоистую модель неокома, в 1990 году были приняты половинчатые решения: отказавшись от старой синхронизации неокомских продуктивных пластов, сохранили принцип синхронности возрастных границ свит. Для этого пришлось разбить разрез неокома на множество локальных свит, «шагающих» своими границами по ступенькам «кулис» регионального замещения пластов. Проблема корректного и полного отражения на региональных стратиграфических схемах клиноформной модели неокома была одной из главных задач проведенного в 1999 - 2004 годах очередного совещания РМСК.

В рамках проводимой в России в 1999 - 2005 годах очередной переоценки потенциальных ресурсов нефти и газа в Западно-Сибирской провинции сложилась тенденция переходить к их оценкам по отдельным нефтегазоносным комплексам и резервуарам. Переход к новым, более дробным объектам делает необходимым переосмысление методических основ стратиграфического обеспечения прогноза. Автор ставил своей целью проделать теоретическую, концептуальную часть этой работы, начиная с уточнения седиментологической модели накопления толщи и до информационно-технологических аспектов.

Вторая глава посвящена детальному рассмотрения структуры отложений Западно-Сибирского неокомского палеобассейна с позиций представлений о маргинальных фильтрах Мирового океана, разработке и теоретическому обоснованию макета их стратиграфической схемы.

В конце двадцатого столетия в Западной Сибири была накоплена обширная геолого-геофизическая информация, свидетельствующая о макрокосослоистом, клиноформном строении неокомских нефтегазоносных отложений. Для объяснения этого явления геологи-нефтяники широко используют представления о боковом заполнении палеобассейнов и о процессах лавинной седиментации в дельтах (Ю.Н. Карогодин и др. 2000, Н.Х. Кулахметов и др., 1983, и др.). С другой стороны, последние десятилетия двадцатого столетия характеризовались интенсивным изучением современных процессов седиментации в морской геологии. Концептуальным обобщением накопленных данных явилась теоретическая модель маргинальных фильтров мирового океана (А.П. Лисицын, 2000 и др) (marginal – краевой, прибрежный). Дельтовые системы рек являются частным случаем маргинального фильтра. В нем параллельно протекает множество различных механических, физико-химических и биологических процессов: гравитационные, гидродинамические, сорбция и десорбция, коагуляция и т.п. (Н.М. Страхов, 1973, 1991 и др.). Концептуальные положения о биогеохимических процессах на границе «река-море», накопленные современной геологией морей и океанов, представлены на рис. 1. В дополнение к классической схеме А.П.Лисицына нами были внесены уточнения по гравитационным механизмам лавинной седиментации терригенной составляющей выноса рек.

Наиболее быстрое выпадение терригенной взвеси речного стока 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 итоге основная (алевритоглинистая) часть этих осадков, после всех перемещений, доращивает внешний склон авандельты. Избытки песчано-алевритового материала в виде мутьевых потоков сбрасываются с аккумулятивного шельфа, образуя конусы выноса у основания склона.

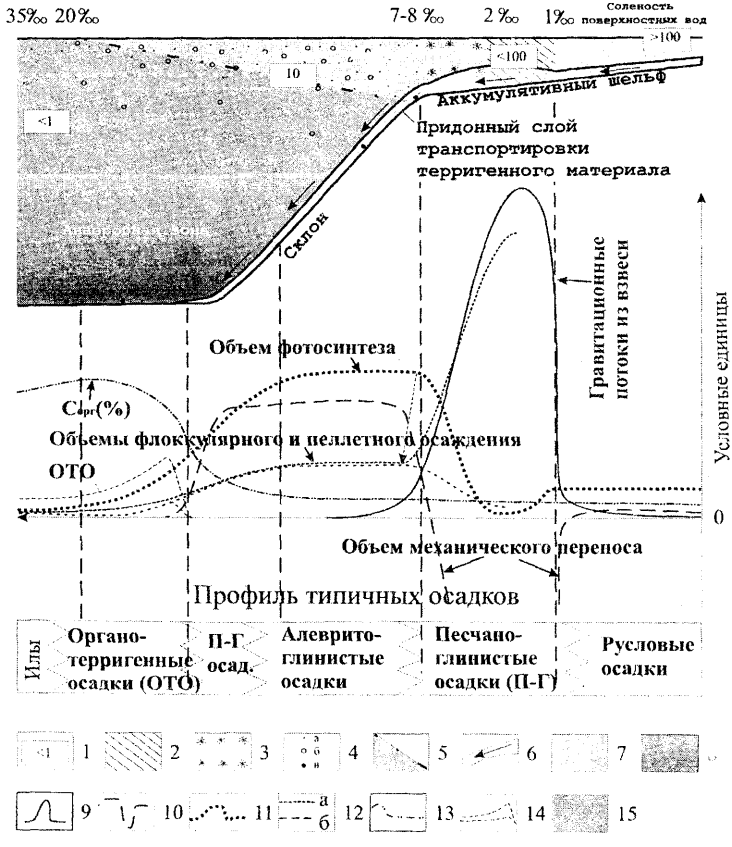

Рис. 1. Схематический профиль «река-море» через дельтовую систему (по А.П.Лисицыну с уточнениями В.Ф.Гришкевича).Обозначения: 1 – концентрация взвеси (мг/л); 2 - иловая пробка; 3 – «эстуарный снег»; 4 – сверху вниз – фитопланктон (а), зоопланктон (б), бентос (в); 5 – раздел солоноватых вод и подстилающих 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 – суммарный объем фотосинтеза, 12- кривые суммарного объема пеллетного и флокулярного осаждения (а), чистого объема пеллетного осаждения (б); 13 – кривая осредненного содержания $C_{орг}$ (% весовой) в конечном, зафиксированном осадке; 14 – скорости накопления органо-терригенных осадков (ОТО); 15 – направления циркуляции вод.

На идеализированном профиле рис. 1 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 в мутьевых потоках под действием силы тяжести на наклонной поверхности аккумулятивного шельфа и склона дельты. Зона накопления осадков за счет перемещения в придонном слое на рисунке 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 происходит биолого-геохимические процессы утилизации растворенных составляющих речного сноса и осаждения остатков пелитовой взвеси. После просветления 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 двухстадийна. 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 непереработанной органики в составе пищевых комочков (пеллет) планктонных организмов – фильтраторов. Дополнительным механизмом вывода органогенов 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 органогенов, поэтому объем синтеза постепенно сокращается до фонового уровня открытого моря.

Суммарные объемы пеллетного и флокулярного осаждения из клина солоноватых вод в связи с малой подвижностью фильтрующего зоопланктона лимитируются концентрацией биопродукции фитопланктона, то есть в конечном итоге пропорциональны объему фотосинтеза с учетом смещения био- и некромассы за счет сноса. Нами утверждается (2000,2002,2005), что в пределах этого суммарного объема относительный вклад флокулярного и пеллетного механизмов захоронения не является постоянным. 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 солоноватоводных планктонных организмов. 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 дисперсных частиц. Поэтому после разрушения целостности клеток поверхностно-активные вещества клеточных мембран стремительно коагулируют вокруг минеральных частиц: собственных скелетов или частиц пелитовых взвесей. Агрегатообразующим цементом флокул, так же, как и в «эстуарном снеге», выступает теряющее коллоидную устойчивость органическое вещество.

Нами уточнено, что в пределах внешней части маргинального фильтра существуют два относительно изолированных уровня: верхний – приповерхностный и нижний – придонный. 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. Превалирующее 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 (В.В. Шулейкин, 1968) (шторма как фактор, провоцирующий мутьевые потоки).

Органоминеральные агрегаты, образующиеся на верхнем уровне, выпадают на дно. Осаждаясь на дельтовую платформу и склон авандельты, они попадают в придонный слой и перемещаются в нем, в конечном итоге 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 взвесях поверхностного слоя, содержание $C_{орг}$ в пеллетах доходит до 20 процентов по сухой массе (А.П.Лисицын и др., 1988-2001). Таким образом, при равномерном перемешивании осадков получаются обычное, фоновое содержание $C_{орг}$ от долей процента до первых процентов (без учета его последующего разрушения на дне). Если зона высокой биопродуктивности простирается 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 органо-терригенные осадки (ОТО) - илы. Тогда первоначальная концентрация $C_{орг}$ в

осадках совпадает с его содержанием во флокулярно-пеллетных взвесях (до 20 и более процентов).

Далее в открытом море концентрация терригенной взвеси падает до минимальных значений порядка 0,1 – 1 мг/л, падает и интенсивность фотосинтеза. Во взвесях и осадках преобладает органогенное минеральное вещество. Типичные взвеси открытого моря – пеллеты и «морской снег» - аморфные агрегаты из оболочек простейших (В.П. Шевченко и др., 2000), типичные осадки – преимущественно органогенные, например, диатомовые или радиоляриевые илы. Теоретический нормализованный профиль осадков, отвечающий вышеописанной схеме, приводится в нижней части рис. 1.

В подтверждение этой идеализированной схемы приводятся результаты прямых замеров седиментационных потоков в устье Енисея (по А.П. Лисицыну, 2001). Здесь зона быстрого выпадения органо-терригенных илов имеет ширину порядка 50 километров.

Наличие полосы накопления органо-терригенных илов и скорости их накопления зависят от динамики морского бассейна, интенсивности речного стока и процессов фотосинтеза. Для рек гумидной зоны до 70 процентов 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 осаждения пелитовой части терригенного сноса рек существенно расширяются в сторону моря.

Очевидно, не менее важна и геометрия побережья. Для Западно-Сибирского палеобассейна установлено субпараллельное, линейное перемещение бровок аккумулятивного палеошельфа на протяжении 10 млн. лет неокомского времени (О.М. Мкртчян и др,1987,1990, А.А. Нежданов и др,1990, и др.). Линейные контуры аккумулятивного шельфа и его субпараллельные перемещения позволяет сделать вывод о флювиально-волновом типе дельтовой системы (Х. Рединг, 1980): привнос осадочного материала рассредоточен вдоль побережья по многим точкам – устьям палеорек, а перераспределение осадков между устьями происходит главным образом под действием волн и вдоль-береговых течений.

В условиях спокойной эволюции авандельты на подводной равнине накапливаются органо-терригенные илы. Периодически склон авандельты и его бровка нарушаются в результате сползания только что отложившихся, предельно водонасыщенных осадков (А.А. Нежданов и др, 2001, К.В. Зверев, В.А. Казаненков, 2001 и др.). Через образующиеся при этом ложбины (оползневой рубец) возможна ускоренная

разгрузка подвижного придонного слоя грубой взвеси аккумулятивного шельфа (дельтовой платформы) к основанию склона авандельты 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 (лавинного) 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.

Далее рассмотрены условия сохранности $C_{орг}$ в осадках подводной равнины, склона и шельфа. После выпадения на дно органическое вещество осадка выедается бентосными фильтраторами или подвергается бактериальному разложению и прямому окислению водно-растворенным кислородом (А.П. Лисицын, 1988). В случае хорошей аэрируемости вод бассейна седиментации органическое вещество осадков может быть полностью переработано и минерализовано. Накопление обогащенных органикой илов возможно только в случае существования в придонных слоях анаэробных условий, в частности, характерных для полузамкнутых морских водоемов с эстуариевым типом циркуляции вод (Т. Дж. Шопф, 1982). По мнению многих авторов (Ю.В. Брадучан и др., 1986, А.Л. Наумов и др., 1977 и др.) анаэробная обстановка была характерна для придонных слоев значительной части Западно-Сибирского палеоморя в волжско-готтеривское время.

Циклические изменения условий находили свое отражение в циклическом строении накапливаемых отложений. Представления о лавинной седиментации уже использовались при описании стратиграфических взаимоотношений, общей структуры нефтегазоносных толщ (Ю.Н. Карогодин.и др., 1996, А.А. Нежданов и др., 1990, и др.), нами же были уточнены циклические взаимоотношения в разрезе органо-терригенных и терригенных пород.

При эвстатическом повышении уровня моря дельтовые системы впадающих рек смещаются в сторону континента - бывшей приморской аллювиальной равнины. 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 материал захоранивается в виде выдержанных по площади тонкоотмученных пелитовых осадков (глин?) с обычным

фоновым содержанием $C_{орг}$. Поэтому на всей территории бывшей седиментационной платформы и в верхней части склона накапливаются тонкие глинистые осадки.

Нижняя часть склона и подводная равнина оказываются вне зоны маргинального фильтра, здесь наступают условия дефициентного осадконакопления преимущественно органогенных илов. Во время максимума трансгрессии далеко в глубине бывшей прибрежной суши образуются новые песчано-алевритовые конусы выноса палеорек, которые будут размыты и переотложены с началом очередной регрессии. После восстановления прежнего уровня моря продолжится боковое наращивание рассматриваемого седиментационного склона. Возобновляется и накопление органо-терригенных илов на присклоновой части подводной равнины. Таким образом, накопление недефициентных органо-терригенных осадков подвержено циклической пульсации, так же, как и весь процесс лавинной седиментации. С учетом этого нами была уточнена модель трансгрессивно-регрессивного циклита(рис. 3).

Принципиальным отличием предлагаемой схемы от схемы Ю.Н. Карогодина и А.А. Нежданова (1990) является: во-первых, зафиксированная в ней прерывистость накопления органо-терригенных 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. С позиций формационно-циклического анализа центр «чистых» тонкоотмученных глин совпадает с поверхностью смены направления режима седиментации с трансгрессивного (прогрессивного) на регрессивный. На рис. 2 время трансгрессивного режима седиментации показано черным треугольником, время регрессивного – опрокинутым белым треугольником.

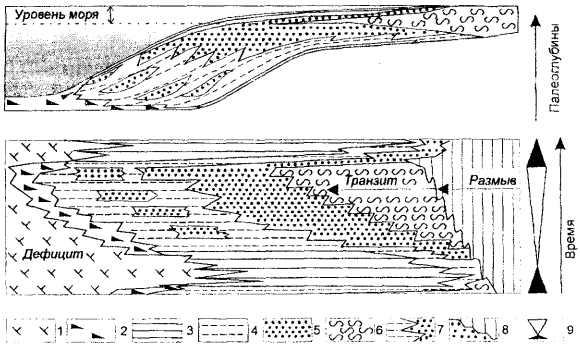

Рис. 2. Уточненная модель регрессивно -трансгрессивного циклита позднеюрско-неокомского палеобассейна Западной Сибири (палеопрофиль и хронопрофиль).
1 – органогенные илы, 2 – битуминозные глины, 3 – тонкоотмученные глины, 4 – алевритистые глины, 5 – пески, 6 – аллювиально-озерные отложения, 7 - фациальные замещения, 8 – перерывы, 9 – схема циклита.

Изложенная теоретическая схема объясняет многие наблюдаемые особенности строения разрезов баженовской свиты. Находит свое логическое объяснение отмечаемая всеми авторами вертикальная изменчивость литологического состава баженовской свиты – как прямое следствие одновременного накопления ее осадков в динамичной зоне продельты и условиях открытого моря. Сверху вниз в разрезе закономерно увеличивается доля органогенных и аутигенных составляющих скелета (И.В. Федорцов и др., 2001). Так, отношение SiO_2/Al_2O_3 равное 5, характерное для глин, отмечается в подачимовской пачке и верхней части баженовской свиты. Вниз по разрезу это отношение постепенно растет и, соответственно, увеличивается содержание аутигенного кремнезема. Толщины циклических объектов закономерно убывают вниз по разрезу в соответствии с уменьшением скорости накопления осадков в сторону открытого моря. Ниже (дальше в море) конденсированный разрез представлен карбонатизированными радиоляритами. Столь же закономерно изменение содержания пирита по разрезу: основным источником поступления коллоидного железа в морской бассейн седиментации являются органоминеральные флокуляты «эстуарного снега» (А.Э. Конторович, 1968, А.П. Лисицын и др., 2000 и др.).

Наиболее высоко битуминозные отложения баженитов содержат поглощенный комплекс катионов нормальной солености, а повсеместно встречаемые в составе баженовской свиты прослои небитуминозных или слабобитуминозных аргиллитов содержат комплекс поглощенных катионов солоноватых вод (Нефтегазоносность глинистых..., 1987). Нами это объясняется тем, флокулярно-пеллетный материал осаждается через слой вод нормальной солености, небитуминозные разности накапливались в солоноватоводных условиях на седиментационном шельфе и приносены в относительно глубоководную зону головными частями присклоновых мутьевых потоков и пластических оползней (Ю.Н. Занин и др., 1999).

Алевритистые глины тела авандельты современными петрофизическими методами изучены слабо. По данным Тюменского отделения «СургутНИПИнефть» они представлены двумя типами пород: собственно глинистые, хлорито-гидрослюдистые породы и тонкослоистые алевритистые глины аналогичного минерального состава с примесью (до 25%) кремнистого и обломочного материала пелитовой и алевритовой размерности, сосредоточенного в прослоях толщиной до 0.1 мм.

Вещественный состав глинистых покрышек покровных пластов неокома Западно-Сибирской провинции целенаправленно изучался, главным образом, в 70-80-е годы двадцатого века. В обобщающей монографии И.Н. Ушатинского и О.Г. Зарипова (1978) предложено семь классов покрышек: от высокодисперсных (I) до песчаных глин (VII).

Описание классов покрышек носит качественный характер, предполагается, что глины I класса состоят главным образом из монтмориллонита и смешанослойных образований, а покрышки VII класса содержат, главным образом, каолинит, гидрослюды и хлорит терригенной природы. Взаимоотношения в теле покрышек пород разного класса не рассматривается. Поэтому эти данные нельзя использовать для подтверждения или опровержения предложенной седиментологической модели.

Не противоречит биогеохимической части модели распределение в рассеянном органическом веществе (РОВ) пород биофоссилий. Для баженитов центральных районов Среднего Приобья характерно значение отношения пристана к фитану (п/ф) от 0.8 до 1 (И.В. Гончаров, 1987), что указывает на захоронение РОВ в восстановительной обстановке (анаэробных условиях), а уже подачимовские глины имеют РОВ с отношением п/ф около 1,5.

Далее рассмотрены некоторые стратиграфические последствия процессов гравитационного перераспределения терригенных осадков в маргинальных фильтрах дельтового типа, а именно, макрокосослоистые переслаивания битуминозных и небитуминозных пород (термин «аномальные разрезы» - «АР» предложен Н.Н.Тумановым для обозначения всех таких переслаиваний).

Переслаивания битуминозных пород баженовской свиты и небитуминозных пород были впервые описаны в 1968 году К.И. Микуленко и Г.Б. Острым. По их мнению эти переслаивания представляли из себя оползневые структуры. Долгое время единственной альтернативой этой модели были мутьевые потоки и интенсивные подводные течения, доставлявшие в баженовское время терригенный материал из прибортовых районов в центр седиментационного бассейна (Ф.Г. Гурари, А.Е. Еханин, В.И. Шпильман, Г.С. Ясович и др.). А.Л. Наумовым была предложена модель седиментологической обусловленности «аномальных» разрезов в процессе бокового осадконакопления в неокоме. Позднее это направление было развито в работах О.М. Мкртчяна с сотрудниками.

В истории осадочного бассейна, отображенной в уточненной модели регрессивно-трансгрессивного циклита, кроме его границ имеется еще два критических момента: начало и конец стабильного развития палеобассейна с наращиванием ископаемого седиментационного склона. В это время выпадающие флокулярно-пеллетные осадки не разбавляются гравитационно транспортируемой взвесью, в нижней части склона в анаэробной среде они накапливаются в виде органо-терригенных илов, а в верхней, аэрируемой части склона они трансформируются в «чистые» глины. Таким образом, возникает трансгрессивно-регрессивный тип седиментологически обусловленного

макрокосослоистого переслаивания битуминозных и небитуминозных пород в разрезе Западно-Сибирского неокома. Часть битуминозных пород верхнего цикла, оказывается отщепленной от основного тела баженовской свиты. Напомним, первым типом являются их переслаивания внутри и поверх подводных конусов выноса (фэнов) у основания седиментационного склона.

Другие типы макрокосослоистых переслаиваний битуминозных и небитуминозных пород возникают под воздействием сингенетических, но не «чисто» седиментационных факторов: подводных оползней и пластических течений осадков на склоне аванделыт, конседиментационных дизъюнктивов.

В научной литературе обсуждается возможность оползневой природы макрокосослоистого переслаивания битуминозных и небитуминозных пород (А.А. Нежданов и др., 2000, Ю.В. Филиппович, 1999 и др.). Предполагается, что слаболитифицированные органогенные и органо-терригенные илы эродируются подводными оползнями. Предполагается, что высокое содержание тонкодисперсного органического вещества в илах (глинах?) порождает их листоватость и легкое расщепление по напластованию на глубинах порядка 20-40 метров вниз 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). В диапире и напорном вале оползня могут присутствовать угловатые куски слаболитифицированных битуминозных пород (К.И. Микуленко, Г.Б. Острый, 1968, А.А. Нежданов и др.,2000, и др.).

Нами сформулированы критические условия бокового диапиризма.

Во-первых, объем оползня должен быть достаточно велик, чтобы глубина оползневой эрозии была достаточной для вскрытия расщепляющихся, листоватых слоев. Наиболее вероятный механизм такого вскрытия – сминание присклоновых осадков на фронте оползня в компрессионные складки, осложненные разрывами (Г.Э. Рейнек, И.Б. Сингх, 1981).

Во-вторых, гидравлическое давление в пластической массе оползня на уровне листоватых слоев должно превышать сумму геостатического давления вышележащего столба органо-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 оползневая масса представлена предельно водонасыщенными, свежеотложившимися осадками, то только тяжелые песчано-глинистые пульпы могут достичь критических условий гидроразрыва и

последующего архимедова всплывания легких органо-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.

Отклиниваемые от основания пластины битуминозных илов теряют свою латеральную целостность («разбитая тарелка», «ледяные торосы»). Образующиеся «ледяные поля, торфяные острова» переходят в состояние «на плаву» по поверхности раздела «вода-пульпа». Они расщепляются, частично дробятся, теряют более тяжелые центры первоначальной литификации, которые тонут в пульпе оползня, образую 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. Латеральная прерывистость битуминозных пород находит отражение в неустойчивости сейсмического сигнала, отмечаемой всеми геофизиками (В.А. Корнев, 2000 и др.]. Оползневой фэн первоначально перекрывается взмученными илами верхнего нелитифицированного слоя. Такое перекрытие легкими органо-терригенными или глинистыми илами является условием остановки процесса всплывания «торфяных островов». В рамках этой модели «торфяные острова» являются макровключениями нижележащих отложений, переотложенными на уровне кровли расклинивающего песчаного тела и подошвы перекрывающих пелитовых (глинистых или органо-терригенных) осадков. Наиболее надежно пластические оползни с боковым диапиризмом диагностируются по периферическим участкам зон АР по наличию «расклинивающих» небитуминозных осадков в подошвенной части разреза баженовской свиты и отсутствию значительных смещений «торфяных островов» в сторону подводной равнины. Именно отсутствием значительных смещений органо-терригенных осадков в зоне АР пластические оползни принципиально отличаются от осложнений разреза, вызванных турбидитными потоками.

Дале рассмотрено взаимоотношение оползневой и турбидитной гипотез. По мнению ряда авторов (К.В.Зверев, В.А. Казаненков, 2001, Ю.Н. Карогодин и др., 2000) турбидитные потоки малой интенсивности и плотности являются основным механизмом транспортировки песчано-алевритового материала с седиментационного шельфа к основанию седиментационного склона (рис. 1). Турбидитный поток возникает в результате разгона на седиментационном склоне тела оползня, сорвавшегося с бровки шельфа. При этом за счет скоростного перемешивания

движущиеся осадки перемешиваются с придонными водами с образованием тяжелой взвеси - суспензии. Суспензионный поток ускоряется на склоне и начинает эродировать, взмучивать нижележащие осадки. Предположим, что энергия потока достаточна для взмучивания осадков у основания склона, начиная со свежих органо-терригенных осадков вплоть до уровня сплошной литификации пород. Вглубь подводной равнины скорость потока убывает, уменьшается глубина турбидитной эрозии и, наконец, происходит разгрузка, осаждение перенесенного взвешенного материала. Диагностическим признаком турбидитной природы аномального разреза являются: соответствие литологического разреза стандартной последовательностью Боума, наличие у основания седиментационного склона локального размыва, плавно затухающего в сторону подводной равнины, смещение в этом направлении органо-терригенных осадков с образованием двойной мощности «баженовки» западнее зон ее истончения или полного отсутствия. В рамках турбидитной модели аномальные разрезы баженовской свиты имеют четкую стратификацию и являются одновозрастными по отношению к вмещающему разрезу ачимовских отложений.

Подводя общий итог, следует отметить, что макрокосослоистые переслаивания органо-терригенных и терригенных пород являются закономерным, нормальным следствием процесса бокового осадконакопления. И циклическая эволюция маргинального фильтра, и склоновые пластические оползни, и турбидитные потоки – все это элементы общего процесса лавинной седиментации в дельтовых системах. Главный вывод: *макрокосослоистые переслаивания битуминозных и небитуминозных отложений («аномальные разрезы») являются стратифицированными осадками*, поэтому их возрастные отношения могут быть описаны в стратиграфических схемах и каталогах. И, наконец, полезный диагностический признак: макрокосослоистые переслаивания органо-терригенных и терригенных пород, возникающие в результате склоновых пластических оползней и турбидитных потоков в отличие от трансгрессивно-регрессивных и внутрифэновых переслаиваний содержат древнюю переотложенную (в том числе и юрскую) фауну.

Далее в работе рассмотрены циклические объекты неокома как основа конструктивной номенклатуры. Изучением цикличности неокомских отложений Западной Сибири занимались многие геологи: Ю.В. Брадучан, Г.П. Евсеев, В.И. Ермаков, С.В. Ершов, Ю.Н. Карогодин, М.В. Корж, Н.Я. Кунин, С.А. Левченко, Е.М. Максимов, К.И. Микуленко, О.М. Мкртчян, А.Г. Мухер, В.Д. Наливкин, А.А. Нежданов, И.И. Нестеров, В.В. Огибенин, М.Я. Рудкевич, Н.Н. Ростовцев,

С.Г. Саркисян, А.И. Сидоренков, В.Т. Слепцов, А.А. Трофимук, Л.Я. Трушкова, Н.Ю. Успенская, Г.С. Ясович и др. Делаются некоторые терминологические уточнения.

Ядром трансгрессии именуется комплекс пород, накапливающихся в разрезе во время ее максимума. Аналогично определяется и ядро (момент максимальной) регрессии. Циклитом называется комплекс пород, накопившихся в период времени между двумя максимумами регрессии, антициклитом – между двумя максимумами трансгрессии. Далее, согласно принципу Головкинского-Вальтера, предполагается, что внутри каждого из таких интервалов в результате осадконакопления образуется комплекс взаимосогласованных литологических границ, осложненных 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 нефтегазоносного резервуара и окружающие его непроницаемые породы, а сердцевиной циклита является глинистая покрышка резервуара. Ядро трансгрессии или момент обращения трансгрессивного характера осадконакопления на регрессивный хорошо диагностируется внутри глинистых покрышек в виде пропластков тонкоотмученных глин. Напомним, что именно к ядрам покрышек приурочены пакеты гладких сейсмических поверхностей, порождающие субрегиональные сейсмические отражающие горизонты (Р.М. Бембель, 1991, Н.Я. Кунин, 1983, Н.В. Мельников, Г.Д. Ухлова, 2000, и др.).

Для Западно-Сибирского мезозойского осадочного бассейна существуют несколько циклостратиграфических схем (Ю.Н. Карогодин и др., 1996, А.А. Нежданов и др., 1986 и др.), базирующихся на определении циклита заимствовано от определения «сиквенса» – сейсмостратиграфического комплекса из американской сейсмической стратиграфии 70-х годов (Р.Е. Шерифф и др., 1982). При этом в условиях Западной Сибири за несогласные поверхности, необходимые для определения сиквенс-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 сиквенс-циклитов. Напомним, например, о существовании у большинства продуктивных пластов Западной Сибири так называемого нулевого пропластка, располагающегося внутри покрышки пласта и стратиграфически выше его основного проницаемого тела ($БВ_8^0$, $БУ_8^0$, $БС_{10}^0$ и т.д.). Нефтеносность таких «нулевых» пропластков тесно связана с нижележащим основным пластом. Тем не менее, по

классической схеме эти пропластки относятся к вышележащему сиквенс-циклиту. Такое, секущее нефтеносность, выделение базовых объектов не может не затруднять анализ и прогноз нефтеносности.

«Момент» смены трансгрессии на регрессию в геологическом плане более скоротечен, чем порождающий размыв процесс трансгрессии, поэтому используемые в качестве границ циклических объектов ядра покрышек (трансгрессии) нам представляются методически более приемлемыми. Поэтому при разработке циклостратиграфической шкалы Западно-Сибирского осадочного бассейна мы взяли за границы литоциклов именно центры пропластков тонкоотмученных глин, залегающих в регионально и зонально выдержанных глинистых пачках.

На основе этих циклических объектов в осадочном чехле бассейна были выделены (описаны) нефтегазоносные комплексы и резервуары (И.О. Брод, 1964, В.И. Шпильман и др., 1970). Ориентируясь не только на текущие, но и на будущие запросы прогноза нефтегазоносности, мы и расширили структуру автоматизированного каталога, а также постарались внести циклические принципы литостратиграфии в макет региональной схемы берриас-аптских отложений Западно-Сибирского осадочного бассейна.

Построение макета начиналось с условного профиля районов Широтного Приобья. На этот профиль как цикло-стратиграфическая основа нанесены субрегиональные глинистые пачки и разделяемые ими группы проницаемых песчаных пластов. В соответствии с моделью бокового заполнения (А.Л. 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 дефициентные осадки обычно называются фондоформными (О.М. Мкртчян и др., 1987, 1990). Соответственно, на макет 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 показана проходящей параллельно его верхней границе.

Таким образом, возраст кровли клиноформного комплекса и включенной в него ачимовской толщи показан скользящим от берриаса до раннего готерива (Ю.Н. Карогодин и др., 1996, А.А. Нежданов и др., 1986 и др.). 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 (С.Л. Белоусов и др., 2001, Ю.Н. Карогодин и др., 1996, 2000, Н.Я. Кунин, 1983, О.М. Мкртчян и др., 1987, А.Л. Наумов и др., 1977, А.А. Нежданов и др., 1990, 1992, 2000, и др.). Это делает логичной предложенную В.Н.Бородкиным индексацию песчаных ачимовских пластов по индексам покровных пластов и пропластков, клиноформным продолжением которых они являются, например АчБС$_{10}$.

Далее предполагается, что ниже ачимовских отложений залегают осадки фондоформной зоны. На макете схемы они представлены как битуминозные отложения и отнесены к баженовской свите (формации, толще). Это позволило нам показать седиментологически обусловленные макрокосослоистые переслаивания битуминозных и небитуминозных пород. Переслаивания трансгрессивного типа приурочены к трансгрессивным частям пар «покровный пласт и его глинистая покрышка». На этих же уровнях фиксируются и органо-терригенные осадки, приподнятые оползневыми телами или переотложенные турбидитными потоками, под ними показаны соответствующие объемы эрозии.

Положения выявленных бурением (от БВ$_{12}$ до АС$_{12}$) 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. Таким образом, для стратификации всей неокомской толщи от шельфовых осадков до макрокосослоистых переслаиваний баженитов используется общепринятая номенклатура покровных пластов простым добавлением к имени пласта или пропластка префикса, обозначающего тип фациального представления соответствующего цикла в конкретном разрезе. Общеизвестно, что в основании баженовской свиты повсеместно залегает регионально выдержанная пачка слабобитуминозных силицитовых пород, обогащенных панцирями радиолярий и диатомовых водорослей («Нефтегазоносность глинистых...», 1987, с.51). По нашему мнению эта пачка имеет скользящую по возрасту кровлю. (На макете граница эта искусственно выровнена, так как в масштабе макета пластические глины ядер глинистых пачек сливаются с изображением отражающих сейсмических горизонтов, а прерывания баженитов конденсированными силицитами выпадают из изображения). Толщины пачки от 1-2 метров на востоке ХМАО, 2-4 метров в Вартовском районе и до

10-15 метров на Красноленинском своде. Как показывает анализ аномальных разрезов (А.А. Нежданов и др., 2000), в подавляющем большинстве случаев эта пачка остается ненарушенной и ограничивает снизу переслаивания ачимовских отложений и битуминозных пород с повышенной радиоактивностью.

В соответствии с рекомендацией статьи X.13 «Стратиграфического кодекса» (1992) сейсмостратиграфическая схема совмещена с региональной корреляционной схемой. На макет схемы вынесены региональные и зональные отражающие сейсмические горизонты. Региональные сейсмогоризонты (толстые линии) поименованы общепринятыми индексами («А», «Б», «М»). Зональные сейсмогоризонты (линии средней толщины) поименованы индексами «Н» плюс аббревиатура названия глинистой пачки, на тонкоотмученной центральной части которой формируется основное отражение волны (Р.М. Бембель, 1991, В.Ф. Гришкевич, 1982, Н.В. Мельников, Г.Д. Ухлова, 2000, О.М. Мкртчян и др, 1987, А.А. Нежданов и др., 1992), например, Нпим, Нсарм. Для локальных отражающих сейсмических горизонтов предусматривается их индексация по имени пласта или пропластка, к кровле (покрышке) которого он привязывается по сейсмостратиграфической интерпретации, например, $Нбв_9$. Для зональных сейсмогоризонтов возможна их индексация как по имени пачки, так и по имени пласта.

Взаимоотношения отражающих горизонтов приведены в соответствие с принятой моделью бокового заполнения неокомского седиментационного бассейна. Наибольшие изменения по сравнению со стратиграфической схемой 1990 года 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) (Региональные стратиграфические схемы..., 1992). На макете стратиграфическая привязка горизонта «Б» кулисообразна. На стратиграфических уровнях клиноформных продолжений тонкоотмученных глин покрышек покровных пластов (глинистых пачек) связанные с ними зональные отражающие сейсмические горизонты сопрягаются с отражающим горизонтом «Б». Если на этом уровне фиксируются аномальные разрезы баженовской свиты, то показывается дихотомия отражающего горизонта «Б»: основное отражение привязано к кровле клиноформного отщепления битуминозных аргиллитов, стратиграфически ниже его появляется новое отражение (рис. 3).

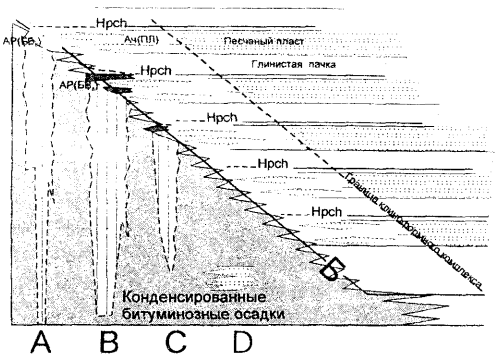

Рис. 3. Стратиграфическая схема взаимоотношения основных объектов неокомского разреза (темным показаны переотложенные битуминозные отложения).
А – локальный размыв битуминозных осадков (А.Е.Еханин, 1974),
В - пластический оползень седиментационного склона (Г.Б.Острый, 1968, В.С.Бочкарев, 1985, А.А.Нежданов, 2000),
С –турбидитный поток, разгоняющийся на седиментационном склоне, эродирующий и переотлагающий присклоновые осадки псевдоабиссальной равнины (В.Ф.Гришкевич,2003),
Д – сверхдальние турбидитные потоки, заносящие песчаный материал в центральные абиссальные части бассейна (Ф.Г.Гурари, 2001).

Очевидное противоречие между стратиграфической схемой 1990 года и предлагаемым макетом - изменение «снизу» стратиграфических объемов целого 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.

Своей целью мы ставили выполнить достаточно строгое и полное седиментологическое изложение макрокосослоистой модели позднеюрско-неокомских отложений Западно-Сибирского бассейна с позиций современной морской геологии. Заведомая оторванность построений от существующей биостратиграфической основы делает их открытыми как для всестороннего анализа и критики, так и для независимого, внешнего анализа комплекса биостратиграфических определений возраста осадков. Проблема отображения на региональной стратиграфической схеме макрокосослоистого комплекса есть отражение существующего конфликта между имеющимися редкими биостратиграфическими определениями и литостратиграфической клиноформной моделью толщи.

А.А. Нежданов (1992), говорит «о находках аммонитов и бухий в неокоме центральных (Широтное Приобье) и северных районов Западной Сибири... Представленные палеонтологические данные свидетельствуют о резко клиноформном строении неокомских отложений, в том числе и нижней, ачимовской их части».

Пределы надежности определения возраста неокомских отложений по биостратиграфическим данным продемонстрированы в работе (С.Л. Белоусов, Г.П. Мясникова и др., 1999). Для Приобской и прилегающих площадей проанализированы определения возраста более 120 аммонитов, выполненные Н.П. Вячкилевой (1991 г.): «Наиболее хорошо изученными являются разрезы Приобского месторождения. Анализ определений показывает, что возраст клиноформы AC_{11} и AC_{12} по большинству датировок можно принять готеривским. Но есть определения (скв. 247, 254, 257, 405), которые датируют возраст вмещающих отложений (клиноформы AC_{12}) – берриасским». В этих скважинах аммониты, определенные как берриасские, отобраны на большом расстоянии (160, 75, 120 и 250 метров) от кровли баженовской свиты, что исключает отнесение вмещающих отложений к подачимовским глинам. Надежность корреляции литологических тел сомнений не вызывает, так как разговор идет о продуктивных пластах, находящихся в разработке. Такое положение в разрезе берриасских аммонитов противоречит как схеме 1990 года, так и предложенному макету.

Нами была предпринята попытка сравнительного анализа биостратиграфической обоснованности определения возраста границ битуминозных отложений баженовского горизонта в рамках региональной стратиграфической схемы 1990 года и предложенного нами макета. Для анализа было взято макрофаунистическое обоснование региональной стратиграфической схемы 1990 года в части определения возраста баженовского горизонта, опубликованное Ю.В. Брадучаном, Ф.Г. Гурари, В.А. Захаровым и др. («Баженовский горизонт...» 1986).

Показано, что и стратиграфическая схема 1990 года, и предлагаемый нами макет в области их максимального расхождения являются экстраполяциями возраста кровли битуминозных отложений в центр осадочного бассейна - Красноленинский (Фроловский) район. Нами экстраполяция выполнена из внутреннего Шаимского подрайона с нижнеготеривского уровня вверх по направлению к центру бассейна, авторами – из внешнего Чуэльского района с уровня нижнего валанжина параллельно подошве. Подчеркнем, обе экстраполяции исходят из точек с биостратиграфически обоснованными определениями возраста кровли битуминозных отложений, но опираются на различные литостратиграфические модели строения толщи.

Далее приводится анализ точности датировки возраста битуминозных отложений баженовской свиты на классической Салымской площади. Нами построен график биостратиграфических определений все из той же монографии («Баженовский горизонт...», 1986). Определения возраста условно привязывались к центрам

интервалов отбора керна. Затем высчитывались относительные толщины расположения этих центров в разрезе баженовской свиты (нуль соответствует подошве свиты, а единица – ее кровле). Интервалы определения возраста наносились на график (рис. 4).

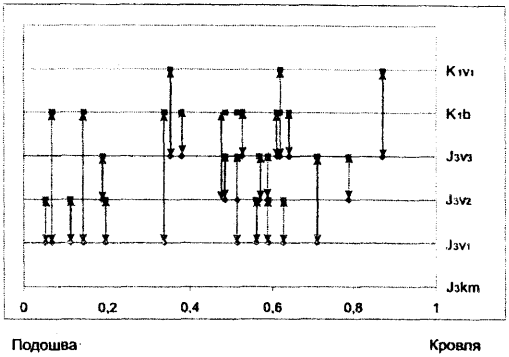

Рис. 4. График определений возраста по аммонитам в нормированных (относительных) толщинах баженовской свиты Салымской площади .

Визуальный анализ полученного графика показывает невозможность обоснованного выделения в разрезе границ ярусов и подъярусов: определения верхневолжского и берриасского возрастов встречаются как в верхней, так и в нижней части баженовской свиты. На основании находок берриас-нижневаланжинских аммонитов в скважинах 49, 123, 157 авторы монографии «Баженовский горизонт...» не исключают развитие на Салымской площади тутлеймской свиты, то есть проведения кровли битуминозных отложений на уровне нижнего валанжина. Из этого можно сделать вывод, что даже на самой изученной (по баженовской свите) площади региона биостратиграфические определения интерпретируются далеко не однозначно, требуют как минимум ревизии привязки керна с учетом его возможного смещения из-за промеров и с привлечением некоторых модельных представлений о литологическом строении и возрасте толщи.

Таким образом, **и стратиграфическая схема 1990 года, и предлагаемый нами макет укладываются в пределы внутренних противоречий (точности) определений возраста отложений по биостратиграфическим данным**. И схема, и макет используют литостратиграфические данные для дополнения модели толщи. Макрокосослоистая модель неокома противоречит некоторым из существующих фаунистических определений, это факт. Но часть определений не вписывается и в схему 1990 года. Но, невзирая на наличие этой проблемы, принципиально важно показать на макете общие, региональные тенденции возрастного скольжения кровли конденсированных битуминозных осадков, обусловленного боковым заполнением осадочного бассейна в неокомское время.

В предложенные нами уточненной схеме районирования по сравнению со схемой МРСС-90 количество районов сохранено, но конфигурация их существенным образом уточнена, и в ряде районов изменилось содержание. Как и в схеме 1990 года четко очерчен палеогеографический центр — Фроловский и Ямальско-Полуйский районы, приуроченные к осевой части неокомского палеобассейна (зоне развития сейсмических клиноформных отражающих горизонтов встречного восточного и западного падения). Вокруг них в концентрическом порядке сформировалась серия разнообразных типов разрезов, что нашло свое отражение в обеих схемах районирования.

Предложенное уточнение схемы районирования для центральных частей провинции осуществлялось по принципу параллельности субмеридиональных границ районов палеобровкам аккумулятивной платформы (шельфа) на момент начала накопления зональных маркирующих горизонтов (глинистых пачек). Субширотные границы районов контролируются зоной распространения глин алымского горизонта и макрогеометрией седиментационного бассейна: Щучьинским выступом и Енисей-Хатангским прогибом. Седиментологическое влияние Щучьинского выступа объясняет обособление Ямальско-Полуйского и Надымско-Гыданского районов от Березовского, Фроловского и Приобско-Надымского районов. Из Усть-Енисейского района схемы 1990 года выделен Притаймырский район – к северу от осевой линии прогиба. Для территории Ямало-Ненецкого автономного округа схема 1990 года уточнялась с использованием материалов тематического выпуска журнала «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений» (2003, №4-5). Строение Усть-Енисейского и Притаймырского районов уточнялось по фондовым материалам.

В целом макет представлен в виде унифицированной части, описания органических остатков (в монографии упущено) и корреляционной части, а также дополнительного листа с разрезами смежных районов. В унифицированной части схемы представлены тетический и бореальные стандарты стратиграфической шкалы (В.А.Захаров, В.А.Казаненков, Ю.Н.Богомолов и др., 1999), региональные аммонитовые лоны, горизонты и реперы. Для детальной синхронизации неокомских отложений введена система зональных маркирующих горизонтов – наиболее выдержанных глинистых пачек, разделяющих проницаемые песчаные пласты. В соответствии с рекомендациями МСК по нашей инициативе на макет впервые нанесена выявленная нефтегазоносность. Графически корреляционная часть стратиграфической схемы представлена в виде четырех субширотных профилей, составленных из обобщенных разрезов районов. (Ямальско-Полуйского – Усть-Енисейского,

Уренгойско-Туруханского, Зауральско-Ларьякского, и Карабашско – Чулымо-Енисейского), а также дополнительного листа с разрезами смежных регионов.

Отличием нашего авторского макета от варианта, рекомендованного к утверждению МСК, является отражение на нем выявленных «аномальных разрезов» баженовской свиты, показ соотношения отражающих сейсмических горизонтов и клиноформная модель отложений новопортовской толщи.

Региональная циклостратиграфическая шкала и макет региональной стратиграфической схемы являются основой построения формализованного описания номенклатуры литолого-стратиграфических объектов – главной части автоматизированного каталога, превращающей базу данных в инструментарий геолога.

В **третьей главе** рассмотрены методические уточнения оценки ресурсов в макрокосослоитсых толщах. Для западносибирской школы нефтяных геологов общепризнанной рабочей гипотезой является представление о генерации нефти из рассеянного органического вещества (РОВ) осадочных, преимущественно глинистых, пород. Столь же общепризнанно и то, что протонефть на своем пути от РОВ до залежей должна пройти через слабопроницаемые глинистые породы до коллектора (первичная миграция), а затем по относительно более проницаемым породам коллекторов собраться в ловушки (вторичная миграция). Общепризнанны и представления о механизмах вторичной миграции: гравитационное всплывание нефти с учетом гидродинамического сноса и капиллярных сил. Механизмы же первичной миграции УВ менее очевидны и потому более спорны. Но при всей разноголосице мнений имеются и некоторые общие бесспорные позиции:

- во время первичной миграции протонефть предпочитает двигаться из тонкоотмученных, тонкозернистых пород в более грубозернистые породы;
- в тонкослоистых разрезах с повышенным содержанием глинистого вещества перемещение протонефти (первичная миграция) происходит легче вдоль слоистости, чем вкрест напластованию.

Из этого набора неоспариваемых положений логично сделать вывод о том, что **по отношению к возможным механизмам первичной миграции динамические объемы нефтегазоносных комплексов (резервуаров) разграничиваются осевыми поверхностями тонкоотмученных, «чистых» глин, залегающих внутри региональных покрышек** (В.Ф. Гришкевич, 1982, 2002, 2005).

В пользу принятия этого положения в качестве рабочего правила для разграничения резервуаров свидетельствует следующее:

В рамках изложенной ранее седиментологической модели глинистые покрышки имеют двухчленное строение. В центре их залегают тонкоотмученные глины флокулярно-пеллетного генезиса - осадки биогенной части маргинального фильтра, а выше и ниже их залегают алевритистые глины гравитационной части маргинального фильтра (тела дельты). Именно алевритистые глины составляют основную мощность покрышки, в то время как ее экранирующие свойства контролируются относительно маломощными тонкоотмученными глинами.

Тонкоотмученные, «чистые» глины, названные нами ядрами глинистых покрышек, наиболее выдержанные по латерали объекты осадочного чехла, поэтому они надежно распознаются и коррелируются в разрезах скважин.

Тонкоотмученные глины – ядра глинистых покрышек являются частью изолирующих покрышек по Б.В. Филиппову (1967) – имеют наиболее однородный вещественный состав, так как в них отсутствует примесь песчано-алевритового материала, перемещаемого во взвесях придонного слоя и неизбежно присутствующего в ординарных алевритистых глинах тела дельты. За счет этого они обладают специфическими петрофизическими характеристиками: выдержанной по латерали тонкослоистой структурой и низкими скоростями распространения сейсмических волн (по представлениям Р.М. Бембеля, 1991, Н.В. Мельникова, Г.Д. Ухловой, 2000 и др. в сейсмостратиграфии с ними соотносятся стабильные отражающие горизонты); 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 покрышек идентифицируют положение в разрезе нейтральных поверхностей (сепараторов) флюидодинамических систем (А.Е. Гуревич, Л.Н. Капченко, Н.И. Кругликов, 1972) с учетом неоднородности глин.

При разработке логической структуры автоматизированного каталога разбивок скважин (В.Ф. Гришкевич, С.В. Лагутина, 1988) мы зарезервировали особый тип границы: ядро (сепаратор) глинистой покрышки, то есть точку реверсии седиментационного процесса или границу динамического объема резервуара. На момент написания монографии автоматизированный каталог НАЦ РН ХМАО содержал более четырехсот тысяч различных литолого-стратиграфических границ, но, к сожалению, лишь единичные границы типа «сепаратор покрышки». Проводимые во

ВНИГНИ в 1979-1983 годах работы по изучению изолирующих глин (В.Д. Ильин, Н.Н. Немченко, Ю.Г. Такаев, 1983) не повлияли на практику оценки ресурсов. Ситуация постепенно меняется, в 1999 году В.П. Игошкиным (ЦАГГИ «Хантымансийскгеофизика») (2000) для сейсмостратиграфии была предпринята корреляция центров чистых глин (минимумов КС) в клинопокровах (около 300 скважин). Г.И. Плавник, Г.Е. Толубаева, Е.В. Олейник (1999) отслеживал кровлю и подошву «чистых глин» для целей геометризации клиноформной части неокома (ачимовских отложений). Более многочисленны примеры геометризации резервуаров и, в частности, их клиноформной части прослеживанием кровли проницаемых пород (Ю.Н. Карогодин и др., 1996, 2000, А.Л. Наумов и др., 1977, и др.).

Парадокс заключается в том, что «Стратиграфический кодекс» (1992, 104 с.) вводит понятие «главные (реперные) геофизические границы», а «чистые глины» – наиболее распространенный тип каротажного (геофизического) репера в терригенном разрезе неокома Западно-Сибирской плиты.

Выделение границ рабочих объемов резервуаров по осевым поверхностям «чистых» глин – изолирующих покрышек - типичный пример применения качественного анализа динамических систем (А.А. Андронов и др., 1966). Строгое количественное решение уравнений, описывающих процессы уплотнения и первичной миграции, несущественно уточняет положение нейтральной поверхности внутри неоднородного пласта глин и, как следствие, суммарные объемы вод и УВ, отжатых к нижней и верхней границам покрышки. Аналогично мы воспользовались качественным динамическим анализом при выделении других нефтегеологических объектов: нефтесборных площадей и объемов, в описании которых участвуют литолого-стратиграфические данные. Для обоснования правомочности принятых допущений дается краткое изложение принятой модели миграции нефти и газа.

Площадь нефтесбора ограничивается сепаратриссами, градиентными линиями, соединяющими точки минимума соседних впадин с седловыми точками, сопряженными с вершиной ловушки (А.М. Волков, 1988, В.О. Красавчиков, 2000 и др.) (рис. 5). Опираясь на предположение о преимущественном перемещении (прорыве) протонефти вдоль напластования тонкослоистого разреза, можно с достаточной степенью уверенности предложить в качестве оценки нижней части нефтесборного объема криволинейную призму, образованную градиентными линиями палеосклона (поверхности напластования), проходящими через границу нефтесбора ловушки, прочерченную на поверхности подошвы коллектора (рис. 6). При этом нефтесборный

объем ловушки в нижней части включает в себя и отложения битуминозного замыкания клиноформного комплекса.

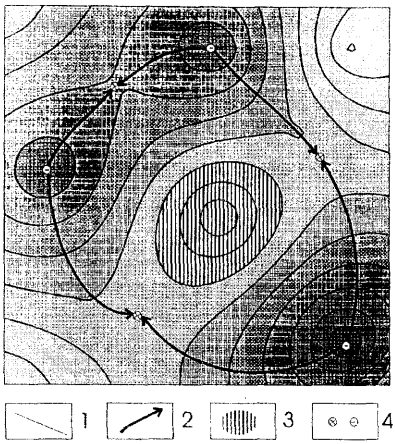

Рис. 5. Схема выделения ловушки и площади ее нефтесбора.

Условные обозначения: 1- изогипсы кровли коллектора, 2 – сепаратриссы, 3 – площадь ловушки, 4 – точки минимумов и седловин.

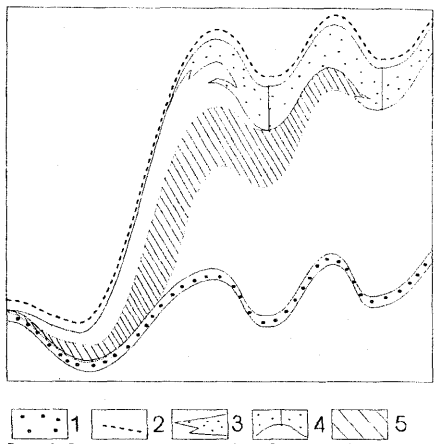

Рис. 6. Схема выделения нефтесборного объема ловушки. Условные обозначения: 1 – битуминозные отложения баженовской свиты, 2 – сепаратор покрышки, 3 – проницаемое тело резервуара, 4 – точка проекции границы площади нефтесбора на подошву проницаемого тела резервуара, 5 – нефтесборный объем ловушки.

Далее обсуждаются информационно-технологические аспекты оценки ресурсов нефти и газа. Для организации решения задач адаптивного анализа и прогноза нефтегазоносности предложено использовать специализированные протоколируемые информационные технологии.

В **четвертой главе** последовательно рассмотрены выполненная реализация вышеизложенных теоретических седиментологических моделей и номенклатурных принципов в виде литолого-стратиграфического раздела интегрированной базы геолого-геофизических данных, примеры использования базы данных при решении типичных геологических задач, связанных с анализом и прогнозом нефтегазоносности.

При переходе к массовой обработке геолого-геофизических данных на ЭВМ, особенно с появлением первых СУБД (систем управления базами данных), появилась необходимость иметь автоматизированные каталоги. Первоначально каталоги строились «чистыми» программистами «по образу и подобию» обычных информационно-справочных словарных систем. Пользователю предоставлялась возможность определить некоторый набор имен для границ разреза. Каталог представлял из себя электронную таблицу, строки которой отождествлялись со скважинами, столбцы – с одним из объявленных имен, а в ячейках хранились глубины залегания всех границ для каждой из скважин.

Следующим естественным шагом было упорядочить, наполнить геологическим смыслом словари имен объявленных границ. Наиболее серьезная попытка в этом направлении была предпринята в 1995 году при разработке международного стандарта представления геолого-геофизической и нефтегазопромысловой информации (POSC Petroleum Open Software Corporation). Модель данных включала в себя достаточно строгое определение геологических границ и их логических взаимоотношений. Отрицательным моментом предлагаемой модели была неувязанность хроно-, лито-, био- и сиквенс-стратиграфических объектов. В следующих версиях компания отказалась от каких-либо описаний стратиграфических взаимоотношений, предоставив разработчикам и пользователям стандартный путь свободных наименований границ. Таким образом, стратиграфические знания и представления оказались исключенными из логической модели данных, что для нас принципиально не приемлемо.

Создание специализированных баз литолого-стратиграфических данных кроме чисто технических проблем программирования требует большой предварительной научной подготовки в виде формализации и взаимной увязки структуры данных, подлежащих хранению и обработке. Требование последующего использования данных в официально циркулирующей документации накладывает дополнительные нормативно-правовые ограничения: основой такой формализации может быть только «Стратиграфический кодекс» (1992).

В настоящее время основой всех стратиграфических построений является Международная стратиграфическая шкала (МСШ). Внутри провинции «Стратиграфический кодекс» предписывает считать свиты и подсвиты основными таксономическими единицами местных стратиграфических шкал. И, наконец, имеются литолого-стратиграфические подразделения: маркирующие горизонты, пачки, пласты, пропластки и слои – которые используются в качестве вспомогательных по отношению к стратонам местных стратиграфических шкал. В практике геологоразведочных работ на нефть и газ основным объектом анализа являются проницаемые пласты или их группы, именуемые резервуарами и комплексами. Согласование всех этих шкал мы производим через сильную шкалу абсолютного возраста Г.П. Мясниковой и В.И. Шпильмана (1990) с использованием элементов анализа седиментологической цикличности отложений (Ю.Н. Карогодин и др., 1996).

Наиболее простую иерархическую структуру имеет Международная стратиграфическая шкала. В ряду: группа, система, отдел, ярус, подъярус – возрастной диапазон таксона верхнего уровня нацело слагается из суммы возрастных диапазонов таксонов старшего из подчиненных уровней. Так как в «Региональных

стратиграфических схемах...» местные таксоны датируются через возраста таксонов МСШ, то все местные шкалы региона, основные и вспомогательные, являются частными случаями детализации и уточнения МСШ. При проведении такой детализации мы использовали принципы цикличности осадконакопления.

При разработке циклостратиграфической шкалы Западно-Сибирского осадочного бассейна мы взяли за границы литоциклов именно сепараторы региональных и субрегиональных глинистых покрышек. При составлении своей циклической шкалы мы, учитывая будущее использование результатов в организации реально эксплуатируемых баз данных, поэтому ориентировались на существовавшую систему выделения нефтегазоносных комплексов и резервуаров (Э.А. Бакиров, 1982, И.О. Брод, 1964, В.И. Шпильман и др., 1970). Этим была обеспечена автоматическая состыковка нефтегазоносных комплексов и резервуаров с другими литолого-стратиграфическими объектами.

Для валанжинских резервуаров (субрегиональных клиноциклитов) временной шаг принят антициклитов равным 0.9 млн. лет, что близко к величине продолжительности пачечного мезоцикла Латугина – 0.8 млн. лет по С.Л. Афанасьеву (2002). Аналогично мы поступили и с другими нефтеносными горизонтами, но с учетом общей динамики изменения скоростей осадконакопления в интересующих нас районах. Так, если для неокома мы приняли временной шаг циклитов равным 0.9 млн. лет, то в нижней и средней юре аналогичные циклы (с учетом границ таксонов МСШ) были приняты равными 2 миллионам лет (двум пачечным циклам).

Обычно все шкалы задаются только границами ярусов МСШ. Мы уплотнили эти шкалы за счет задания дополнительных точек более дробной номенклатуры. На рис. 7 показан пример графика «глубина - абсолютный возраст» для Приразломной скважины 184-Р. Редкие квадраты (1) отражают положение границ ярусов МСШ, густо посаженные ромбы (0) – уточнение графика за счет границ местных таксонов.

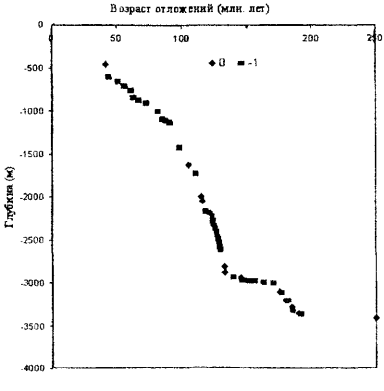

Рис. 7. График «глубина - абсолютный возраст» для Приразломной скважины 184-Р.

Для субрегиональных границ кровли проницаемых песчано-алевритовых отложений резервуаров (кровли антициклитов) интервал их возрастного скольжения ограничивался «сверху», принимался равным точно возрасту одной из границ циклостатиграфической

шкалы региона. При описании конкретной местной (районной) шкалы ее циклиты описывались ограниченными сверху и снизу граничными возрастами обобщенной шкалы. Таким образом, обеспечивалась синхронизация по абсолютному возрасту местных шкал через общее описание всех региональных и субрегиональных циклических объектов.

Согласные границы свит и подсвит, там, где это было возможно, привязывались к границам циклических объектов: кровлям или подошвам пластов. Там, где циклические объекты не выделялись, мы условно приняли границы свит синхронными, приписав им возраста соответствующих таксонов МСШ прямо, в случае совпадения их возрастов по «Региональным стратиграфическим схемам…»(1992), либо с минимальным пересчетом и корректировкой, в случае их смещения.

При наличии практической потребности каждая из местных шкал была детализирована до уровня возрастных интервалов, вмещающих основные продуктивные пласты и их пропластки.

База литолого-стратиграфических данных является частью интегрированной базы данных Научно-аналитического центра рационального недропользования (ИБД ЦРН). ИБД ЦРН выполнена на основе СУБД “Oracle-8” и эксплуатируется на протяжении десяти лет. Одним из центральных объектов ИБД ЦРН является фонд поисково-разведочных скважин. Для каждой из скважин в ИБД хранятся её паспортные данные (наименование, координаты и т.п.). Всего ИБД содержит информацию по 14 тысячам поисково-разведочных скважин, пробуренных на территории Тюменской области. Для внутренней идентификации в ИБД каждой из скважин присваивается внутрисистемный уникальный идентификатор (номер UN). Вся проблемная информация по стволу скважин идентифицируется со скважиной по её уникальному номеру.

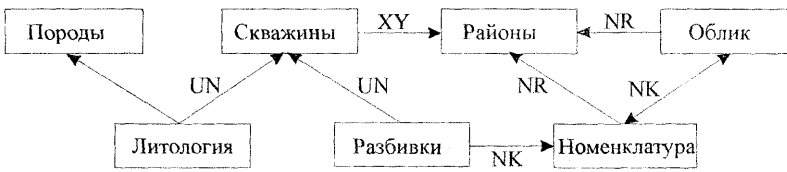

Рис. 8. Упрощенная структура стратиграфического раздела ИБД ЦРН.

На рис. 8 представлена упрощенная структура стратиграфического раздела ИБД. Геологическое представление разрезов, вскрытых в стволах скважин, в ИБД хранится в виде литологических колонок (блоки «Литология» и «Породы») и каталога литолого-стратиграфических разбивок (блоки «Разбивки», «Районы», «Номенклатура», «Облик»).

Литологические колонки скважин кодируются при помощи словаря литологических кодов, содержащего наименования двадцати типов пород, наиболее часто встречающихся в описаниях продуктивных отложений ХМАО. При необходимости таблица кодов расширяется.

Для каждого проинтерпретированного пропластка в таблице «Литология» заводится отдельная запись. Запись содержит ссылку на скважину (ее UN), глубину залегания кровли пропластка и его толщину (в метрах) и двух-, трехбуквенный код приписанной разновидности пород. Кроме того, для слоя (пропластка) в ИБД могут храниться его основные петрофизические параметры (альфа ПС, сопротивление пород, пористость, проницаемость, продуктивность, характер насыщения и т.п.). Результаты послойной интерпретации могут объединяться в логические группы – варианты интерпретации, выполненные в рамках отдельных проектов.

Представленное в базе данных формализованное описание стратиграфических таксонов основывается на текущих версиях «Стратиграфического кодекса» (1992) и «Региональных стратиграфических схем…» (1992). Описание возрастных соотношений и соподчиненности подразделений МСШ и всех литолого-стратиграфических объектов местных шкал от свит до пластов и пропластков содержится в таблице номенклатуры.

Для каждого из 46 нефтегазоносных районов Западно-Сибирской плиты описано множество границ местных таксонов, всего - более трех тысяч записей. В табл. 1 приводится пример описания границ, а именно - две записи номенклатуры вартовского района (внутрисистемный код района равен 14). Две горизонтальных подстроки содержат имена таксонов одного ранга, соприкасающихся на данной границе.

Таблица 1. Пример записей в таблице БД «Номенклатура»

Код	Возраст	Имя (NK)	Свита	П/С	Пачка/ Пласт	Пропла-сток
14	118	ВАНДЕНСК	АЛЫМСКАЯ	Н		
			ВАНДЕНСКАЯ	В	ав1	ав1.3
14	118.8	АВ2				
					АВ2	АВ2.1

Единичная запись таблицы «Номенклатура» содержит код района, условные абсолютные возраста по уточненной и детализированной шкале Г.П. Мясниковой и В.И. Шпильмана (1991), укороченное имя границы (NK) и имена свит, подсвит, пачек, пластов или пропластков, кровлей (нижняя подстрока) или подошвой (верхняя подстрока) которых является эта граница. Так, граница алымской и ванденской свит проходит по подошве пласта $АВ_1^3$ (кровле покрышки пласта $АВ_2$) и имеет возраст 118 миллионов лет. Укороченное имя границы (NK) состоит из восьми первых символов

имени старшего таксона, ограничиваемого этой границей сверху. Так, укороченное имя «ВАНДЕНСК» отражает тот факт, что возраст 118 млн. лет в вартовском районе является кровлей ванденской свиты. А следующая граница - всего лишь кровля пласта AB_2. Реально ранг границы кодируется в отдельном поле «RG»: 1 – свита, 2 – подсвита, 3 – резервуар (пачка), 4 – пласт, 5- пропласток.

Для основных таксонов местных шкал (свит и подсвит) в таблице БД «Облик» может быть создано их стандартное описание по схеме, принятой в геологических словарях. Эти описания могут использоваться в справочном режиме или выдаваться в форме стандартных отчетов (рис. 10).

Имя таксона: НОВОМИХА	НОВОМИХАИЛОВСКАЯ СВИТА
Возраст: PG_3Rup ОЛИГОЦЕН	Толщины: 10 –150 м
Характер кровли и подошвы	
перекрывается журавской или туртасской св.	залегает на атлымской свите.
Описание	Биофоссилии
Серые, коричнево-серые, алевритовые и алевритистые глины, алевриты, полевошпатово-кварцевые и кварцевые пески, прослои и пласты бурых углей. Генезис озерно-болотный и аллювиальный. Детрит, отпечатки растений, крупные обломки древесины. Споры, пыльца.	Taxodium distichum miocenum Heer, Carpinus grandig Ung., Ainus kefersteinii Ung., Fagus cf. antipovii Heer.

Рис. 9. Пример описания таксона местной стратиграфической шкалы

Кроме возможности использования в справочном режиме и в отчетах, эти хранимые в БД сведения программно помещаются в описания соответствующих таксонов при генерации сводных и гипостратотипических разрезов.

Каталог разбивок построен в базе данных как таблица глубин залегания кровли стратиграфических подразделений. Каждая запись каталога содержит уникальный номер скважины, глубину залегания границы, код ее типа, код авторского подкаталога и укороченное имя таксона (NK), к которому относится эта граница. Особо подчеркнем, что набор типов границ сделан достаточным для полного описания стратиграфических взаимоотношений макрокосослоистой неокомской толщи, добавлены специальные «клиноформные» типы для ачимовских отложений и аномальных разрезов. Типы границ «глинизация», «кровля» и «подошва» проницаемых пластов используются для описания не только отложений неокома, но и других возрастных интервалов.

Технически собственно каталог разбивок построен из двух таблиц. (Перечень хранимых атрибутов разбивок: UN - номер скважины, TK - возраст, AV - вариант, NK - имя границы, TG - тип границы, GL - глубина, DI - дата ввода.) В одной из таблиц

хранятся рабочие варианты авторских каталогов, в другой – одновариантный сводный каталог. Сводный каталог охватывает, в идеале, полный фонд скважин. Он составлен в результате сведения и переинтерпретации всех доступных документов – каталогов ручного обращения. Сводный каталог содержит разбивки из 63 первоисточников с 1964 по 2005 годы, всего более четырехсот тысяч записей. Сводный каталог автоматически пополняется и корректируется при работе со своими авторскими каталогами пользователей с особыми полномочиями (ответственных за ведение каталога на определенной территории).

Авторский каталог может содержать самостоятельный вариант корреляции разрезов скважин либо локальное (по разрезу или площади) дополнение к сводному варианту каталога. В последнем случае, при обращении к авторскому каталогу авторские разбивки дополняют или замещают собой соответствующие разбивки сводного каталога

В ИБД НАЦРН ХМАО (главный администратор ИБД В.М. Яковлев, СУБД "Oracle-8").по территории округа из 10313 поисково-разведочных скважин по состоянию на 1 июля 2003 года разбивками охарактеризовано 9111 скважин. Всего же в базе данных хранится 16803 скважины, из них 13591 скважина охарактеризована разбивками.

Информационная основа базы данных «Каталог литолого-стратиграфических разбивок» - документы (каталоги) на бумажных носителях. Первоначальное заполнение базы данных осуществлялось в 1991 - 1992 годах по следующим первоисточникам:

«Каталог стратиграфических разбивок», труды ЗапСибНИГНИ, вып. 67, 1972; «Шаимский нефтеносный район», труды ЗапСибНИГНИ, вып. 43, 1971; «Березовский газоносный район», труды ЗапСибНИГНИ, вып. 40, 1972 - выполнены с использованием корреляционной стратиграфической схемы 1967 года;

Каталог А.А. Нежданова, П.Я. Зининберг и др. выполнен в ЗапСибНИГНИ в 1984 году с использованием корреляционной стратиграфической схемы 1976 года;

Каталоги литолого-стратиграфических разбивок, выполненные в ЗапСибНИГНИ в 1989 году в рамках серии целевых заданий под общим руководством Ю.В. Брадучана в соответствии с региональной стратиграфической схемой 1991 года;

Каталоги стратиграфических разбивок скважин, выполненные в Тюменской тематической экспедиции Главтюменьгеологии А.Л. Наумовым в 1977-1988 годах в соответствии с авторской стратиграфической схемой.

Перед загрузкой в базу данных каталоги анализировались на соответствие используемых в них местных таксонов (свит, подсвит, пачек и пластов) региональной стратиграфической схеме 1991 года, описанной нами в отдельном разделе базы данных «Литолого-стратиграфическая номенклатура». Дальнейшая эксплуатация автоматизированного каталога осуществлялась в 1994-2003 годах в НАЦРН ХМАО. Как часть ИБД НАЦРН ХМАО каталог включен в существующую технологию геолого-геофизических построений, выполняемых в Центре, на протяжении всей истории его существования. Содержимое каталога пополнялось и корректировалось ведущими специалистами Центра – кураторами территорий – С.Л.Белоусовым, В.Г.Елисеевым, А.Г.Мухер, В.М.Никитиным, Т.В.Рубиной, Г.С.Ясовичем. По мере работы кураторов разбивки первоначального заполнения каталога замещались их уточненными авторскими разбивками. Другой важный источник информации - отчеты сторонних организаций.

Принцип формирования каталога из многих авторских источников порождает дополнительные сложности для пользователей как опубликованной версии («Каталог...» 2000), так и непосредственно автоматизированного каталога, так как в нем сохранены авторские наименования свит. В 1999 нами году был проведен анализ частотности употребления наименований всех свит юрского и нижнемелового возрастов в центральной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции с использованием автоматизированного каталога литолого-стратиграфических разбивок и вероятностного картирования.

Администрирование и работа со стратиграфическим разделом ИБД ведутся, в основном, в диалоговом режиме. Программное обеспечение написано в среде “Oracle-Forms” и гарантирует сохранение логической целостности базы. Массовый ввод информации может осуществляться и в пакетном режиме, также при жестком контроле вводимых данных.

Существуют программы для разнообразной выдачи стандартных форм каталогов и результатов интерпретации ГИС в виде файлов и структурированных документов ручного обращения. Всего за время эксплуатации ИБД конечными пользователями было сгенерировано более двух тысяч каталогов ручного обращения различной структуры и назначения.

В ГП НАЦ РН ХМАО выполняется весь комплекс региональных и локальных геологических построений на основании информации поисково-разведочных скважин. В большинстве из них участвуют и стратиграфические данные.

Одной из наиболее массовых задач является картирование поверхностей и свойств геологических тел (А.М. Волков, 1980, 1988, В.И. Аронов, 1982 и др.). Исходными данными процедур картирования являются свойства картируемого объекта, определенные в некоторой точке пространства с прямоугольными декартовыми координатами. Обычно пространство двумерно (плоскость), а свойство замеряется по арифметической шкале (числом).

При создании технологии подготовки данных для картирования мы исходили из того, что, во-первых, непосредственное картирование может осуществляться различными программными средствами как в диалоговом, так и в пакетном режиме и, во-вторых, результаты картирования могут графически оформляться или использоваться в независимых программных средствах. Такова технологическая реальность коллективной работы в многопользовательском режиме. Это выдвигает задачу удобства подготовки, сохранения и передачи логически целостных наборов данных между независимыми программными средствами. Для обеспечения минимального выполнения этих требований мы пошли по пути создания в базе данных проектов, в рамках которых описываются перечень картируемых объектов, логическая структура характеризующих их наборов данных и непосредственно сохраняются сами подготовленные наборы.

Описание проекта содержит координаты прямоугольной рамки картирования, ссылку на используемые авторский и сводный варианты каталога и указание в рамках номенклатуры какого из районов описываются объекты данного проекта.

В проекте может быть описано множество поверхностей и объектов для картирования. Реализованными являются три типа поверхностей:

1. простые– в картировании участвуют разбивки, в которых есть имя данного таксона (например –«БВ8»);
2. дополненные аналогами - в картировании участвуют разбивки поименованного таксона и его возрастные аналоги, определяемые по условным абсолютным возрастам номенклатуры;
3. составные границы - описанные упорядоченным перечнем имен границ – фрагментов составной поверхности (например, поверхность доюрского основания описывается последовательностью укороченных имен «Р-Т» «КОРА ВЫВ» «ФУНДАМЕН», означающей приоритет поступления разбивок на картирование).

Картируемый объект проекта может содержать в своем описании одну или две поверхности: его кровлю и подошву. Каждая из них может быть простой, дополненной или составной границей.

С каждым из картируемых объектов проекта могут быть связаны один или несколько рабочих наборов данных для картирования. Рабочий набор представляет собой описатель его структуры и множество (последовательность) точек пересечения скважин и картируемого объекта с атрибутами (признаками объекта), приписанными к этим пересечениям. В одном рабочем наборе на картопостроение могут быть поданы до 20 атрибутов по простым или составным поверхностям.

Реализовано несколько типов рабочих наборов данных для картирования. Для каждого из них написана автономная утилита, каталогизированная на ядре СУБД и осуществляющая заполнение рабочего набора данными, отражающими текущее состояние базы. Таким образом, рабочий набор представляет собой отражение, снимок базы данных. Он непротиворечив настолько, насколько согласованным было текущее содержимое базы, и насколько точна логика проверки данных, прописанная в утилитах. И то, и другое подвергается постоянной проверке и уточнению в ходе практической эксплуатации. Данные рабочего набора могут быть заполнены посредством активизации утилиты и запрошены в диалоговом режиме непосредственно из картирующих программ, например - программы «Medium» А.Г. Плавника, «Isoline» В.В.Яковлева, или подготовлены (также посредством вызова той же утилиты) и выгружены в виде файлов из программ, написанных в “OracleForms”. Остается добавить, что с использованием этой технологии построено несколько тысяч карт: от локальных до региональных на всю территорию ХМАО или Западно-Сибирской провинции.

Второй тип массовых задач – построение моделей геологического пространства: сводных разрезов, профилей, трехмерных моделей. Действующие стандарты оформления пакетов геологической документации требуют обязательного представления сводных, типовых и (или) гипостратотипических геолого-геофизических разрезов и геологических профилей, фиксирующих принятую модель строения территории. Поэтому мы разработали и с 1994 года эксплуатируем специальную компьютерную технологию их построения, опирающуюся на существующую в ГУП ХМАО НАЦ РН интегрированную базу технико-экономических и геолого-геофизических данных и специализированную программу Plotlog (автор С.А. Предеин).

Для построения профиля программой Plotlog из ИБД выгружается хранимая информация: набор используемых границ и описания скважин, а для каждой из

скважин – глубины залегания границ, результаты послойной интерпретации ГИС, послойное описание литологической колонки и (при необходимости) привязанное к глубинам иерархическое описание взаимоотношения таксонов МСШ и местных литолого-стратиграфических шкал.

Каталогизация утилит дает возможность многократно использовать хранимую в ИБД информацию как в программе Plotlog, так и в других приложениях, например, в "Landmark", "Integral Plus", и верифицировать множество моделей геологического строения территории. Прямым подтверждением правильности избранной модели формализации стратиграфических и нефтегазоносных объектов чехла является многолетнее успешное использование разработанных на этой основе информационных технологий в практике моделирования Центра рационального недропользования им. В.И.Шпильмана:

- переоценке ресурсов УВ по территории ХМАО, по территориям крупнейших недропользователей ОАО «ЮКОС», ОАО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», «ТНК-ВР», ОАО «Славнефть».
- Пересчете промышленных запасов нефти и газа по Северо-Варьеганскому (1503 скв.), Быстринскому (1300 скв.), Северо-Конитлорскому месторождениям нефти и газа.
- В ходе повседневной работы с использование разработанных технологий было построено более 10 тысяч карт в изолиниях различного назначения, 1300 схем корреляции и геологических профилей, генерировано 3500 каталогов разбивок разрезов скважин.

На территории **«ЛУКОЙЛ - Западная Сибирь»** для создания постояннодействующей геологической модели региона нами (С.А.Лац, П.Ю.Белослудцев, В.Ф.Гришкевич, В.Е.Касаткин, С.А.Предеин, Е.В.Рыбьякова, Е.Ю.Строгальщикова, И.А.Теплоухова, Э.С.Торопов) в 2004 году была проведена ревизия региональной корреляции и сейсмотратиграфическая интерпретация основных продуктивных отложений по 350 поисково-разведочным скважинам. Для неокома в список границ для региональной корреляции включены общепринятые границы свит, подсвит, глинистых пачек и кровель проницаемых пластов. Элементом методической новизны в выполненной региональной корреляции разрезов скважин является трассирование в разрезах субрегиональных геолого-геофизических маркеров: относительно маломощных низкоомных слоев тонкоотмученных глин – ядер глинистых покрышек нефтегазоносных резервуаров, введенных в новой редакции РСС-2005. Трассирование этих узких маркеров позволяет, с одной стороны, максимально точно обозначить в разрезах скважин региональный стратиграфический каркас, а с

другой стороны, четко обозначить границы его надежности наличием или отсутствием маркеров.

На всю территорию работ был собран каркас из региональных и композитных сейсмических профилей, выполнена сейсмостратиграфическая привязка поисково-разведочных скважин. Первоначально был собран каркас из региональных профилей R11, R12, R13, R14. R104, R111. Затем в него были добавлены пять композитных профилей.

При текущем объеме обработки сейсмических и скважинных материалов можно гарантировать только принципиальную правильность выполненных построений. Детального трассирование даже региональных маркеров на локальной территории (месторождении или площади), разумеется, должно опираться и обосновываться всем наличиствующим объемом геолого-геофизической информации. Тем ни менее, полученные результаты уже сейчас могут использоваться в качестве региональной основы для локальных работ и для выявления наиболее явных и грубых рассогласований в индексации залежей нефти и газа. Для большей части залежей Нижневартовского района индекс по балансу не корреспондирует с современной стратиграфической моделью. Недропользователю было рекомендовано указывать в государственном балансе двойную индексацию залежей: исторически сложившуюся и соответствующую современной стратиграфической модели.

В рамках работы по переоценке ресурсов на лицензионных участках компании **«ЮКОС»** группа соавторов (Афанасенков А.П., Скворцов М.Б., Гришкевич В.Ф., Одношевная И.И., Предеин С.А., Рыбьякова Е.В., Рубина Т.В., Судат Л.Г., Судат Н.В., Шабакова С.В., Белослудцев П.Ю.) провела изучение резервуаров в южной части Приобского, Салымского и Сургутского нефтегазоносных районов на основе макрокосослоистой модели строения неокомской толщи. Резервуары выделялись как единые объекты, включающие в себя покровный пласт и его аналоги в клиноформной и фондоформной частях разреза между регионально выдержанными тонкоотмученными, низкоомными глинами (ядрами покрышек). Всего на исследуемой территории выделено 12 резервуаров: $АС_{4-7}$, $АС_{9-10}$, $АС_{11-12}$, $АС_{4-7}$, $БС_{1-3}$, $БС_{4-5}$, $БС_{6-7}$, $БС_{8-9}$, $БС_{10}$, $БС_{11}$, $БС_{12}$, $БС_{13}$, $БС_{14}$. Для каждого из клиноциклитов были построены карты палеорельефа, толщин, структурная карта по его кровле (методом схождения по данным сейсморазведки, бурения и палеорельефа); закартированы региональные линии примыкания (перехода) отложений циклита в битуминозные отложения баженовской свиты, бровки шельфа, границы глинизации покровного пласта и ачимовских отложений.

Общее распределение выявленных залежей нефти укладывается в нашу гипотезу о существенной роли глинистой части клиноформных отложений в нефтематеринском потенциале и нефтепроводящей способности неокома: подтверждением этой модели является приуроченность основных крупных неокомских залежей к зонам расщепления покровных пластов и к направлениям струйных перетоков избытков УВ из таких зон. На этом основании сделан вывод, что в покровных пластах неокома вне зон их расщепления возможно обнаружение, главным образом, мелких залежей, что требует соответствующей перенастройки технологии геологоразведочных работ, начиная от необходимости постановки высокоточной сейсмики до скрупулезной методики отбора керна, интерпретации ГИС и испытания малоразмерных залежей.

На примере **Северо-Конитлорского** месторождения иллюстрируется применение теоретических положений предложенной макроструктуры неокомской толщи для комплексного геолого-геофизического моделирования «аномальных разрезов» баженовской свиты. С использованием данных 2D и 3D сейсморазведки продемонстрирована детальная привязка промежуточного сигмовидного отражающего горизонта к субрегиональному маркеру низкоомных глин чеускинской пачки, включая шельфовую и клиноформную части разреза. Для выбора модели формирования «аномального разреза» было проведено изучение кернового материала, с целенаправленных отбором проб на биостратиграфические и геохимические исследования. В керне скважин была описана брекчия пульпы пластического оползня, внедрившейся между отложениями георгиевской и баженовской свит. Биостратиграфически доказан разный возраст песчано-алевритовой основы пульпы (K_1v – валанжинский) и битуминозных включений (J_3v - волжский). На основании данных детальной сейсморазведки и геолого-геофизических характеристик разрезов пробуренных скважин описаны механизм формирования и структура оползневых тел. Описан механизм формирования капиллярно-экранированных ловушек в периферических телах внедрения пластического оползня. Приводится пример залежи нефти в такой ловушке в «аномальном разрезе» месторождения.

Таким образом, данные стратиграфического раздела ИБД ЦРН участвуют в производстве геологической документации, в частности, по подготовке лицензионных соглашений на недропользование, оценке ресурсов и проектированию геологоразведочных работ. И, наконец, номенклатура литолого-стратиграфических объектов и каталог разбивок используются для идентификации, поиска и упорядочения всей геолого-геофизической информации по стволу скважин в диалоговом и пакетном режимах. За гибкость доступа приходится платить: все неразрешенные проблемы

стратиграфических схем и практики их использования в каталогах больнее всего сказываются именно на построении автоматизированных технологий. Именно поэтому автор принял самое активное участие в работе семинаров РМСК в 2000-2004 годах.

Нами был предложен вариант содержательного разрешения некоторых противоречий существующей региональной стратиграфической схемы. Представляется, что принятие этих решений РМСК будет значительным шагом в направлении преодоления проблем формализованного описания стратонов местных литостратиграфических шкал и построения на их основе эффективных информационных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание автоматизированного каталога литостратиграфических разбивок по крупнейшему нефтедобывающему региону России было технической реализацией информационных запросов анализа и прогноза нефтегазоносности. Значимость этой работы существенно повышается за счет реализации и использования четкого, формализованного описания номенклатуры литостратиграфических и нефтегеологических объектов. Такой комплексный подход к проектированию структуры компьютерной версии основного геологического документа – каталога литолого-стратиграфических разбивок – является нашей принципиальной позицией, потому что любая обрабатывающая система, в том числе и геолого-геофизическая, эффективно решает только те задачи, идеология которых была учтена разработчиками во время ее проектирования (К.Дж. Дейт, 1998).

С использованием разработанных нами информационных технологий осуществлено монографическое издание каталога литолого-стратиграфических разбивок разрезов поисково-разведочных скважин, пробуренных на территории Ханты-Мансийского автономного округа, построены тысячи карт различного назначения, в том числе и карт строения резервуаров, сотни геологических профилей и разрезов, выполняются оценки промышленных, перспективных и прогнозных ресурсов региона.

Научная новизна. Впервые биогеохимическая модель маргинальных фильтров Мирового океана использована для интерпретации макроструктуры берриас-аптских отложений Западной Сибири.

В результате выполненного анализа циклической эволюции маргинальных фильтров получен к нетривиальный вывод о генетическом родстве в пределах одного мезоцикла (продолжительность около 1 млн. лет) битуминозных аргиллитов подачимовской толщи и верхней части баженовской свиты с тонкоотмученными,

низкоомными глинами ядер глинистых пачек неокома – разделителей, сепараторов неокомских нефтегазоносных резервуаров.

На базе новой модели циклических объектов неокома и представлений о механизмах первичной миграции уточнено выделение динамических объемов нефтегазоносных резервуаров.

Выделены основные генетические типы макрокосослоистого переслаивания битуминозных и не битуминозных пород («аномальных разрезов»), сформулированы их диагностические признаки. Показано, что макрокосослоистые переслаивания являются стратифицированными осадками, поэтому их возрастные отношения могут быть описаны в стратиграфических схемах и каталогах.

Разработан макет региональной стратиграфической схемы берриас-аптских отложений Западной Сибири, отражающий клиноформную модель их строения.

Созданы специализированные базы геолого-геофизических данных и информационные технологии для решения задач геологии нефти и газа на основе формализованного представления местных литостратиграфических шкал.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Белоусов С.Л., Гришкевич В.Ф., Елисеев В.Г., Никитин В.М., Плавник Г.И., Тепляков Е.А., Толубаева Г.Е. Предложения по уточнению региональной стратиграфической схемы мезозойских отложений Западно-Сибирской равнины (Ханты-Мансийский автономный округ и сопредельные территории)/Геология нефти и газа.-2001.- № 2. – 57-62 с.
2. Гришкевич В.Ф. Динамическое обоснование рабочего объема нефтегазоносных резервуаров//Молекулярная геохимия нефтегазоносных отложений Западной Сибири/ Тр. ЗапСибНИГНИ. - Вып. 174. – Тюмень, 1982. - с. 109-113.
3. Гришкевич В.Ф., Лагутина С.В. Информационно-функциональная модель автоматизированного каталога литолого-стратиграфических разбивок// Математические методы прогнозирования нефтегазоносности в Западной Сибири/ Тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1988. - с.131-140.
4. Гришкевич В.Ф., Лагутина С.В. Информационно-функциональная модель автоматизированной системы обработки стратиграфических данных// Математические методы прогнозирования нефтегазоносности в Западной Сибири/ Тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1988. - 141-148 с.
5. Гришкевич В.Ф., Предеин С.А., Лагутина С.В., Болотова И.Л., Рыбьякова Е.В., Колосова Л.А. Опыт информационно-технологического обеспечения решения

геологических задач стратиграфическими данными// Вестник недропользователя ХМАО. - Ханты-Мансийск. - 2003.- № 12. – 59-70 с.

6. Гришкевич В.Ф., Белоусов С.Л., Елисеев В.Г. и др. Отображение клиноформной модели неокома на макете стиграфической схемы Западно-Сибирской равнины/ Проблемы стратиграфии и палеогеографии бореального мезозоя. – Новосибирск: Изд. СО РАН. -2001. - 34-36 с.
7. 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.- 130–142 с.
8. Гришкевич В.Ф. Адаптивный анализ и прогноз нефтегазоносности//Геология и геофизика. – Т.43.-№3.- 2002.- 237-244 с.
9. Гришкевич В.Ф. Структура отложений Западно-Сибирского неокомского палеобассейна бокового осадконакопления с позиций представлений о маргинальных фильтрах Мирового океана / Актуальные проблемы нефтегазоносных бассейнов / Научный редактов Ю.Н.Карогодин – Новосибирск: Изд-во НГУ.- 2003. - 52-69 с.
10. Гришкевич В.Ф. Сравнительный анализ структуры маргинальных фильтров Мирового океана и Западно-Сибирского неокомского палеобассейна бокового осадконакопления / Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа.(Пятая научно-практическая конференция); Под ред. Карасева В.А., Ахпателова Э.А., Волкова В.А.- Ханты-Мансийск. – 2002.- 198 – 207 с.
11. Гришкевич В.Ф. Эмульсионно-капиллярная модель миграции нефти и газа у учетом скачков Хэйна // Геология нефти и газа – 2002. - №3. – с. 47-50.
12. Гришкевич В.Ф. Макроструктура берриас-аптских отложений Западной Сибири и ее использование при построении информационных технологий в геологии нефти и газа.Тюмень: Издат. дом «ИздатНаукаСервис», 2005, 116 с.
13. Каталог литолого-стратиграфических разбивок разрезов поисково-разведочных скважин. Ханты-Мансийский автономный округ. Под ред.: Гришкевича В.Ф, Теплякова Е.А. - Ханты-Мансийск, 2000. - 300с.
14. Шпильман В.И., Гришкевич В.Ф. Характеристика истории тектонического развития резервуара // Применение математических методов при поисково-разведочных работах на нефть и газ: Тр.ЗапСибНИГНИ. - Вып. 99. – Тюмень. - 1975. - 153-155 с.