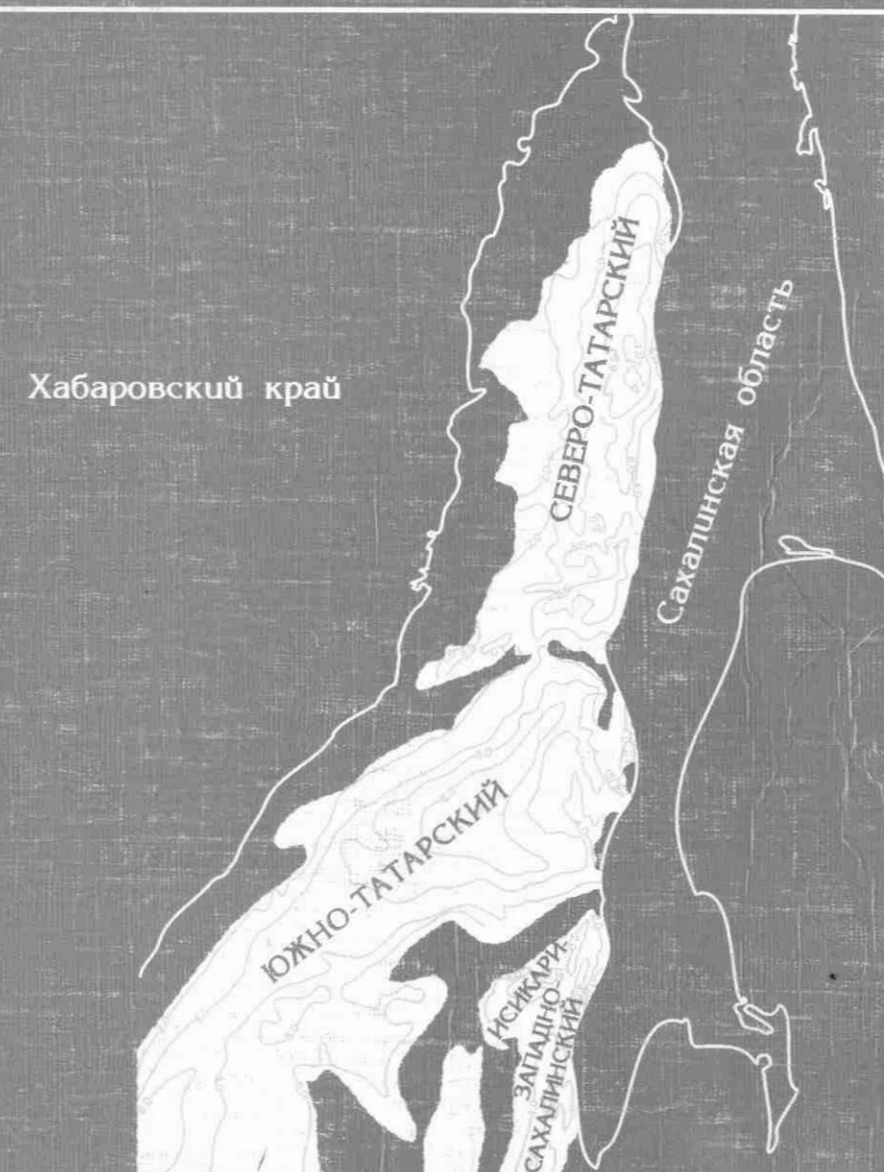


552.5
0-72

05

Осадочные бассейны Востока России



**Геология, геодинамика и
перспективы нефтегазоносности
осадочных бассейнов
Татарского пролива**

УДК [553.98.041:553.351.2] (265.546)

Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива / А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова, Л.С. Маргулис, Л.С. Чуйко, В.В. Куделькин, В.Г. Варнавский, В.Н. Гагаев; отв. ред. Кириллова Г.Л. - Владивосток: ДВО РАН, 2004. - 220 с. - (Серия «Осадочные бассейны Востока России» / гл. ред. член-корреспондент РАН А.И. Ханчук; т. 2).

На основе синтеза новых морских и наземных геолого-геофизических данных по осадочным бассейнам Татарского пролива (Северо-Татарскому, Южно-Татарскому и Ишикар-Западно-Сахалинскому) и прилегающей суше скоррелированы данные глубинного строения, стратиграфии, седиментологии, палеогеографии, тектоники, реконструированы этапы геодинамической эволюции бассейнов. Описаны пространственно-временные закономерности распространения нефтематеринских толщ, природных резервуаров, коллекторов, флюидопоров. Определены тип и термальная зрелость органического вещества. В итоге выполнено нефтегеологическое районирование, оценены ресурсы нефти и газа.

Издание рассчитано на специалистов в области наук о Земле: геологов, геофизиков, геологов-нефтяников, а также организации, заинтересованные в решении проблемы топливно-энергетических ресурсов на Востоке России.

Табл. 5, ил. 88, в т. ч. 36 цветных и 1 вкладка, библиогр. 215.

Ключевые слова: геология, геофизика, геодинамика, нефтегазоносность, шельф, осадочные бассейны, Татарский пролив, Восток России.

Рецензент: д.г.-м.н. В.Ю.Забродин

Утверждено к печати Ученым советом ИТиГ ДВО РАН

Geology, geodynamics and petroliferous potential of the sedimentary basins of the Tatar Strait / A.E. Zharov, G.L. Kirillova, L.S. Margulis, L.S. Chuiko, V.V. Kudelkin, V.G. Varnavsky, V.N. Gageev. Ed. G.L. Kirillova. Volume II, Series «Sedimentary Basins of East Russia». A.I. Khanchuk (Editor-in-Chief). Vladivostok: FEB RAS, 2004. - 220 p.

Based on the synthesis of the latest marine and terrestrial geological-geophysical information on the sedimentary basins of the Tatar Strait (Northern Tatar, Southern Tatar and Ishikari-West Sakhalin basins) and adjacent land, data related to deep structure, stratigraphy, sedimentology, paleogeography, and tectonics are correlated. Stages of the geodynamic evolution are reconstructed. Spatial-temporal regularities of the distribution of oil and gas source rocks, natural reservoirs, seals, and traps are characterized. Types and thermal maturity of the organic matter were determined. To sum up, petroliferous geological zonation was carried out, and potential petroliferous resources were estimated.

The work is intended for specialists engaged in different fields of Earth sciences: geologists, geophysicists, petroleum geologists, and also organizations involved in resolution of energy problems in East Russia.

Tabl. 5, figs. 88, including 36 coloured and 1 insert, ref. 215.

Key words: geology, geophysics, geodynamics, petroliferous, shelf, sedimentary basins, Tatar Strait, East Russia.

Reviewer:
Prof. V.Yu. Zabrodin

©ДВО РАН, 2004

©Правительство Хабаровского края, 2004

©ОАО "Дальморнефтегеофизика", 2004

©ГУПР и ООС МПР Хабаровского края, 2004

©Коллектив авторов, 2004

ISBN 5-7442-1377-5

Дорогой читатель, перед Вами второй том серии «Осадочные бассейны Востока России». Исследование осадочных бассейнов континентальной окраины, её шельфа, континентального склона, изучение закономерностей их строения, условий формирования и связанных с ними топливно-энергетическими ресурсами остаётся приоритетным направлением развития науки. Интерес к этой проблеме растёт, и подтверждением этому служат многочисленные всероссийские и международные совещания, издание монографий. Дело в том, что по мере накопления геолого-геофизических данных, углублённого их анализа появляются новые идеи и концепции, методы анализа бассейнов, способствующие более целенаправленным поискам углеводородного сырья. Прекрасной иллюстрацией этого является новая фундаментальная сводка, подготовленная в 2004 г. в Геологическом институте РАН «Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция» под редакцией Ю.Г. Леонова и Ю.А. Воложа.

По оценкам специалистов, около половины потенциальных ресурсов нефти и газа изученных нефтегазоносных систем мира находится в море. В исследование вовлекается не только шельф, но и континентальный склон, сложенный турбидитами. Надежды открытия новых нефтегазоносных провинций связываются с изучением дальневосточных и арктических морей.

В этом контексте геолого-геофизический, геодинамический анализ осадочных бассейнов Татарского пролива представляется весьма актуальным. Эти бассейны формировались в сложной обстановке косой конвергенции плит, образования вулканических дуг, многоактного внутриморского рифтинга и спрединга. Сочетание транспрессии и транстенсии было постоянным фоном, на котором формировались области аккомодации для накопления многокилометровых толщ осадков.

Современные методы изучения и расшифровки подобных обстановок, мультидисциплинарный подход позволили подойти к оценке углеводородного потенциала осадочных бассейнов Татарского пролива, которая выглядит весьма обнадеживающей. Продолжение работ в этой перспективной нефтегазоносной провинции может привести к открытиям, подобным сделанным в бассейнах Бохайвань, бассейнах Восточно-Китайского и Желтого морей.

Главный редактор серии,
член-корреспондент РАН
Ханчук А.И.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
Введение	9
Глава 1. Общие сведения о регионе	11
1.1. Геолого-структурное положение осадочных бассейнов Татарского пролива	11
1.2. Физико-географический очерк	13
1.3. Геолого-геофизическая изученность	17
Глава 2. Стратиграфия	22
2.1. Меловая система	22
2.1.1. Восточно-Сихотэ-Алинская структурно-формационная зона	22
Лужкинская структурно-формационная подзона	22
Кемская структурно-формационная подзона	29
Тумнинская структурно-формационная подзона	31
2.1.2. Горинская структурно-формационная зона	34
Чаятынская структурно-формационная подзона	34
2.1.3. Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс	39
2.1.4. Иезо-Западно-Сахалинская структурно-формационная зона	39
Северная структурно-формационная подзона	40
Южная структурно-формационная подзона	43
Зона Сорачи-Иезо	46
2.2. Кайнозой	49
2.2.1. Корреляция кайнозойских стратиграфических подразделений	49
2.2.2. Сейсмостратиграфические горизонты в кайнозойском осадочном чехле	49
2.2.2.1. Акустический фундамент	49
2.2.2.2. Комплексы осадочного чехла	67
Западно-камышовый комплекс P_2Zk	68
Сергеевский комплекс $P_2^3(?) - N_1^{1sr}$	72
Углегорский комплекс N_1^{1-2ug}	75
Курасийский комплекс N_1^{2-3kr}	81
Маруямский комплекс $N_1^3 - Qmr$	84
Глава 3. Структурно-тектоническая характеристика бассейнов	86
3.1. Структурно-тектоническое районирование	86
3.2. Характеристика основных структурных элементов	87
3.2.1. Северо-Татарский бассейн	87
3.2.2. Южно-Татарский бассейн	94
3.2.3. Исикари-Западно-Сахалинский бассейн	98
3.3. Основные типы разрывных нарушений	100
Глава 4. Седиментационные системы	103
4.1. Апт-среднетуронский этап	106
4.2. Среднетурон-маастрихтский этап	109
4.3. Эоценовый (западно-камышовый) этап	110
4.4. Позднеэоцен-олигоценый (сергеевский) этап	113
4.5. Ранне-среднемиоценовый (углегорский) этап	115
4.6. Средне-позднемиоценовый (курасийский) этап	118
4.7. Позднемиоцен-четвертичный (маруямский) этап	120

Глава 5. Палеогеография	121
5.1. Меловой период	121
5.2. Кайнозойская эра	125
Глава 6. Геодинамическая эволюция бассейнов Татарского пролива	142
Глава 7. Нефтегазоносность бассейнов Татарского пролива	153
7.1. Прямые признаки нефтегазоносности	154
7.2. Нефтегазоносные системы Татарского пролива	156
7.3. Нефтегазоматеринские породы	160
7.3.1. Распространенность и условия формирования	160
7.3.2. Оценка термальной зрелости нефтегазоматеринских толщ	166
7.3.3. Катагенетическая зональность и потенциал нефтегазоматеринских толщ	169
7.3.4. Масштабы очагов нефтегазообразования	178
7.4. Потенциальные коллекторы и флюидоупоры	179
7.4.1. Резервуарные толщи	181
7.4.2. Региональные и зональные покрывки	186
7.5. Динамика эволюции нефтегазоносных систем	188
7.5.1. Верхнемеловая-палеогеновая нефтегазоносная система	188
7.5.2. Верхнепалеогеновая-неогеновая нефтегазоносная система	193
7.5.2.1. Оligocen-среднемиоценовая нефтегазоносная подсистема	194
7.5.2.2. Среднемиоцен-плиоценовая нефтегазоносная подсистема	199
7.6. Сравнительный анализ перспектив нефтегазоносности бассейнов Татарского пролива	201
Заключение	205
Литература	208
Содержание	216

приуроченные к участкам расщепления и искривления транспрессионной структуры. Зона разломов трассируется протяженными крупноамплитудными правыми сдвигами, сбросо- и взбросо-сдвигами субмеридионального простирания, прослеженными на 50-100 км. Парагенезис оперяющих разрывов представлен сочетанием север-северо-западных взбросов, субширотных и северо-восточных сбросов и, как правило, диагональных, левых взбросо- и сбросо-сдвигов, смещающих зону главного разлома. В участках расщепления сдвиговой структуры сформированы кулисовидные зоны антиклинальных складок, имеющих преимущественно север-северо-западное простирание. Парагенезис разрывных и складчатых структур указывает на правосдвиговую природу деформаций.

Активность структуры Западно-Сахалинской ССЗ фиксируется по распределению мощностей и фаций верхней части маруямского осадочного комплекса, сформированной синхронно с тектоническими движениями.

В приматериковой части пролива наиболее многочисленная группа нарушений этого времени заложения выделена в Южно-Татарском бассейне (рис. 2.33, 2.34, вкл.). Здесь приматериковый борт Тернейского прогиба ос-

ложнен ветвящейся системой левых сдвигов и оперяющих их сбросов и сбросо-сдвигов, деформирующих верхнюю часть осадочного чехла с образованием малоамплитудных негативных цветочных структур. Сдвиговые зоны прослеживаются из котловины Тернейского прогиба в северо-западном направлении и, расщепляясь, подворачивают под структуры материкового склона, меняя простирание на север-северо-восточное. Амплитуда горизонтальных перемещений достигает первых километров для наиболее крупных сдвигов, но чаще всего не превышает 1 км при вертикальных перемещениях первые сотни метров. На крайнем юго-западе изученной площади установлены единичные правые сдвиги и сбросо-сдвиги, возможно образующие тектонопары с рассмотренными выше разломами.

В западной части Северо-Татарского бассейна разломы позднего заложения наследуют сдвиги и сбросо-сдвиги предшествующей фазы, но являются, в основном, нормальными малоамплитудными сбросами. Сдвиговая составляющая разломов сохраняется только для главных нарушений, контролирующих Иннокентьевскую и Чапчанскую антиклинальные зоны (рис. 2.36, 2.37).

Глава 4

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В этой главе будут рассмотрены седиментационные системы, начиная с апта, когда на всей континентальной окраине, включая и Западный Сахалин, доминировала терригенная седиментация.

И российские, и японские исследователи отмечают проявление многопорядковой цикличности в это время, но принципы выделения циклов у разных исследователей различны, границы имеют, как правило, скользящий характер. Исследуя детально многопорядковую цикличность в бассейне Иезо, Х. Андо (Ando, 2004) по данным буровых скважин и около 20 разрезов выделил, следуя принципам секвестратиграфии два мегасеквенса (цикла второго порядка) со скользящими границами: апт-туронский и турон-маастрихтский. В каждом выделено по 4 секвенса, отражающих цикличность третьего порядка и ряд парасеквенсов (циклы IV порядка). В Найбинском разрезе циклы II порядка имеют мощность сотни метров, циклы III порядка — первые сотни и десятки м, циклы IV — первые десятки м.

Седиментационные модели осадочных комплексов базируются на приведенных ранее данных о геологическом строении континентального обрамления, сейсмостратиграфическом анализе и возрастной привязке к результатам бурения на шельфе о.Сахалин.

В строении кайнозойского осадочного чехла бассейнов Татарского пролива выделены (снизу) западно-камышовый, сергеевский, углегорский, курасийский и маруямский структурно-стратиграфические (осадочные) комплексы, разделенные несогласиями 3-7 (рис. 2.14, 2.16, 4.1). За подошву осадочного чехла на данном этапе исследований принята гетерогенная поверхность верхнемелового (?)—среднеэоценового возраста (несогласие Фа).

Для осадочного чехла бассейнов Татарского пролива составлены хроностратиграфические разрезы, положение которых показано на рис. 2.19. Один показывает полноту и изменчивость кайнозойского разреза вдоль рифтоген-

ной структуры Татарского пролива (рис. 4.2). Второй проходит вдоль западного побережья о.Сахалин с севера (скв. Александровская-1) на юг (скв. Виндисская-1) и иллюстрирует соотношение разновозрастных комплексов, имеющих значительные фациальные изменения в разных структурных зонах шельфа (рис. 4.3). Такое расположение позволило отразить всю геохронологическую полноту и глубину эрозии осадочного чехла в пределах каждого осадочного бассейна и вероятностные палеообстановки осадконакопления с литологическим прогнозом отложений.

На основе всей базы данных по геологии прибрежной суши Западного Сахалина, результатов бурения морских скважин, сейсмофациального и скоростного анализов, палеогеографические реконструкции выполнены для названных комплексов раздельно по бассейнам.

Западно-камышовый комплекс изучен в пределах Исикари-Западно-Сахалинского бассейна. Сейсмофациальным анализом проинтерпретирована верхняя часть комплекса, накопление которой предшествовало позднепалеогеновой структурной перестройке. Седиментационные особенности остальных комплексов рассмотрены для Северо-Татарского и Южно-Татарского бассейнов с акцентом на прогибы, в которых комплексы характеризуются наиболее значительной фациальной изменчивостью. Углегорский и курасийский комплексы лучше изучены в Северо-Татарском бассейне: в Лесогорском и Александровском прогибах первый и в Ламанонском — второй. Для углегорского комплекса реконструированы фациальные обстановки на двух временных уровнях: середина раннего миоцена (чеховское время) и начало среднего миоцена (верхнедуйское время), отражающих эволюцию седиментационной системы на синерифтовом этапе. В курасийском комплексе приведен анализ его верхнего подкомплекса, во время накопления которого существовали наиболее дифференцированные обстановки седиментации.

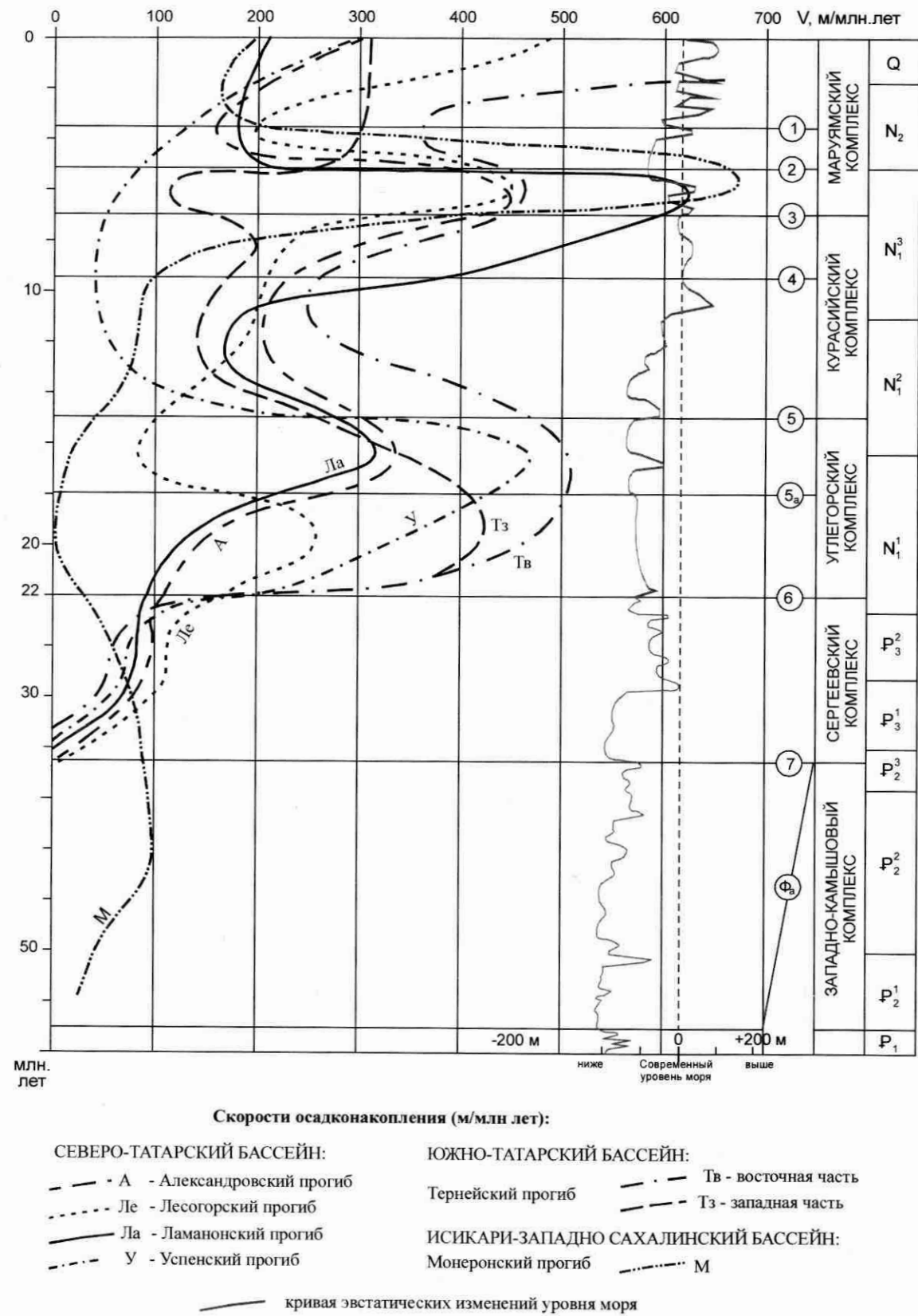


Рис. 4.1. Графики скоростей осадконакопления в бассейнах Татарского пролива.
Fig. 4.1. Diagrams of rates of sedimentation in the Tatar Strait basins.

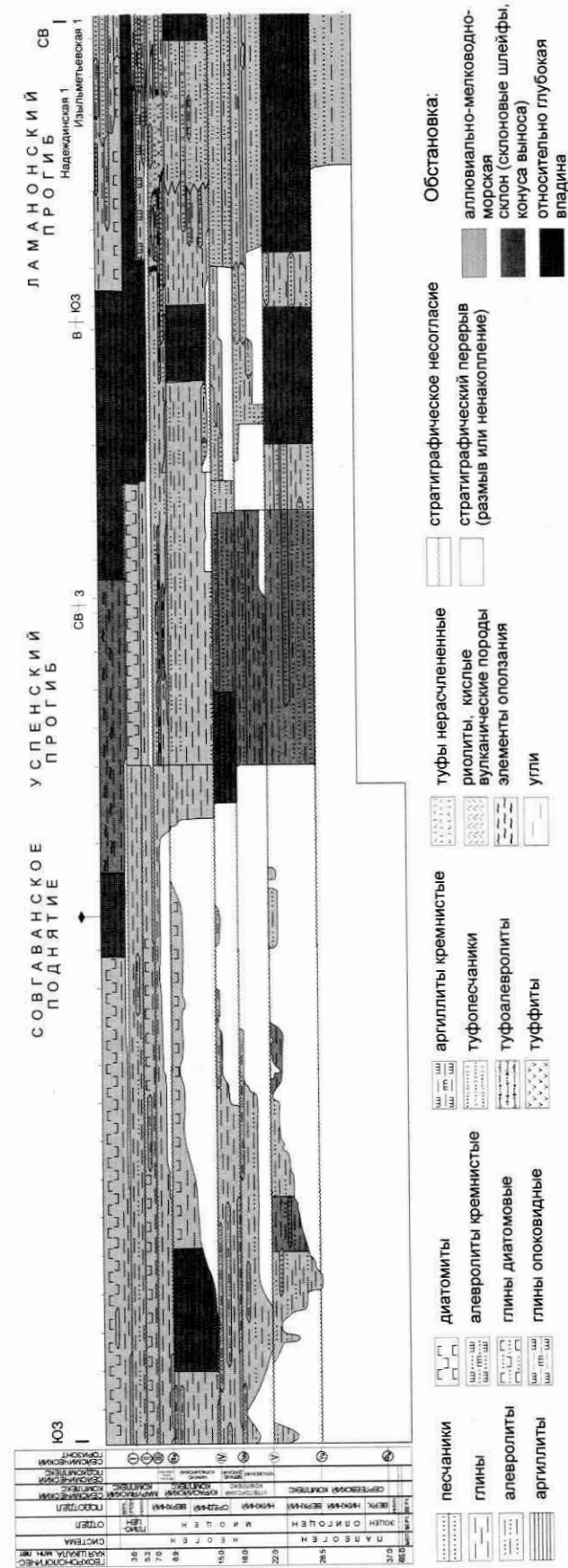


Рис. 4.2. Хроностратиграфический разрез по линии I-I (см. рис. 2.19).
Fig. 4.2. Chronostratigraphic cross-section along the line I-I (see Fig. 2.19).

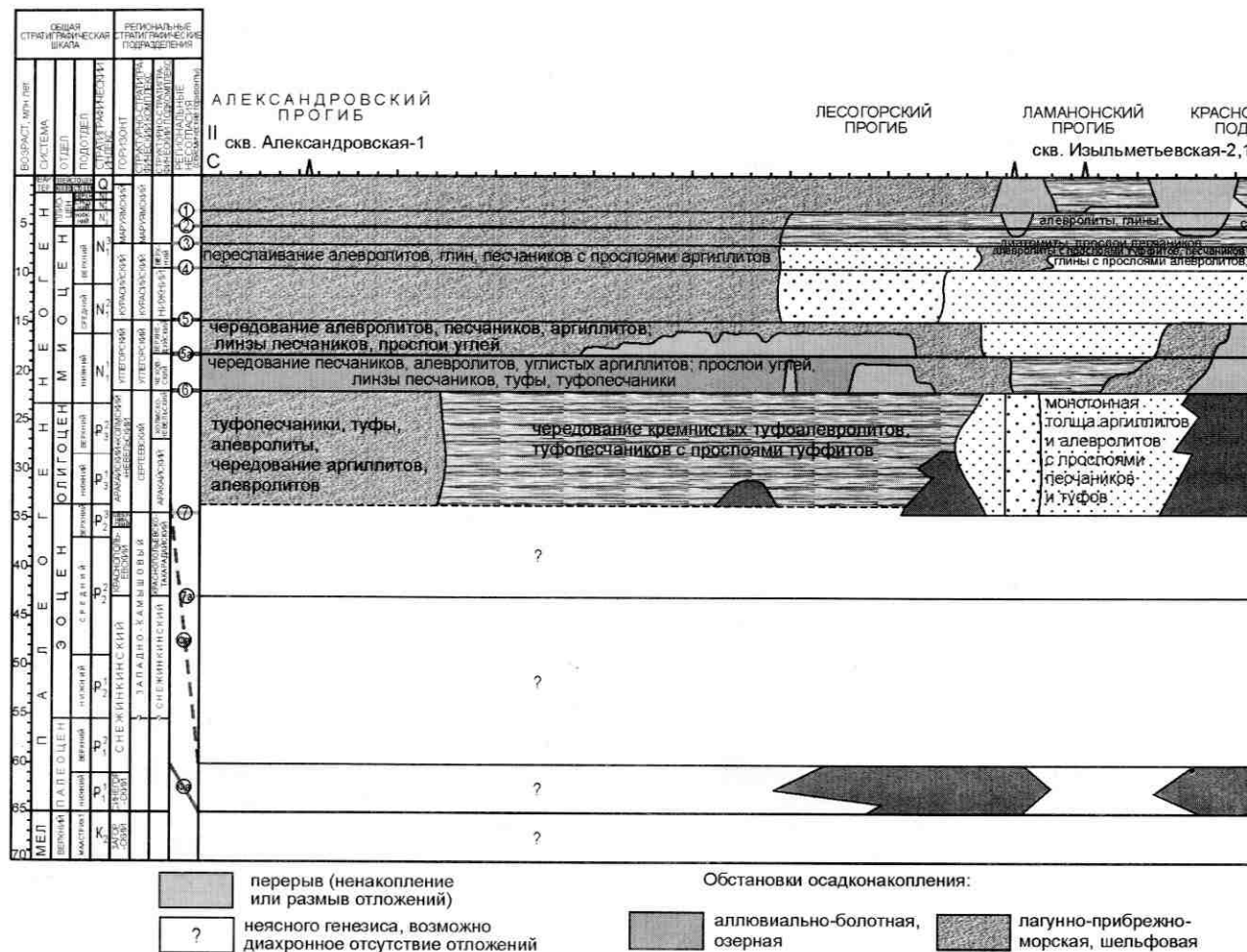


Рис. 4.3. Хроностратиграфический разрез по линии II-II (положение разреза см. на рис. 2.19).

Fig. 4.3. Chronostratigraphic cross-section along the line II-II (for location see Fig. 2.19).

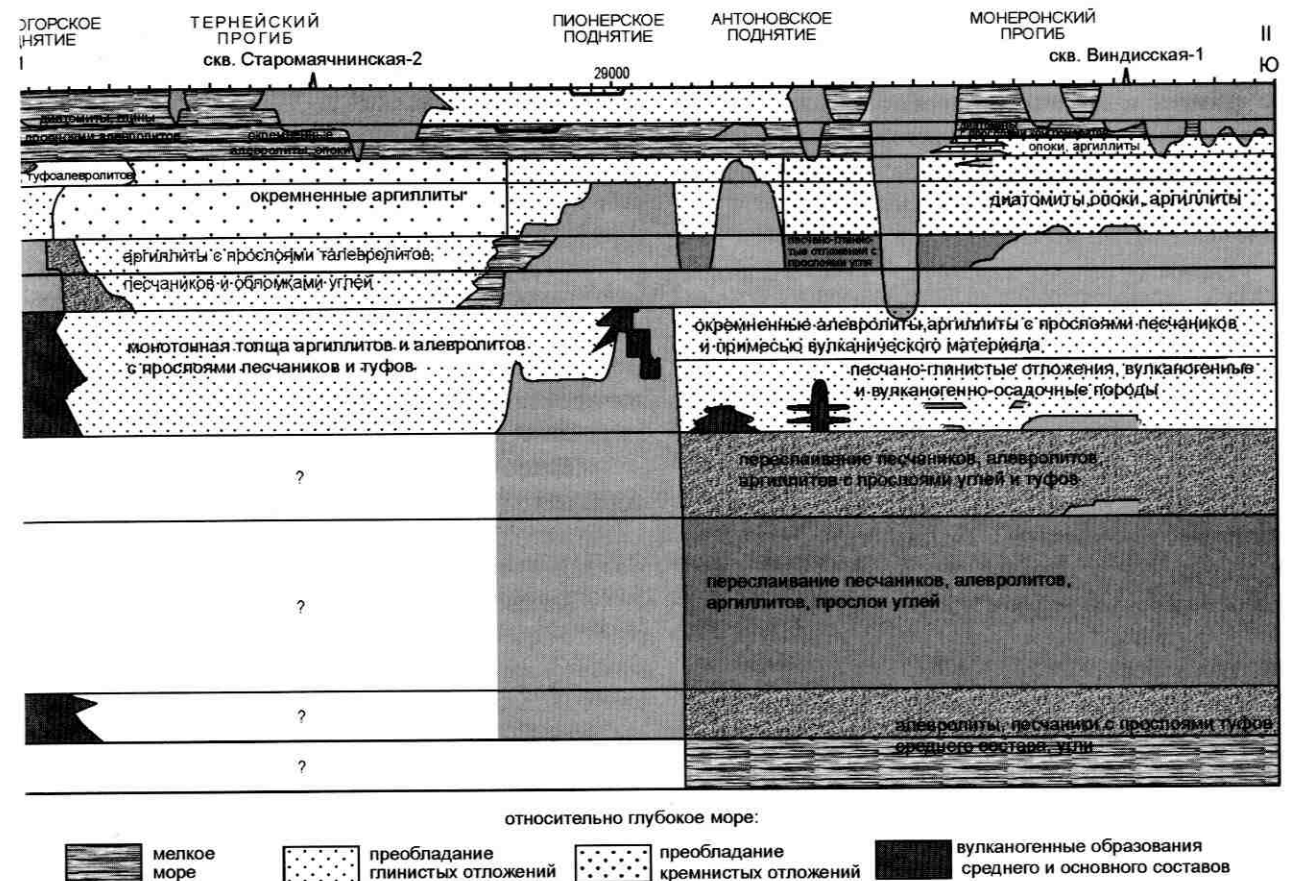
4.1. АПТ-СРЕДНЕТУРОНСКИЙ ЭТАП

Апт-туронский этап седиментации на палеоокраине Азиатского континента распадается на два подэтапа: апт-среднеальбский и среднеальб-среднетуронский, последний в свою очередь делится на средне-позднеальбский и позднеальб-среднетуронский эпизоды. Такое подразделение четко прослеживается на краю палеобассейна (современный Сихотэ-Алинь и Нижнее Приамурье), в пределах палеосклона (Западный Сахалин) оно проявлено менее четко.

Приконтинентальная часть апт-среднеальбской последовательности наиболее ярко представлена горнопротокской свитой в Чая-

тынской СФП Горинской СФЗ (рис. 2.4). В стратотипической местности по Горной протоке р. Амур конгломераты и гравелиты многократно чередуются с пачками турбидитов. Органических остатков в этом разрезе не найдено. Можно предположить, что здесь отложения палеодельты чередовались с прибрежно-морскими осадками и, возможно, осадками палеосклона. К востоку отложения горнопротокской свиты становятся всё более тонкозернистыми.

Ритмичное чередование песчаных и алевропелитовых толщ характерно для Тумнинской и Лужинской подзон Восточно-Си-



хотэ-Алинской СФЗ. В Лужинской СФП апт-среднеальбский подэтап начинается песчаной катаевской свитой иногда с конгломератами в основании и редкими пачками турбидитов, характеризующими литоральную обстановку мелкого теплого моря, населённого ауцеллинами и тетическими аммонитами (Нижнемеловые..., 2000). В раннем альбе (дивнинская свита) преобладание алевроаргиллитов и характер фауны указывает на удаленную от суши сублитораль широкого шельфа открытого моря. В наиболее глубоких частях в небольшом количестве накапливались кремнистые илы с радиоляриями (верховье р. Единка). Ранне-среднеальбские осадки (светловодненская свита) представлены турбидитами и накопились, скорее всего, в нижней сублиторали и, возможно, несколько глубже, т. к. бентос беден, но, в целом, это был открытый бассейн. В дивнинское и, особенно, в светловодненское

время умеренно теплое море испытывало всё большее влияние бореальной трансгрессии.

В Тумнинской СФП накапливались преимущественно дистальные турбидиты (уктурская, ларгасинская свиты). Нередко отмечаются довольно мощные пачки до 200 м массивных алевролитов, так называемых фоновых осадков, накапливающихся во время отсутствия турбидитных потоков. Современные аналоги описаны в разрезах многих окраинных морей и, в частности, в Филиппинском (Кириллова, 1992). В разрезах Тумнинской СФП в раннеальбское время появляются туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты, количество которых увеличивается к северо-востоку.

Вулканогенно-терригенный флиш характерен для нижней части побединской свиты Северной СФП Западно-Сахалинской СФЗ (Сальников и др., 1984), которая подстилается буюк-

линской свитой и самохинской толщей апт-раннеальбского возраста, сложенных более глубоководными, иногда кремнистыми осадками.

В Южной СФП в это время накапливались алевропелитовые осадки с тонкими прослоями песчаников и органогенно-обломочных известняков (айская свита), характеризующие, возможно, осадки бассейновой равнины. Южнее, в зоне Сорачи-Иезо они замещаются турбидитами континентального склона.

Таким образом, для апта — раннего альба выстраивается следующий латеральный ряд: грубообломочные дельтовые (?) осадки края континента — турбидиты континентального склона — кремнистые алевропелиты бассейновой равнины — вулканокластические турбидиты западного склона Самаргинской островной дуги — Самаргинская островная дуга — преддуговой Иезо-Западно-Сахалинский бассейн. Мощность осадков варьирует от 1500 м на краю бассейна до 3500–4000 м в депоцентре, где скорость седиментации составляла 200–400 м/млн л (Kirillova, 2000).

Средне- позднеальбская последовательность среднеальб-туронского подэтапа формировалась в сложных условиях. С одной стороны это время максимальной глобальной меловой трансгрессии, а с другой поздний альб — время коллизии, формирования чешуйчато-надвиговой структуры, внедрения гранитоидов на Востоке России и, видимо, сопровождающее эти процессы горообразование. После короткой регрессии в среднем альбе тетическая трансгрессия охватила значительные территории на юго-востоке России. Тригониевые среднеальбские морские слои описаны среди континентальных угленосных отложений Партизанского бассейна, маркируя береговую линию того времени.

На большей части окраины континента накапливались довольно однообразные мелководные, прибрежно-морские песчаники, чередующиеся с пластами алевропелитов и пачками переслаивания алевролитов и песчаников, нередко грубообломочные породы морской молассы (лужинская, удоминская свиты). Вулканические процессы ослабели и практически не влияли на седиментацию.

Фации краевых частей бассейна описаны А.М. Перфильевым в 2001 г. в нижнем течении р. Амур у зал. Ситога (нижняя подсвита ситогинской свиты Чаятынской СФП), где обнажа-

ется мощная толща (около 800 м) многократно чередующихся мелко- и среднегалечных, реже валунных, конгломератов мощностью от первых метров до 50 м и разнозернистых полимиктовых песчаников мощностью от первых метров до 75 м. Отмечаются пачки (до 70 м) переслаивания мелко-, средне- и крупнозернистых песчаников, гравелитов с мощностью прослоев 0,1–5 м. В конгломератах содержатся мергелистые конкреции с фауной аммонитов, ауцеллин, пелещипод, в цементе — ископаемая древесина. В песчаниках часто встречается растительный детрит, флора плохой сохранности, изредка пласты угля мощностью 1–2 м. Подобный разрез может интерпретироваться как чередование прибрежно-морских и дельтовых, или эстуариевых фаций.

Преобладающие фации литорали и сублиторали довольно выдержаны вдоль континентальной окраины. Обилие тригоний и актеонеллид — свидетельство тетической трансгрессии. В отдельных слоях ряда разрезов доминируют «каллисты», что позволяет предполагать некоторое опреснение в прибрежной зоне моря. Это совпадает с выводами В.А. Красиловой, который считает, что альбский комплекс флоры в нижней части разреза по р. Самарге характерен для авандельты (Нижнемеловые..., 2000).

Для Западного Сахалина (нижняя подсвита найбинской свиты) и Хоккайдо (пачка Окусакаиносава и ф. Маруяма) в пределах предположительно пологого континентального склона реконструируется чередование фаций относительно глубокого моря (батиаля), мелководья и прибрежно-морских фаций обособленного и открытого моря (Опорный..., 1987). В целом поперечная зональность почти не выражена, продольная зональность проявляется в увеличении «глинистости» разреза с севера на юг, средняя мощность осадков этого этапа возрастает от 6000 м на Сахалине и до 8000 м на Хоккайдо, т. е. средняя скорость седиментации составляла 200–260 м/млн л.

Присутствие кислых туфов, вулканокластических песчаников в ф. Маруяма, в побединской свите на севере Сахалина и удоминской свите Тумнинской СФП свидетельствует об эпизодических вулканических извержениях, продукты которых по распределительным каналам поступали в области седиментации.

Позднеальб-среднетуронская последовательность венчает вулканогенно-терригенный разрез мела на континенте. С запада на восток

верхняя граница комплекса омолаживается. Наиболее полно разрез представлен в Чаятынской СФП (силасинская и утицкая свиты) прибрежно-морскими и дельтовыми фациями (мощностью до 2000 м) скорее всего полузамкнутого бассейна с обильной разнообразной фауной и флорой (Эйхвальд, Платонова, 2003). В Восточно-Сихотэ-Алинской СФЗ этот уровень представлен адинской толщей, несогласно залегающей на нижележащих образованиях и представленной мелководноморскими фациями одновозрастными вулканогенным континентальным фациям петрозевской и синанчинской свит (см. рис. 2.1).

Активизация вулканизма положила начало формированию окраинно-континентального Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, в тылу которого ещё сохранились остаточные морские бассейны (возможно, заливы), а перед фронтом существовал обширный Иезо-Западно-Сахалинский преддуговой бассейн. Субширотная зональность седиментационной системы этого временного интервала лучше всего изучена на о. Хоккайдо (рис. 2.12). У края континента формировалась пачка косослоистых ритмично построенных песчаников, слагающих

три цикла третьего порядка, в которых зернистость возрастает вверх по разрезу (формация Микаса мощностью 400–750 м). Эта последовательность интерпретируется как осадки дельты реки, проградирующей к югу (Ando, 2003; Takashima et al., 2004). В формации Микаса отмечены углепроявления. Западнее, на внешнем шельфе и склоне, накопились турбидиты, мощные слои конгломератов среди них характеризуют фации каналов. В туроне слои кислых туфов свидетельствуют об активизации вулканизма. На юге Западно-Сахалинской зоны относительно глубоководная, мелководная и прибрежно-морская обстановки неоднократно менялись, отражая цикличность разного порядка, обусловленную эвстатическими колебаниями мирового океана (Опорный..., 1987).

Следует заметить, что хотя на сеноман-ранний турон приходится пик глобальной трансгрессии (Graciansky et al., 1998), на Восточноазиатской окраине, в это время накапливалась регрессивная часть апт-туронского мегацикла, что вызвано, видно, региональными геодинамическими событиями, в частности с формированием Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса.

4.2. СРЕДНЕТУРОН-МААСТРИХТСКИЙ ЭТАП

Этот этап подразделяется на два подэтапа: среднетурон-раннекампанский и позднекампан-маастрихтский. Первый подэтап начинается со среднетурон-коньякской трансгрессии, которая приносит изобилие и разнообразие фораминифер, радиолярий, аммонитов и иноцерамов. Последние достигали в середине турона гигантских размеров (Опорный..., 1997; Takashima et al., 2004). Обмеление бассейна и латеральная дифференциация его продолжают на фоне циклической седиментации. Формация Хаборогава (рис. 2.12) накапливалась в обстановке преимущественно внутреннего шельфа. Она сложена повторяющимися ритмами, сложенными в нижней части биотурбированными песчанистыми аргиллитами, отложившимися, судя по комплексам фораминифер, на внешнем шельфе, сменяющимися сверху средне- и крупнозернистыми косослоистыми песчаниками внут-

реннего шельфа. Подчиненную роль играют фации каналов, заполненных турбидитами дельтовых фаций, конгломератами, вулканокластитами.

К востоку преобладают фации внешнего шельфа (формация Касима), представленные преимущественно массивными сильно биотурбированными аргиллитами с редкими пачками вулканокластических песчаников, конгломератов, турбидитов. Обилие бентоносных тетических фораминифер позволяет определить обстановку седиментации как батиаля внешнего шельфа (Takashima et al., 2004).

В Южной подзоне Западно-Сахалинской СФЗ в средней и верхней подсвите быковской свиты распространены чередующиеся фации внутреннего и внешнего шельфа при преобладании последних. Пачки турбидитов редки. Алевролитовые андезито-дацитовые туфы встречены в IX пачке быковской свиты, возможно, они со-

ответствуют туфам маркирующего горизонта КУ-6 ф. Хаборогава (рис. 2.12) на о. Хоккайдо.

На коньяк-ранний сантон приходится регрессия, в результате которой в северной СФП Западно-Сахалинской СФЗ на фоне чередования морских и неморских осадков началась арковская эпоха угленакопления. На приморской равнине (Александровский район) накопилась угленосная толща (арковская, дичунская, михайловская свиты) мощностью более 3000 м (рис. 2.1). Севернее нижним двум свитам соответствует прибрежно-морская угленосная верблюжогорская свита (рис. 2.6). В целом неморская седиментация и угленакопление приходится на коньяк-ранний сантон (Сальников и др., 1990). После позднесантон-раннекампанской трансгрессии, когда накопились слои с морскими моллюсками и фораминиферами, последовала вторая жонкьерская эпоха угленакопления, когда угленосные слои хотя и были менее мощные, но получили максимальное распространение не только на Сахалине, но и на Северо-Востоке России и на о. Хоккайдо (формация Томиучи). Конец жонкьерской эпохи связан с кампанской трансгрессией, большей частью прервавшей угленакопление.

Позднекампан-маастрихтский (раннепалеоценовый) подэтап завершает меловой цикл седиментации Иезо-Западно-Сахалинского бассейна. В осадочной последовательности доминируют

4.3. ЭОЦЕНОВЫЙ (ЗАПАДНО-КАМЫШОВЫЙ) ЭТАП

Предполагается, что палеоценовые отложения распространены весьма ограниченно (рис. 4.4) и поэтому описание седиментационных систем кайнозоя начато с эоцена.

Западно-камышовый осадочный комплекс выделен в объеме снежинкинского и краснопольевско-такарадайского подкомплексов. Снежинкинский подкомплекс соответствует регрессивной, а краснопольевско-такарадайский — трансгрессивной части этапа. Западно-камышовый комплекс ограничен снизу поверхностью акустического фундамента (Фа), возраст которого принят от верхнемелового до палеоценового (рис. 2.14, 2.16).

Относительно уверенное вычленение подкомплексов возможно только в Монеронском

нируют песчаники, нередко туфогенные, конгломераты, реже отмечаются глинисто-алевритовые породы, прослои кислых туфов. Сложная косая, мульдобразная слоистость, обилие ходов илоедов, мелкого и крупного растительного детрита свидетельствуют о прибрежно-морской и флювиальной обстановке. Более 10 циклов третьего и четвертого порядков отражают смену обстановок от внешнего и внутреннего шельфа к прибрежной, где выделяются фации эстуария, врезанных долин рек, баров, маршей и пойма (Ando, 2004; Takashima et al., 2004).

На нижележащей последовательности Северной и Южной СФП Западно-Сахалинской СФЗ описываемая залегает или согласно, или с размывом и конгломератами в основании (рис. 2.6). Сравнение разрезов показывает, что в бассейне р. Найбы отсутствует пачка песчаников мощностью до 250 м, лежащая между алевритами верхнебыковской подсвиты и конгломератами нижнекрасноярковской подсвиты (Опорный ..., 1987). Такие же взаимоотношения наблюдаются на о. Хоккайдо. Вулканического материала гораздо больше в сахалинских разрезах, чем на о. Хоккайдо.

Позднекампан-маастрихтская трансгрессия в конце маастрихта сменилась регрессией, произошло массовое вымирание главных групп организмов: планктонных фораминифер, аммонитов, иноцератов, многих видов радиолярий.

прогибе, в пределах восточного борта Монеронского поднятия и юго-восточного участка прогиба, где фиксируются элементы несогласного залегания контактирующих слоев (подошвенное налегание, срез), а в наиболее погруженных частях прогиба отмечается разнонаправленное изменение мощности подкомплексов (рис. 2.23).

Особенности раннетретичного развития Южного Сахалина предопределили формирование на месте мелового морского Западно-Сахалинского прогиба выровненной аллювиально-озерной равнины, окруженной интенсивно поднимающимися горными хребтами (Мельников, 1970). Прогибание развивалось на участках, которые в верхнем мелу испытывали лишь замедление в прогибании (Монерон-

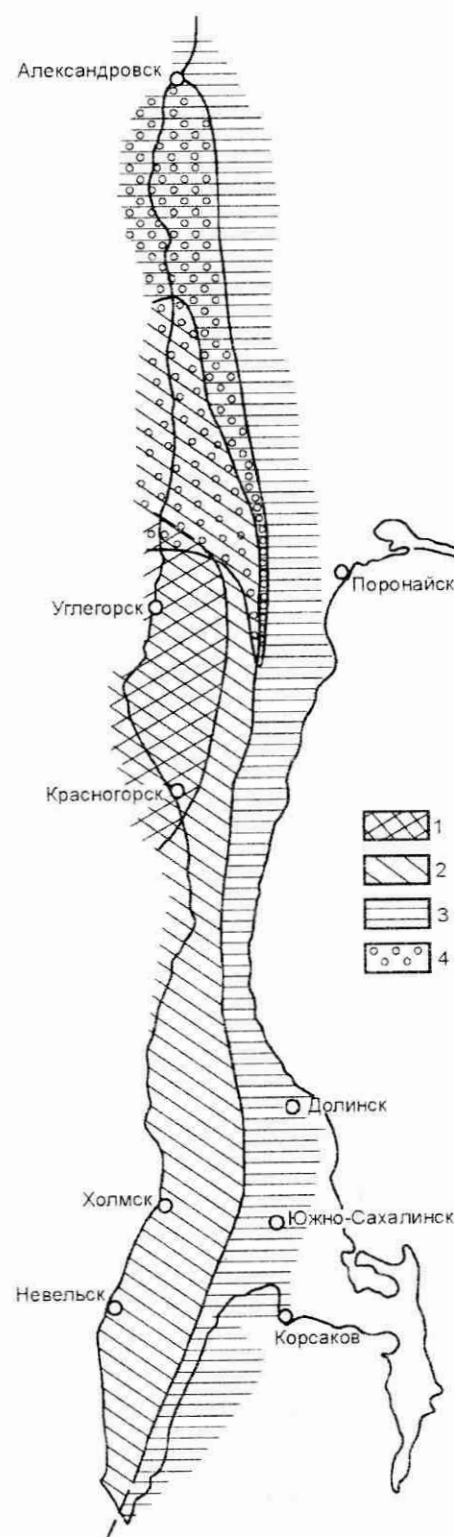


Рис. 4.4. Характер взаимоотношений верхнемеловых и кайнозойских отложений (Маргулис, 1971).

1 — согласное залегание, 2 — стратиграфическое несогласие, 3 — угловое несогласие, 4 — район распространения базальной палеогеновой конгломератовой толщи.

Fig. 4.4. Character of interrelations between the Upper Cretaceous and Cenozoic deposits (Margulis, 1971).

1 — conformity, 2 — stratigraphic unconformity, 3 — angular unconformity, 4 — distribution area of Paleogene basal conglomerate beds.

ский, Ясноморский прогибы), а морские условия осадконакопления сменились пресноводно-мелководноморскими, благоприятными для угленакопления.

Снежинкинский подкомплекс в основном субпараллельно и согласно залегает на образованиях фундамента (Фа), и только к восточному борту Монеронского поднятия он постепенно выклинивается или фациально замещается на синхронные вулканогенные образования, которые отнесены нами к фундаменту (рис. 2.23). Отсутствие явных угловых несогласий может свидетельствовать об аналогичных, с прибрежной сушей Сахалина, условиях осадконакопления, где снежинкинские отложения залегают на размытых, но не дислоцированных верхнемеловых и нижнепалеогеновых образованиях.

Внутриформационные элементы несогласного взаимоотношения слоев (налегание, прилегание, размыв) в низах разреза отвечают наиболее раннему регрессивному циклу накопления снежинкинского подкомплекса. Так, в приподошвенной части разреза фиксируются холмообразные тела небольшой мощности, отмечаются элементы латерального наращивания осадков, что вероятно обусловлено разгрузкой грубозернистого осадка в виде приустьевых речных конусов выноса. Однако отсутствие крупных косослоистых фаций, склоновых шлейфов указывает на удаленность от областей сноса, расположенных в пределах Сахалина, и слабую активность, в этом аспекте, Монеронского поднятия.

Таким образом, можно относительно уверенно прогнозировать осадконакопление снежинкинских отложений в условиях озера и заболоченной береговой равнины. На преобладание пресноводной обстановки указывает отсутствие морской фауны в разрезе скв. Виндиск-1 и Кузнецовская-1. Так же, как и в береговых разрезах, для снежинкинского подкомплекса характерно циклическое строение с широким развитием углей в алеврито-глинистых разностях. Накопление значительного количе-

ства песчаных прослоев в условиях слабого поступления осадочного материала в снежинкинское время происходило благодаря возрастанию роли волноприбойных процессов переработки осадков в прибрежной полосе озера.

На о. Хоккайдо в позднепалеоцен-раннеэоценовое время существовала морская обстановка, что доказывается находками планктонных фораминифер, динофлагеллят и наннопланктона (Ando, 2004).

Краснопольевско-такарадайский подкомплекс наследует снежинский.

Граница раздела между ними (несогласие 7а) закартирована локально на северо-восточном борту Монеронского поднятия (рис. 2.23), где наблюдается выклинивание с налеганием краснопольевских отложений, и на Кузнецовском поднятии, на южной оконечности которого фиксируется современный выход отложений на дно моря.

Появление в разрезе морских скважин (рис. 2.16) в краснопольевских отложениях морской фауны является свидетельством начала трансгрессии, установленной и в пределах суши.

Прибрежная низменность в краснопольевское время занимает еще большую территорию, а осадконакопление краснопольевских отложений, вероятно, происходило уже в мелководных условиях морского залива. Разнонаправленное смещение береговой линии и распространения трансгрессии на восточном борту Монеронского поднятия можно объяснить увеличением темпа погружения Монеронского депозента прогибания на фоне продолжающегося со снежинкинское время дефицита поступления осадочного материала с запада.

Основной привнос песчаного материала осуществлялся с востока, с западного побережья Сахалина, а Монеронский прогиб являлся его ловушкой, поэтому в морских скважинах Виндиская-1 и Кузнецовская-1, расположенных в погруженных частях озерной впадины, краснопольевские отложения по литологическому составу ближе к снежинкинским и характеризуются еще высокой песчаностью.

В зону прибрежной волновой деятельности попадает юго-восточный участок снежинкинской низменности, где фиксируется локальный размыв раннетретичных отложений, что говорит о наступлении моря с юга.

На рубеже краснопольевского и такарадайского времени, на фоне расширения морской трансгрессии и углубления морского бассейна, вероятно, произошли активизация тектонической и возобновление вулканической деятельности. Обособились два центра максимального погружения – Монеронский и Ясноморский прогибы, где шло накопление наиболее глубоководных осадков.

В Ясноморском прогибе западно-камышовый комплекс представляет собой монотонную однородную толщу, сформировавшуюся в условиях наиболее погруженного и унаследованного депозента прогибания. Сильное влияние постседиментационного тектонического сжатия на фоне резкого погружения (локально, по конседиментационным сбросам) с увеличением мощности отложений не позволили расчленить западно-камышовый комплекс. Пионерское и Холмское поднятия, как гипсометрически наиболее приподнятые, служили областями сноса грубозернистого терригенного материала, на их склонах фиксируются склоновые шлейфы с неслоистой внутренней структурой. Об их возрасте судить сложно, они могли сформироваться в течение всего западно-камышового времени или в отдельные его периоды. Поэтому, в пределах Ясноморского прогиба, по аналогии с сушей, для краснопольевских и такарадайских отложений можно прогнозировать преобладание тонкозернистой (аргиллито-алевролитовой) фации заполнения бассейна, которая может обладать высоким нефтематеринским потенциалом.

В такарадайское время на северо-восточном борту Монеронского поднятия локально фиксируются размыв краснопольевских отложений с увеличением области отсутствия краснопольевско-такарадайского подкомплекса и латеральный снос осадков во впадину, что обусловлено, вероятно, ростом поднятия и вовлечением этого участка в зону активной гидродинамической деятельности. В то же время южный участок Монеронского поднятия интенсивнее вовлекается в погружение и перекрывается осадками с заметным смещением палеобереговой линии в западном направлении. В это время по системе сбросов сформировалась незначительная по размерам палеодолина, по которой фиксируется латеральное поступление обломочного материала в Монеронский прогиб.

Постседиментационная тектоническая активность в такарадайское время в прибрежной полосе юго-западной оконечности п-ова Крильон привела к формированию Крильонского поднятия в виде широкой отмели.

Такарадайские отложения постепенно выклиниваются к вновь образовавшейся, изрезанной и смещенной на запад береговой полосе и перекрывают подводное продолжение поднятия, но мощность их невелика.

Прибрежная мелководная обстановка, в условиях активного волнового воздействия на сортировку обломочного материала, позволяет прогнозировать широкое развитие на

этом участке покровных песчаников-коллекторов. В скв. Виндиская-1, пробуренной на периклинали Крильонского поднятия, такарадайский разрез представлен чередованием глинисто-песчаных разностей. Подобная седиментационная обстановка существовала и на северной периклинали Монеронского поднятия, которая представляла собой конседиментационно развивавшуюся узкую отмель. Здесь фиксируется слоистый разрез с выклиниванием и увеличением амплитуды отражений отдельных слоев, что также указывает на высокую вероятность развития песчаных тел.

4.4. ПОЗДНЕЭОЦЕН-ОЛИГОЦЕНОВЫЙ (СЕРГЕЕВСКИЙ) ЭТАП

Прогнозная модель осадконакопления в сергеевское время базируется на предлагаемом варианте корреляции подошвы комплекса. К акустическому фундаменту отнесены синхронные с накоплением терригенного разреза вулканические постройки среднеэоцен(?)–олигоценового возраста.

Комплексный анализ геолого-геофизических данных указывает на поперечную и продольную зональность в распределении мощности, сейсмофациального облика, структурных особенностей строения сергеевского комплекса.

В северо-западной части пролива осадконакопление проходило в субконтинентальных грабенообразных изолированных впадинах (Б.Сизиманская, М.Сизиманская, Крестовая). Заложение впадин, по аналогии с близрасположенной Нижнеамурской приразломной грабенообразной депрессией, вероятно, произошло в среднем (?)–позднем эоцене, одновременно с развитием Снежинкинского прогиба, протягивающегося вдоль Западного Сахалина.

Центральная часть пролива до широты устья р. Тумнин характеризуется наиболее дифференцированным распределением мощности вулканогенно-осадочных отложений комплекса. Широкое развитие долгоживущих центров вулканизма, синхронно с заложением локальных тектонических депрессий, часто в виде полуграбенов, определило относительно расчлененный ландшафт палеорельефа и накопление осадков в условиях аллювиально-озерной (озе-

ра, кальдеры проседания) и аллювиально-морской (лагуны, заливы) обстановок. Области сноса являлись устойчивые поднятия Сихотэ-Алинского вулканического пояса (Северо-Татарское, Сюркумское, Ванинское) и вершины тектонических блоков. Активное заполнение проходило со стороны тектонически подвижных крутых бортов с образованием склоновых шлейфов и более пассивное – со стороны пологих бортов, сопряженных с выровненными участками денудации. Вокруг вулканических центров, развитых на Восточно-Сюркумском, Просторном, Каменском внутрибассейновых вулканотектонических поднятиях, широко распространялись вулканокластические шлейфы.

Синхронность вулканизма и терригенного осадконакопления подтверждается наличием в сформировавшейся осадочной толще тел лавовых потоков, приуроченных к эруптивным центрам, зафиксированных на сейсмических разрезах в виде ярких непротяженных горизонтальных отражений.

По аналогии с локальными впадинами в Сюркумской и Нижне-Амурской структурно-фациальных зонах, где в среднем и позднем олигоцене проходило накопление туфогенных песчано-глинистых осадков с выраженной цикличностью строения осадков (Варнавский, 1985), можно предположить подобное распределение фаций и на этой части территории. Вверх по разрезу осадочного выполнения депрессий, особенно относительно глубоких, по

мере уменьшения степени контрастности рельефа и выравнивания участков денудации, перекompенсированное осадконакопление эоцено-раннего олигоцена сменилось недокомпенсированным олигоценным. В результате преимущественно грубообломочные осадки (склоновые, озерно-аллювиальные) сменяются более тонкозернистыми алевро-глинистыми осадками озер. Внутриформационные элементы несогласного взаимоотношения слоев могут соответствовать локальным размывам, отвечающим регрессивным ранним этапам палеогенового развития. Таким же образом меняются фации от бортов грабенов (впадин) или их внутренних поднятий к центральным частям полузамкнутых депрессий (Серебряная синклинальная зона) и в восточном направлении к депоцентрам Александровского и Лесогорского прогибов.

Режим осадконакопления в южной части Татарского пролива определялся, вероятно, интенсивными нисходящими движениями.

Устойчивое погружение в юго-восточном направлении определяло смену мелководной обстановки лагун, заливов на относительно мелководную открытого шельфа, локально — на глубоководную шельфовых впадин. Дифференцированный характер осадконакопления при этом еще сохранялся и зависел от степени денудационных процессов и удаленности от источников сноса.

Активное заполнение в виде относительно высокоамплитудных волнистых прерывисто-непрерывных отражений характерно для нижней части сергеевского комплекса в Успенской впадине, которая на время формирования комплекса имела заливообразную форму. Восточным ограничением впадины являлось Совганское поднятие и отдельные гипсометрически приподнятые тектонические блоки и вулканические постройки, служившие локальными источниками грубозернистых осадков и барьером на пути их выноса в открытый бассейн, что

создавало благоприятные условия для формирования коллекторов. Накоплению грубозернистого материала в этой впадине способствовала, вероятно, развитая речная сеть. В открытой части шельфа и депоцентрах впадин (Ламанонский, Лесогорский прогибы) в условиях дефицита грубообломочного материала возможно накапливались тонкие пелитовые разности, обогащенные кремнеземом и пирокластикой, поставляемыми вулканическими центрами, что отразилось в смене сейсμοфациального облика отложений от четко слоистого рисунка к слабослоистому.

Активная денудационная деятельность, вероятно, проходила на участке суши, продолжением которой является Приморская моноклиналь, представляющая собой устойчивый борт Тернейского прогиба. Здесь фиксируется фронтальное заполнение мелких вдольбереговых впадин (Приморская зона выклинивания) или образование склоновых конусов выноса с латеральным наращиванием осадков. Эти обстановки ограничивались с юго-востока крутыми бортами тектонических блоков и вулканических центров (рис. 2.28, 2.34). На некоторых участках отмечаются элементы оползания в виде волнистого залегания слоев. Крутые участки склона поднятий являлись зонами транзита осадков в бассейн, представляющий собой относительно мелководный открытый шельф. С увеличением глубины бассейна на участках развития резкого перегиба шельфа или тектонической ступени сползание осадков привело к образованию конусов выноса.

Консидиментационный рост сбросового уступа вдоль юго-восточного ограничения Приморской моноклинали способствовал образованию крупного Самаргинского склонового конуса выноса с сохранением внутренней слоистости осадков, что являлось благоприятным фактором для накопления и сохранения крупных седиментационных линз.

4.5. РАННЕ-СРЕДНЕМИОЦЕНОВЫЙ (УГЛЕГОРСКИЙ) ЭТАП

Критерии и данные, на которых основаны выделение углегорского комплекса и возрастная привязка к разрезам прилегающей суши о. Сахалин и скважинам на шельфе, позволяют расчленить его на нижний чеховский и верхний — верхнедуйский подкомплексы (рис. 2.14).

Картирование чеховского подкомплекса представляет нефтегазопроисловый интерес, так как ему соответствует переходная базальная пачка крупного миоценового трансгрессивного цикла и, как следствие, она может иметь хорошие коллекторские свойства. Синхронно с нормально-осадочными отложениями локально шло накопление вулканогенных толщ — аналоги чеховской свиты Сахалина и кизинской свиты Сихотэ-Алиня.

Отложения чеховского подкомплекса в северной части Татарского пролива развиты, в основном, в его восточной половине, отсутствуя вдоль материкового склона широкой полосой до 70 км. Более широко они распространены в юго-западной части изучаемой территории.

Значительное сокращение площади распространения чеховского подкомплекса в приматериковой части, в отличие от сергеевского комплекса, обусловлено региональным воздыманием территории Сихотэ-Алинского вулканического пояса, отсутствием осадконакопления, широким развитием денудационных процессов на рубеже палеогена и неогена (Варнавский, 1985). Нивелирование эрозионными процессами предуглегорского ландшафта и обмеление бассейна в его северо-западной части предопределило накопление чеховской базальной пачки в условиях предгорной аллювиально-прибрежной равнины. Рельефообразующими и локальными источниками грубозернистого материала служили наиболее приподнятые сводовые части консидиментационных поднятий (Медное, Ауканское), а также отжившие звенья Восточно-Сюркумского вулканотектонического поднятия.

В северной части приматерикового склона по понижениям и небольшим врезам в рельефе, характеру их внутреннего заполнения с элементами врезания в подстилающие слои прослеживается дренажная (речная) сеть в виде двух палеорусел. Палеорусло северо-восточно-

го направления в плане меандрирует, второе, юго-восточного направления, проходит вдоль склона Медного поднятия.

Южнее, при унаследованном юго-восточном региональном уклоне территории, происходит постепенный переход к мелководно-морским (заливы, лагуны) шельфовым условиям осадконакопления.

В северной-восточной части Северо-Татарского бассейна (Александровский прогиб) основной объем чеховских отложений накапливался в озерной впадине, ее западным ограничением служили Восточно-Сюркумское и Северо-Татарское поднятия, а на востоке, в пределах Сахалина, она окаймлялась широкой низменной равниной с аллювиально-болотной обстановкой осадконакопления, которая установлена в прибрежных разрезах.

Южнее (Лесогорский прогиб) превалирует лагунно-прибрежно-морская обстановка. Основные факторы в распределении грубозернистого материала определялись изрезанностью береговой линии, расчлененностью палеорельефа дна и густотой палеодренажной системы. Периодический подъем краевых поднятий приводил, вероятно, к возрастанию уклона рек и выносу обломочного материала, создавая у подошвы возвышенностей песчаные шлейфы. Элементы латерального наращивания фиксируются по всему западному обрамлению впадины и соответствуют склоновым шлейфам и приустьевым выносам рек (рис. 2.38).

Накопление осадков в виде извилистых тел вдоль оси впадины с региональным уклоном в южном направлении происходило, вероятно, в условиях высокдинамичной среды, что находит свое отражение и во внутреннем облике отложений в виде прерывистых, холмообразных, переменной амплитуды отражений. Эти тела, вероятно, соответствуют конусам выноса с плохо отсортированным материалом. Нельзя исключать полностью и некоторую степень деформированности осадков.

Краевые части бассейна характеризуются более спокойной обстановкой низменной равнины, где осадки приобретают слоистый выдержанный облик и могут соответствовать фациям болот с угленакплением.

По периферии впадины фиксируются многочисленные малоамплитудные конседиментационные антиклинальные структуры и рельефообразующие мелководные банки и отмели (Черноморское поднятие), которые могут аккумулировать песчаные тела. Южное замыкание озерной впадины представляет собой цепочку мелководных поднятий в виде переработанных эруптивных центров, унаследованных от сергеевского комплекса (Просторное, Южное) и вновь образованных чеховских, один из которых уверенно фиксируется на сахалинском побережье в районе устья реки Пильво. Возможно, что именно к ним приурочена северная граница фациального перехода чеховской вулканогенной толщи к нормально-осадочному разрезу, который сопоставляется нами с нижней частью верхнедуйских отложений северо-западного побережья Сахалина.

Вблизи островных вулканических построек в субаквальной обстановке широкое развитие имеют вулканогенно-осадочные фации (туфы, туффиты, туфопесчаники) в виде небольших по мощности склоновых шлейфов.

Широкая перемычка на юго-восточном обрамлении озерной впадины отшнуровывает меридионально вытянутую лагуну, удаленную от активных источников сноса. Фации лагун с низкой энергией осадконакопления соответствует глинистый комплекс, коррелирующий с интервалом низкоамплитудных и тонкослоистых отражений.

Таким образом, чеховский подкомплекс обладает хорошими коллекторскими свойствами и может содержать пластовые, литологически ограниченные и, локально, массивные резервуары. А такие факторы, как переменное влияние речного стока и колебания уровня озера, контролировавшие накопление глинистого материала, могли способствовать образованию горючих сланцев.

Конседиментационный рост сбросовых уступов вдоль бортов Сюркумского, Ванинского и Совгаванского поднятий, вероятно, обусловил углубление и расширение Успенской и других депрессий. Западный борт Совгаванского поднятия, генетически связанный с гребневидными сводами локальных тектонических поднятий предшествующего этапа, мог служить барьером на пути выноса терригенного материала в Ламанонский прогиб. Это могло

способствовать локальной седиментации в Успенской впадине слоистых песчано-глинистых отложений с хорошими коллекторскими свойствами. У приматериковых бортов могли накапливаться склоновые шлейфы с конусами выносов в подножьях крутых склонов и распределением осадков вдоль впадины.

Одним из факторов усиления латерального наращивания осадков было сохранение, вероятно, долгоживущей речной сети. Устья водотоков фиксируются по небольшим врезам на борту Ванинского поднятия. Дифференцированное осадконакопление проходило и на участке мелководной относительно пологой перемычки (Углегорское поднятие, см. вставку), образовавшейся между Успенским, Ламанонским и Лесогорским прогибами. Здесь на сводах и склонах конседиментационных невысоких поднятий образовались локальные конуса выноса и песчаные тела.

В наиболее погруженной и глубокой Ламанонской депрессии, вероятно, формировались более однородные глинистые и аргиллитовые толщи с увеличением роли кремнистой составляющей, опок, диатомовых глин (рис. 4.2, 4.3). Как и для сергеевского комплекса в этой части территории сохраняется благоприятное сочетание развития коллекторов и нефтематеринских пород.

Значительно пассивнее проходило осадконакопление на Приморской моноклинали. В связи с заполнением вулканотектонических вдольбереговых неглубоких впадин и затуханием вулканической деятельности, Приморская моноклинал к началу накопления чеховского подкомплекса представляла собой пологонаклонную мелководную выровненную шельфовую равнину. Резкое увеличение темпа прогибания Тернейского прогиба в начале миоцена вовлекло в опускание и Приморскую моноклинал. В этой связи, накопление чеховского подкомплекса шло по схеме дивергентного (расходящегося) строения осадков и только в узкой прибрежной полосе фиксируется трансгрессивное несогласное налегание слоев на отложения сергеевского комплекса и акустический фундамент. Гипсометрически приподнятые части шельфа и крутой участок юго-восточного склона представляли собой зоны транзита (ненакопления) осадков. Локально отмечается латеральное наращивание осадков в виде пологих холмообразных тел или склоно-

вых шлейфов, приуроченных к еще активным источникам сноса, особенно в Самаргинской антиклинальной зоне, на участке унаследованного развития конседиментационных террасовидных сбросовых уступов.

По сейсмическому облику на Приморской моноклинали и в Приморской зоне выклинивания для нижнеуглегорских отложений можно прогнозировать песчано-глинистый состав с преобладанием пелитовых разностей и увеличение грубозернистости осадков на участках развития склоновых шлейфов, холмообразных тел и вдольбереговых песчаников, фиксируемых на сейсмических разрезах высокоамплитудными отражениями.

Верхнедуйский подкомплекс. Бассейны осадконакопления в верхнедуйское время в пределах изучаемой территории являлись мелководными шельфовыми в северной части и более глубоководными в пределах Тернейского и Ламанонского прогибов.

Закономерное расширение морской седиментации в верхнедуйское время, фиксируемое повсеместно в современных выходах верхнедуйских отложений в прибрежной полосе Западного Сахалина, где установлен четкий фациальный ряд от аллювиально-озерных до морских обстановок осадконакопления, свидетельствует о затоплении всей приматериковой низменной равнины. Верхнедуйский бассейн стал представлять собой заливообразную шельфовую впадину с переуглубленными и обособленными депоцентрами (Александровский, Лесогорский и Ламанонский прогибы) с лагунно-морскими условиями седиментации. Трансгрессивно перекрыты маломощными осадками Восточно-Сюркумское и Северо-Татарское поднятия. Сохранились в виде островов чеховские эруптивные центры.

На прилегающей суше в течение раннего и начала среднего миоцена фиксируется устойчивое воздымание территории и активизация эрозионных процессов. В это время здесь формировались обширнейшие плато базальтов кизинской свиты.

На шельфе подобные обстановки зафиксированы в пределах крупных внебассейновых поднятий: Северо-Татарского, Сюркумского, Ванинского, Совгаванского. Отмечается размыв подстилающих сергеевских отложений в Крестовой впадине, локально в Серебряной синклинальной зоне (рис. 2.29) и на восточном борту

Совгаванского поднятия (рис. 2.28) с формированием эрозионной поверхности несогласия.

В приматериковой части Северо-Татарского бассейна особенности седиментации, в частности распределение грубозернистого материала в мелководной (сублитеральной) обстановке, определялись рядом локальных факторов: изрезанность палеобереговой линии (лагун, заливы), расчлененность палеорельефа дна, густота палеоречной дренажной системы, продуцирующей аллювиальные конусы выноса. Тектонические конседиментационные движения вдоль бортов внутри- и межбассейновых поднятий (Медное, Совгаванское, Ауканское и др.), контролировали распределение маломощных склоновых шлейфов с грубозернистыми осадками.

Верхнедуйские отложения, вскрытые скв. Александровская-1, состоят из чередования песчано-глинистых слоев, в основном алевролитов, и соответствуют типично шельфовой фации заполнения впадины, в условиях активности источников сноса. Мелководные условия, существовавшие в зоне развития отмелей, где велика еще роль волновой деятельности, были благоприятны для накопления локальных песчаных тел, которые аккумулировались в понижениях дна.

Под явным влиянием подъема уровня моря и одновременных нисходящих движений оказались пологие склоны поднятий, полностью (Сюркумское) или частично, кроме узкой полосы хребта (Совгаванское), перекрыты маломощными, преимущественно глинистыми осадками и трансформированные в отмели или террасовидные равнины. На Восточно-Сюркумском вулканотектоническом поднятии, на фоне общего затухания вулканической деятельности еще фиксируется развитие локальных эруптивных центров, вокруг которых формировались маломощные вулканокластические шлейфы.

Обширная область вулканизма, закартированная на подводном продолжении Восточно-Сюркумского поднятия, выделена с некоторой степенью условности. На временных разрезах в этой зоне сейсмическая запись резко усложняется (хаотические отражения), что может отвечать унаследованному развитию чеховского вулканизма, а также может быть связано с разрушением сейсмической записи из-за сильного влияния более позднего курасийского вулка-

низма. На время накопления базальной пачки верхнедуйского подкомплекса еще фиксируются каналы транспортировки более грубозернистого осадка, а в разных частях разреза визуальное опознаются относительно высокоамплитудные отражения, которые в плане имеют вытянутую или древовидную форму и могут соответствовать песчаным телам. Также сохраняется вдольосевая транспортировка осадков с севера, что позволяет предположить влияние речного выноса с севера.

По мере регионального погружения дна впадины в южном направлении увеличивается мощность верхнедуйского подкомплекса в Ламанонском прогибе, по аналогии с разрезами суши (Лесогорско-Углегорский район), шло накопление преимущественно толщи массивных глин, аргиллитов и алевролитов. Для сертунайских отложений, венчающих углегорский комплекс на суше в районе Бошняково, характерно увеличение их кремнистости, что было обусловлено отсутствием близких источников терригенного материала и постепенным переходом к наиболее глубоководной седиментации курасийского времени с расцветом диатомей и увеличением кремнезема в связи с активизацией вулканической деятельности. Такие толщи обладают высоким нефтематеринским потенциалом и хорошими экранирующими свойствами.

В более спокойном режиме шло накопление тонкослоистого песчано-глинистого разреза в Успенской впадине с локальным конседиментационным развитием Иннокентьевской

антиклинальной зоны в конце верхнедуйского времени. Преимущественно кремнисто-глинистые отложения формировались в Ламанонском прогибе (рис. 4.2).

В южной части пролива мелководная обстановка существовала только в узкой полосе Приматериковой моноклинали и своде Совгаванского поднятия. Остальная часть Южно-Татарского бассейна в верхнедуйское время представляла собой обширный морской бассейн с умеренно глубоководной седиментацией. Здесь, так же, как и для чеховского подкомплекса, сохранялось устойчивое положение палеоберега, тенденция трансгрессивного налегания верхнедуйских отложений на подстилающие образования в узкой прибрежной полосе (рис. 2.28, 2.32-2.34) и дивергентный тип накопления осадков, что указывает на приглубый характер берега и постоянное унаследованное погружение шельфа.

Переход от шельфовой к глубоководной бассейновой седиментации в связи с отсутствием склонового перегиба носит условный характер и проводится по относительно быстрому увеличению наклона отражений и мощности. Отсутствие крупных тел латерального наращивания обусловлено выработкой источников грубозернистого материала и предполагает преобладание глинистого состава терригенных верхнедуйских отложений. И только локально, вдоль берега, так же как и в чеховском подкомплексе, фиксируются участки возможного увеличения песчаности осадков (рис. 4.2).

4.6. СРЕДНЕ-ПОЗДНЕМИОЦЕНОВЫЙ (КУРАСИЙСКИЙ) ЭТАП

Курасийский комплекс расчленяется на нижнекурасийский и верхнекурасийский подкомплексы внутриформационным несогласием 4. Курасийский этап осадконакопления продолжает практически непрерывный процесс погружения Татарского пролива в миоцене с резким усилением в конце среднего миоцена.

Характер распределения мощности и сейсмофациальный облик отложений комплекса позволяют предполагать условия его формирования от прибрежно-морской обстановки с локальным развитием дельтовых систем, унаследованных от углегорского этапа, до глубоководной в депоцентрах прогибов (Савицкий и др., 1979 г.). Изучаемая территория находится, в основном, в области относительного мелководья. При общем дефиците осадочного материала местными источниками сноса служили сводовые части поднятий, существовавшие в предкурасийское время.

Западный борт курасийского бассейна представляет собой региональную зону выклинивания курасийских отложений, трансгрессивно перекрывающих углегорский комплекс, причем часто верхнекурасийские отложения выклиниваются на нижнекурасийские, что

свидетельствует о возможной структурной перестройке на границе подкомплексов. Эта тенденция к обмелению верхнекурасийского бассейна, отложения которого выражены плоскопараллельным рисунком сейсмофаций шельфового осадконакопления, коррелируется с фазой тектономагматической активизации и эвстатических колебаний уровня моря и сопровождается кратковременным проявлением субаквального вулканизма на уровне несогласия 4. Он выразился в формировании субгоризонтальных силлоподобных тел и обширных лавовых потоков со сложной конфигурацией и неустойчивой динамикой отражений на сейсмических разрезах. Подобная обширная зона в виде вулканического плато выделяется к востоку от Сюркумского поднятия (вкладка).

В позднекурасийское время в Восточном Сихотэ-Алине начинают формироваться вулканические базальтовые плато совгаванской свиты. Усиление вулканической деятельности отмечается и на участках присахалинского шельфа (Ламанонский прогиб). Комплексный анализ сейсмических данных и бурения позволяет установить зональность распределения нормально-осадочных отложений с запада на восток и с севера на юг в виде смены прибрежно-морских, шельфовых песчано-глинистых отложений (с локальным увеличением песчаности в зоне выклинивания) на однообразную толщу алевролитов и аргиллитов при переходе в зону глубоководья (Приморская моноклинал, присахалинские прогибы).

На сахалинском шельфе наиболее дифференцированные условия седиментации в курасийское время выявлены для Ламанонского прогиба, где изучен сейсмофациальный облик верхнекурасийского подкомплекса. По своему внутреннему облику с проявлениями несогласного залегания слоев подкомплекс подразделяется на нижнюю и верхнюю пачки.

Осадконакопление верхнекурасийского подкомплекса проходило в условиях регионального обмеления прибрежного обрамления Северо-Татарского и Южно-Татарского бассейнов, установленного на суше Сахалина и в морских скважинах.

На Углегорском участке Ламанонского прогиба преимущественно кремнистый состав нижнекурасийских отложений сменяется на глинисто-алевролитовый состав с прослоями тонких песчаников верхнекурасийских отло-

жений, что позволяет предположить их накопление уже в условиях шельфа, но при сохраняющемся от раннекурасийского времени дефиците грубозернистого осадка.

На фоне обмеления бассейна седиментации вновь возобновилась тектоно-магматическая активность Надеждинского эруптивного центра, вероятно в подводных условиях, т.к. на сейсмических разрезах вершина структуры не срезана абразией. Кроме Надеждинской структуры на Углегорском участке зафиксировано образование еще двух вулканических построек, также являющихся локальными источниками сноса грубозернистого материала. По характеристике сейсмического облика отражений (бугристые, прерывистые, высокоамплитудные) и на основе проведенного детального скоростного анализа оконтурены участки развития вулканокластических шлейфов с преобладанием вулканических фаций (высокие значения $V_{\text{плт}}$ (3250÷4380 м/с) и по мере удаления от центров – с преобладанием песчанистой фации, характеризующейся более низкими значениями $V_{\text{плт}}$ (2570÷2750 м/с) (рис. 4.2, 4.3).

Отличительной особенностью накопления верхней пачки верхнекурасийского подкомплекса является формирование более дифференцированного рельефа дна, выраженного в росте локальных структур в виде мелководных банок подводных и надводных с полным и частичным размывом отложений нижней пачки (кровельное угловое несогласие) (рис. 4.3). Над одной из банок, на склоне которой отмечаются элементы подошвенного налегания, позднее в нижнемаруямских отложениях сформировалось Изильметьевское месторождение газа, а в прикровельной части курасийских отложений в скважинах отмечено нефтепроявление.

Между Надеждинской структурой и Изильметьевской банкой фиксируется локальная отрицательная форма рельефа дна в виде ложбины, которая могла являться ловушкой песчаного материала.

В северной части Ламанонского прогиба, в зоне развития конседиментационного тектонического уступа, в нижней пачке менее выражено и в верхней пачке более явно, по элементам латерального наращивания картируется незначительное по мощности линзовидное тело, вероятно, соответствующее конусу выноса. Площади его распространения отвечает участок

пониженных значений $V_{\text{шт.}}$ (2150–2450 м/с), характерных для песчанников, а фиксируемые элементы выклинивания и фациального замещения позволили оконтурить конус выноса бо-

лее уверенно, несмотря на его незначительную мощность. Каналы транспортировки грубозернистого осадка, вероятно, находятся ближе к палеобереговой зоне.

4.7. ПОЗДНЕМИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ (МАРУЯМСКИЙ) ЭТАП

Маруямский комплекс внутриформационными несогласиями I и II четко разграничивается на три подкомплекса, соответствующих самостоятельным структурно-стратиграфическим подразделениям (Нижнемаруямский, Охотский, Дерюгинский комплексы по В.О. Савицкому и др., 1988 г.).

Нами, руководствуясь целевой задачей оценки нефтегазоперспективности изучаемой территории, дана обобщенная характеристика верхнемиоцен-плиоценового этапа осадконакопления.

Морфология нижнемаруямского бассейна отражает в целом унаследованное развитие территории с курасийского времени. На прилегающей материковой суше на рубеже миоцена и плиоцена вновь проявился повсеместный подъем, усилились денудационные процессы, в локальных депрессиях шло накопление преимущественно песчано-глинистых аллювиальных, склоновых, а также туфогенных (туфо-песчаники, туфы) образований и формировались обширные базальтовые плато (Варнавский, 1985).

На приматериковом борту нижнемаруямского бассейна фиксируется трансгрессивное налегание нижнемаруямских отложений на курасийские, особенно четкое на склонах крупных поднятий (Сюркумское, Совгаванское). Для этих участков характерны предельно малые углы наклона слоев, указывающие на равнинный рельеф дна бассейна и накопление в мелководной шельфовой обстановке. На участках проявления верхнемиоценового вулканизма и формирования положительных подводных форм рельефа также отмечаются элементы несогласного залегания контактирующих осадков (Восточно-Сюркумская, Просторная, Каменская структуры).

Со стороны Сихотэ-Алиня наблюдается слабое поступление терригенных осадков в виде клиноформ латерального наращивания, а сейсмический облик отложений указывает на преимущественно глинистый состав нижнемаруямских отложений. Постепенный переход от шельфовых к глубоководным условиям седиментации в депоцентрах прогибов предполагает увеличение роли опок, опоковидных глин и в целом кремнистости осадков, что благоприятно для формирования нефтематеринских пород.

Верхняя часть комплекса в объеме двух верхних подкомплексов также развивалась унаследованно с сокращением разреза к материку. Отличительной особенностью являлась проградация самых молодых осадков с формированием пологовыпуклых клиноформ, в связи с активизацией сноса осадков с Сихотэ-Алиня. Терригенная седиментация контролировалась, в основном, колебаниями уровня моря, в меньшей степени тектоническими движениями и неровностями рельефа. Это проявилось в локальном изменении мощности осадков на участках развития ранних конседиментационных структур (Каменская, Сюркумская и др.). На шельфе верхний подкомплекс залегает с четким угловым несогласием на нижележащих ниже-среднеплиоценовых отложениях. На широте мыса Сюркум в плиоцене происходит смыкание материкового и островного шельфов и в рельефе дна отчетливо выделяется континентальный склон с элементами оползания верхнеплиоцен-четвертичных осадков.

Состав отложений может изменяться от переслаивания алевролитов с гравийно-песчаными породами в прибрежной зоне (скв. Александровская-1) до диатомовых глин, опок в глубоководных фациях (скв. Изыльметьевская, Ильинская и др.).

Глава 5

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Основой палеогеографических схем послужили собственные наблюдения авторов, синтез сейсмофациальных литолого-стратиграфических, геолого-геофизических данных, накопленных за более, чем 30-летний период, а также сводные работы (Атлас ..., 1968; Сальников и др., 1990; Кириллова..., 2000; Кайнозой Сахалина..., 2002 и др.; Maruyama et al., 1997; Kiminami et al., 1992, 2002). Представленные схемы составлены с допущением неогенового рифтинга земной коры южнее широ-

ты сахалинского мыса Ламанон, где земная кора значительно уточнена (16–20 км). Предполагается, что величина расширения на юге Татарского пролива составила примерно 100 км. Южнее, в Японском море раздвиг достигал 600 км (Мураучи, 1972; Касено, 1972; Ишивада и др., 1984; Jolivet et al., 1995 и др.). Более или менее достоверную историю формирования Северо-Япономорского региона можно проследить с мелового времени, начиная с апт-альба.

5.1. МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

В доаптское время в рассматриваемом регионе преобладали океанические осадки на востоке и шельфовые, склоновые осадки на западе. Образования триас-нижнемелового океанического чехла в виде отдельных сложно дислоцированных фрагментов обнажаются на Сихотэ-Алине, Хоккайдо и Сахалине (Рихтер, 1986; Филиппов, 2001; Жаров, 2004 и др.). На западе региона, в Сихотэ-Алине и Юго-Западном Хоккайдо, эти толщи совместно с другими террейнами были аккретированы к Евразийскому континенту с формированием покровно-надвиговых структур и внедрением гранитоидов (Натальин, 1991; Объяснительная ..., 2000; Ханчук, 2001; Парфенов и др., 2003 и др.). Генерализованное представление о распределении моря и суши на Востоке России в позднем мелу показано на рис. 5.1.

В апте, альбе и сеномане на краю континента продолжает формироваться Монерон-Самаргинская система вулканических дуг (Симаненко, 1986; Гранник, 1997; Малиновский и др., 2002; Жаров, 2004) и образуется серия задуговых, междугловых и преддугловых бассейнов, заполнявшихся преимущественно турбидитами, в том числе и вулканокластическими.

При рассмотрении прежних геодинамических моделей (Жаров, 2004) была отмечена разновозрастность вулканических дуг, объединявшихся ранее под названием Монероно-

Самаргинской дуги (Парфенов, 1984; Симаненко, 1986; Рождественский, 1993; Малиновский и др., 2002 и др.). В целом ситуация в апт-сеноманское время была весьма сходной с кайнозойской ситуацией в Филиппинском море, где островные дуги неоднократно образовывались, раскалывались, рядом с ними формировались пред-, меж- и задуговые бассейны (Кириллова, 1992).

Самаргинская дуга (апт-альб) моложе Монеронской, которая образовалась в берриасе (Пискунов, Хведчук, 1976), и между ними, возможно, существовал междугловый бассейн, ныне скрытый водами Татарского пролива. К западу же от Самаргинской дуги в условиях задугового бассейна (Кемская СФП) накапливались мощные толщи (более 5000 м) турбидитов, разнообразных подводнооползневых образований с обилием вулканокластики (Малиновский и др., 2002).

Перед фронтом Монеронской дуги долготного простирались турбидиты преддугового Иезо-Западно-Сахалинского бассейна. Вулканокластики в осадках этого бассейна немного. Возможно, это объясняется западным направлением господствующих ветров (с моря на континент). Подобное расположение вулканокластических шлейфов у западного подножья вулканических дуг наблюдается и в Филиппинском море (Кириллова, 1992; рис. 1 и 8).