

ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ КАЙНОЗОЙСКОЙ УГЛОВСКОЙ ВПАДИНЫ (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

В.В. Голозубов¹, С.В. Микловда¹, Донг-У Ли², Б.И. Павлюткин¹, С.А. Касаткин¹

¹*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

²*Национальный университет г. Конджу, Республика Корея*

Поступила в редакцию 4 сентября 2006 г.

Угловская впадина расположена на юге Приморья и заполнена эоценовыми терригенными, преимущественно континентальными угленосными отложениями. Она представляет собой результат синдвигового растяжения, которое происходило до раскрытия Японского моря и связано с правосторонними перемещениями вдоль разломов ССВ простирания.

Ключевые слова: сдвиги, кайнозой, стратиграфия, фации, бассейновый анализ, Приморье.

ВВЕДЕНИЕ

Угловская впадина является одной из хорошо изученных в Южном Приморье в связи с тем, что в ее пределах находятся крупные разрабатывавшиеся до недавнего времени Артемовское и Тавричанское месторождения бурого угля. Она располагается в северных окрестностях г. Владивостока, имеет форму неправильного овала, длинная ось которого имеет северо-восточное простирание. Протяженность впадины 42 км от вершины Амурского залива (п-ова Де-Фриз и Речной) на юго-западе до района с. Суражекка на северо-востоке (рис. 1, 2). С поверхности впадина представляет собой низменность, открывающуюся в направлении Амурского залива, а на остальных участках окруженную низкими горами. Высотные отметки поверхности – 8–35 м, на ней выступают редкие небольшие сопки, сложенные дайками и силлами плиоценовых базальтов. Юго-западнее, под водами Амурского залива впадина прослеживается по геофизическим данным и по результатам бурения отдельных скважин вплоть до широты Славянского залива [18]. С учетом этих данных, ее протяженность может составлять около 100 километров. Мощность кайнозойских отложений в наиболее глубокой части впадины, по данным бурения, достигает 1300 м [10].

Изучение впадины началось с момента обнаружения угля в районе п-ова Речной (ныне – пос. Тавричанка) в 1859 году. Первая геологическая карта в масштабе 1: 42 000 и первая схема расчленения угленосных отложений впадины составлена Б.М. Штем-

пелем в 1924 году [27]. В последующих работах В.З. Скорохода [21] и Г.М. Власова [2] эта схема уточнялась и дополнялась.

К началу 50-х годов прошлого столетия в связи с интенсивной разведкой и последующей отработкой угольных месторождений определились главные особенности строения впадины, был изучен литолого-фациальный состав заполняющих ее кайнозойских отложений. Накопленные к настоящему времени данные отражены в ряде публикаций, особое место среди которых занимают соответствующие разделы в монографиях [14, 23]. В частности, было установлено, что впадина включает две мульды – Тавричанскую и Артемовскую, разделенные Центральным поднятием (рис. 2). Тавричанская мульда располагается западнее этого поднятия, а восточную, значительно большую по площади часть занимает Артемовская мульда. Последняя с севера и северо-запада ограничена зоной Тавричанского разлома. На поверхности этот разлом нигде не обнажен, однако он отчетливо проявлен в гравитационном поле, ограничивая с северо-запада цепочку отрицательных аномалий интенсивностью до 8 мгл, отражающих выходы кайнозойских низкоплотных пород впадины [22]. А.К. Седых, выделивший этот разлом, предполагал, что он представляет собой сбросо-сдвиг с вертикальной амплитудой перемещений в 300–500 м, а горизонтальной – в два-три раза большей [20]. Вдоль этого разлома Н.Г. Мельников и Л.А. Изосов обнаружили тектоно-гравитационные микститы и предположили, что он представляет собой падающий на север и северо-за-

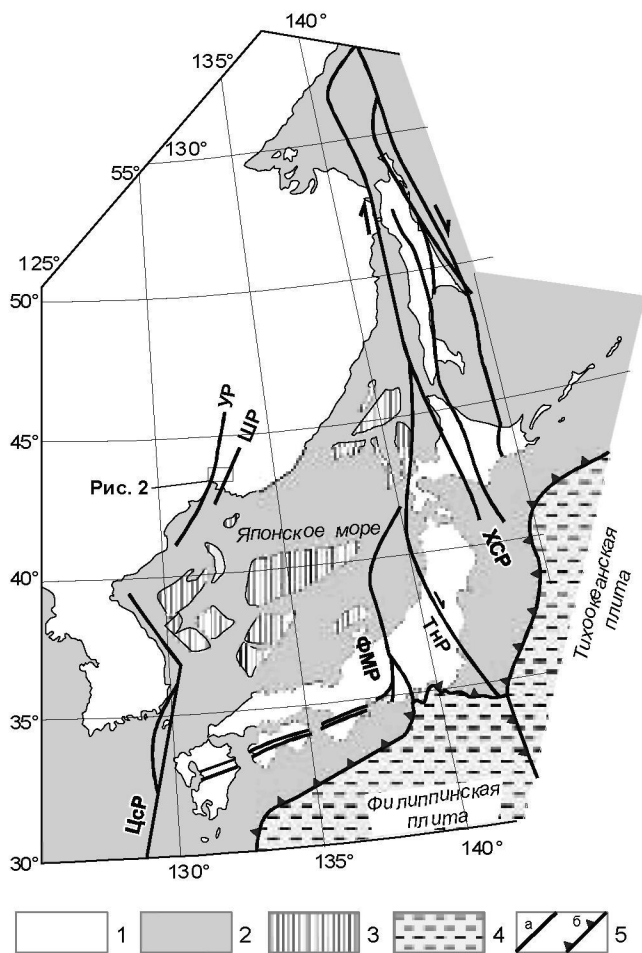


Рис. 1. Схема расположения района исследований.

1 – континентальная суша; 2 – акватории окраинных морей; 3 – подводные возвышенности; 4 – океанические плиты; 5 – разломы: а – сдвиги и сдвиговые системы (ЦСР – Цусимский, УР – Уссурийский, ШР – Шкотовский разломы, ХСР – Хоккайдо-Сахалинская сдвиговая система, ТНР – Танакай и ФМР – Фосса-Магна разломы), б – зоны субдукции.

пад надвиг с большой амплитудой перемещений в постплиоценовое время [10]. Эти авторы допускали даже, что Угловская впадина обнажена лишь южной частью, тогда как ее северная, может быть большая по площади часть перекрыта аллохтонными пластинами пород фундамента. Это предположение, однако, не подтвердилось данными специально выполненных электроразведочных и гравиразведочных работ. Выяснилось, что палеогеновые отложения под триасом здесь отсутствуют, то есть Тавричанский разлом является крутопадающим.

Фундамент впадины сложен, главным образом, терригенными прибрежно-морскими, в меньшей степени континентальными угленосными отложениями всех отделов триаса. На локальных участках в нем

установлены также интенсивно дислоцированные палеозойские (девонские и пермские) вулканические и прибрежно-морские терригенные породы и граниты. В южной и юго-восточной частях впадины фундамент образован, кроме того, нижнемеловыми континентальными угленосными терригенными отложениями (Суражевский и Подгородненский бассейны).

Триасовые и нижнемеловые породы смяты в систему линейных складок СВ простирания с относительно пологими (обычно до 45°) падениями слоев на их крыльях. Складки, в свою очередь, нарушены разломами преимущественно СВ простирания. Вдоль северного ограничения Артемовской мульды выделяется полоса чешуйчатого строения – выходы триаса представляют собой пакет пологопадающих пластин, образованных фрагментами различных уровней разреза этого возраста и смятых в синформы и антиформы широтного и ВСВ простирания [10].

Происхождение Угловской впадины первоначально объяснялось вертикальными перемещениями блоков – фрагментов так называемой Южно-Приморской тектонической зоны [4]. Идея о связи формирования кайнозойских впадин Южного Приморья со сдвиговыми перемещениями вдоль разломов ССВ и СВ простираний впервые была предложена В.П. Уткиным и А.К. Седых в 1984 г [25]. Первоначально предполагалось, что формирование приразломных грабенов и полуграбенов (каковыми являются впадины) происходит в процессе левосторонних перемещений вдоль этих разломов. Позднее, однако, А.К. Седых [19, 20] на основании детального изучения разрывных нарушений на Артемовском месторождении пришел к выводу о доминанте правосторонних перемещений вдоль тех же разломов. Хотя конкретных моделей применительно к отдельным бассейнам им не построено, этот вывод представляется вполне обоснованным, тем более, что он хорошо согласуется с известными данными регионального плана. В кайнозой именно правосдвиговые перемещения вдоль восточного обрамления Евразии играют определяющую роль при формировании современной его структуры [17, 30]. В частности, с этими перемещениями вдоль разломов северо-восточного и меридионального простираний связывается формирование как впадины Японского моря, так и нефтеносных и угленосных бассейнов о. Сахалин и прилегающей части акватории Охотского моря [17, 28, 29, 31].

В предлагаемой статье приводятся результаты анализа строения Угловской впадины, особенностей распределения фаций и данных о деформациях выполняющих ее отложений с целью проверки предположения о синсдвиговой природе этой впадины и

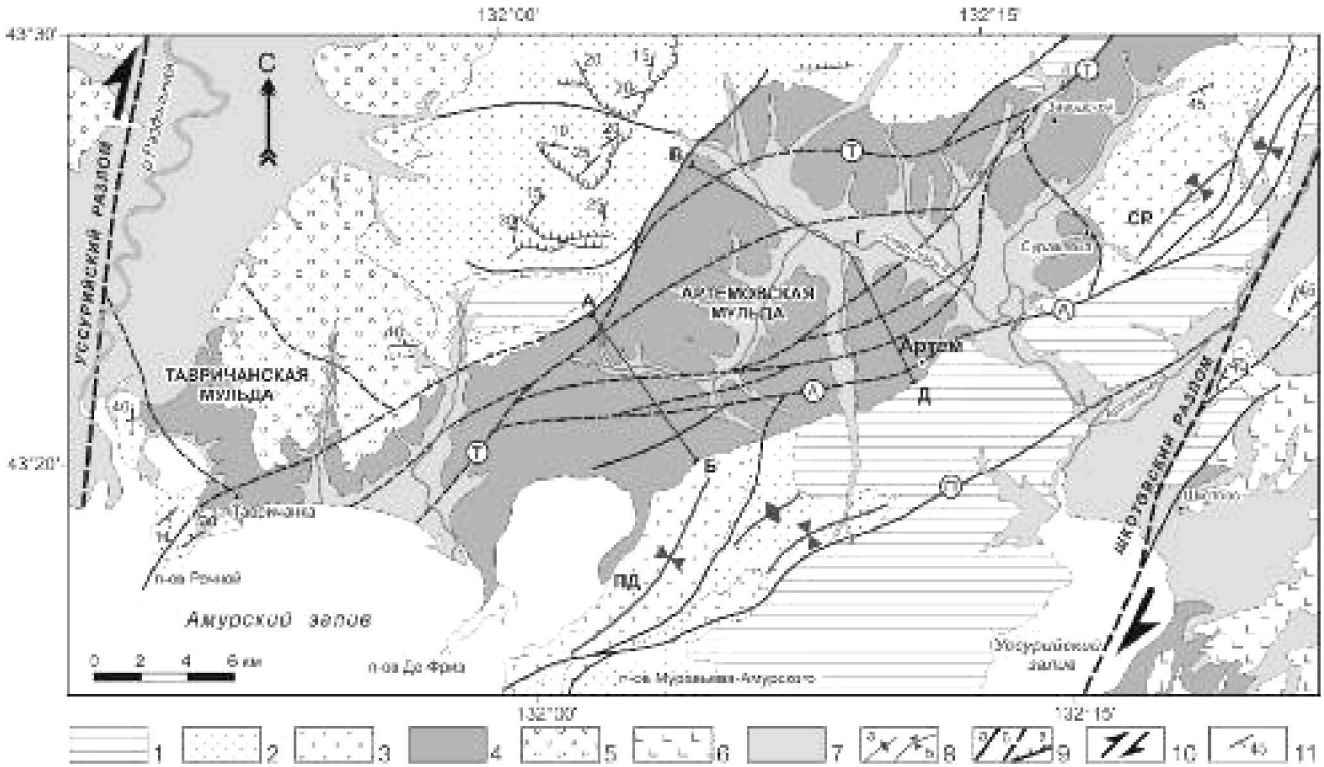


Рис. 2. Геолого-структурная схема района Угловской впадины.

1 – палеозойские осадочные и вулканогенные породы и граниты; 2 – триасовые терригенные, частью угленосные отложения; 3 – нижнемеловые терригенные угленосные отложения Суражевского (СР) и Подгородненского (ПД) бассейнов; 4 – эоценовые угленосные отложения Угловской впадины; 5 – верхнемиоценовые грубообломочные отложения (усть-суйфунская свита); 6 – плиоценовые платобазальты; 7 – четвертичный аллювий; 8 – оси антиклиналей (а) и синклиналей (б); 9 – разломы: сдвиги, сбросо-сдвиги и сбросы – выходящие на поверхность (а) и перекрытые кайнозойскими отложениями (б) (в том числе: Т – Тавричанский, А – Артемовский и П – Песчанкинский), в – взбросы и надвиги; 10 – направления горизонтальных перемещений вдоль разломов; 11 – ориентировки слоистости.

представления модели ее формирования. Фактической основой служили результаты изучения разреза кайнозоя, который можно наблюдать в береговых обнажениях на п-ове Речной, а также фондовые и опубликованные материалы. В частности, широко привлекались материалы А.К. Седых [20], а также материалы, полученные при подготовке к изданию серии листов масштаба 1:50 000 территории Владивостокского промышленного района (Н.Г. Мельников и др., 1991 г.)

СТРАТИГРАФИЯ И ФАЦИИ

Третичные угленосные отложения Угловской впадины А.К. Седых [20], вслед за Г.М. Власовым [2], расчленяет на перекрывающие друг друга угловскую, надеждинскую и усть-давыдовскую свиты эоцен-олигоценного возраста, которые с размывом и несогласием перекрываются верхнемиоценовыми терригенными образованиями (усть-суйфунской свитой) и плиоценовыми платобазальтами. Миоценовые и плиоценовые осадочные и вулканические образования заполняют

ют впадины, лишь частично пространственно совмещенные с впадинами палеогенового возраста, отражают самостоятельный этап в развитии территории и в предлагаемой статье не рассматриваются.

В составе *угловской свиты* (до 600 м) доминируют мелко- и тонкозернистые песчаники, в меньшей мере распространены алевролиты и углистые аргиллиты озерных и озерно-болотных фаций. Свита включает от 5 до 17 пластов бурого угля, средняя мощность которых от 1.5 до 3.0 м. Вдоль юго-восточного обрамления Артемовской мульды угольные пласты имеют наибольшую (до 40 м) суммарную мощность, они полого погружаются в северо-западном направлении. Песчаники с косой и волнистой слоистостью содержат сидеритовые линзы и конкреции. Переплавление перечисленных пород нередко ритмичное.

Детальное исследование распределения фаций показано, что при перемещении с юга на север на Тавричанском и с запада на восток – на Артемовском месторождениях максимальная угленосность переходит

от нижних стратиграфических уровней свиты к верхним, что связывается с последовательным погружением вдоль соответствующих мульд и перемещением, в связи с этим, береговых частей водного бассейна [13].

Базальная пачка сложена плохо отсортированными пролювиальными и русловыми аллювиальными конгломератами и конгломерато-брекчиями, переслаивающимися с гравелитами и грубо-среднезернистыми песчаниками. Состав галек и гравия чрезвычайно изменчив, среди них доминируют породы фундамента и возвышенностей, прилегающих непосредственно к исследованным разрезам. В частности, в составе обломочного материала юго-западной части Артемовской мульды установлено присутствие, иногда в значительном количестве, крошки каменного угля. Фундамент бассейна на этом участке сложен нижнемеловой угленосной толщей Подгородненского бассейна. Эти наблюдения привели к выводу о минимальной транспортировке обломочного материала при накоплении базальных слоев угловской свиты [13].

Мощность базальной пачки очень изменчива, в центральной и юго-восточной частях впадины местами она полностью выклинивается. Вблизи северо-западного борта Артемовской мульды она достигает 300 м за счет, в том числе, и замещения угольных пластов [20].

В *надеждинскую свиту* (до 530 м) объединяют тонкие тонкообломочные породы – массивные, реже горизонтально-слоистые аргиллиты и алевролиты с постоянной примесью вулканического пепла, с редкими прослоями песчаников и углистых аргиллитов. Формирование их происходило в относительно крупном водоеме – озере или морской лагуне. На нижних уровнях разреза тонкообломочные породы нередко содержат в большом количестве кусочки бурого угля и пород угловской свиты, указывающие на перерыв и размыв нижележащих слоев [14].

К *усть-давидовской свите* (до 250 м) относят толщу переслаивания (часто ритмичного) аллювиальных, в меньшей мере озерных и озерно-болотных песчаников и алевролитов с редкими линзами лигнитов и углистых аргиллитов.

Литогеологический состав и мощность отложений бассейна отражены на двух профилях, составленных нами по буровым скважинам вкрест простирания Артемовской мульды в ее средней части (рис. 3, 4). Отметим сразу крайне неравномерную изученность этой мульды – наиболее детально разбурена полоса шириной до 5 км, прилегающая к ее юго-восточному краю (где, собственно, и добывался уголь), в то время как центральная и, особенно, северо-западная прибортовая ее части пересечены лишь отдельными

скважинами, не достигшими, в основном, докайнозойского фундамента.

На профилях хорошо видно, что мульда представляет собой грабен (а не полуграбен, как предполагали предшественники [20 и др.]), имеющий асимметричное строение – его дно погружено в северо-западной краевой части (до 1300 м), а в юго-восточном направлении фундамент ступенчато воздымается.

Закономерная смена угленосной толщи (угловской свиты) безугольными тонкообломочными образованиями (надеждинской свитой) снизу вверх на этих разрезах прослеживается в целом достаточно хорошо, однако проведение конкретных границ свит представляется затруднительным из-за значительной фациальной изменчивости отложений. Даже в упоминавшейся наилучшим образом изученной полосе разрез угловской свиты, сложенный чередующимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами с горизонтами углей (например, вскрытая в скважинах 908К, 925К, 893К и 1043, см. рис. 4) на расстоянии около 500 м к юго-востоку, ближе к краю мульды, сменяется разрезом почти исключительно тонкообломочных пород (алевролитов, аргиллитов, в том числе углистых) с пластами углей (скважина 305К, см. рис. 4). Крайне невыдержанны по простиранию и прослои песчаников в составе безугольной вышележащей толщи, что затрудняет выделение как надеждинской, так и усть-давидовской свит. В целом не исключено, что перечисленные “свиты” во многом не перекрывают, а замещают по латерали друг друга. Вполне вероятно, например, что угленосная толща юго-восточной части бассейна, располагающаяся на глубинах до 600 м от поверхности и формировавшаяся в озерно-болотной обстановке, в центральной и северо-западных его частях полностью замещается озерными тонкообломочными отложениями (“надеждинской свитой”). Можно говорить, таким образом, о миграции фаций не только вдоль Артемовской и Тавричанской мульд [13, 21], но и в поперечном направлении. В частности, залегающие вблизи фундамента или непосредственно на нем угольные пласты наиболее погруженных участков впадины могут оказаться более древними относительно таковых в ее обрамлении.

Обращает на себя внимание то, что нижняя угленосная часть разреза на южном фланге Артемовской мульды нарушена сбросами, разбивающими основание впадины на ряд ступеней, в целом погружающихся в северо-западном направлении. В то же время, на верхних уровнях разреза горизонты песчаников порою выдержаны по простиранию (например, участки между скважинами 3–23К на рис. 3 и между скважинами 893К–569 на рис. 4), они пересекают упоминавшиеся выше ступени без следов явных де-

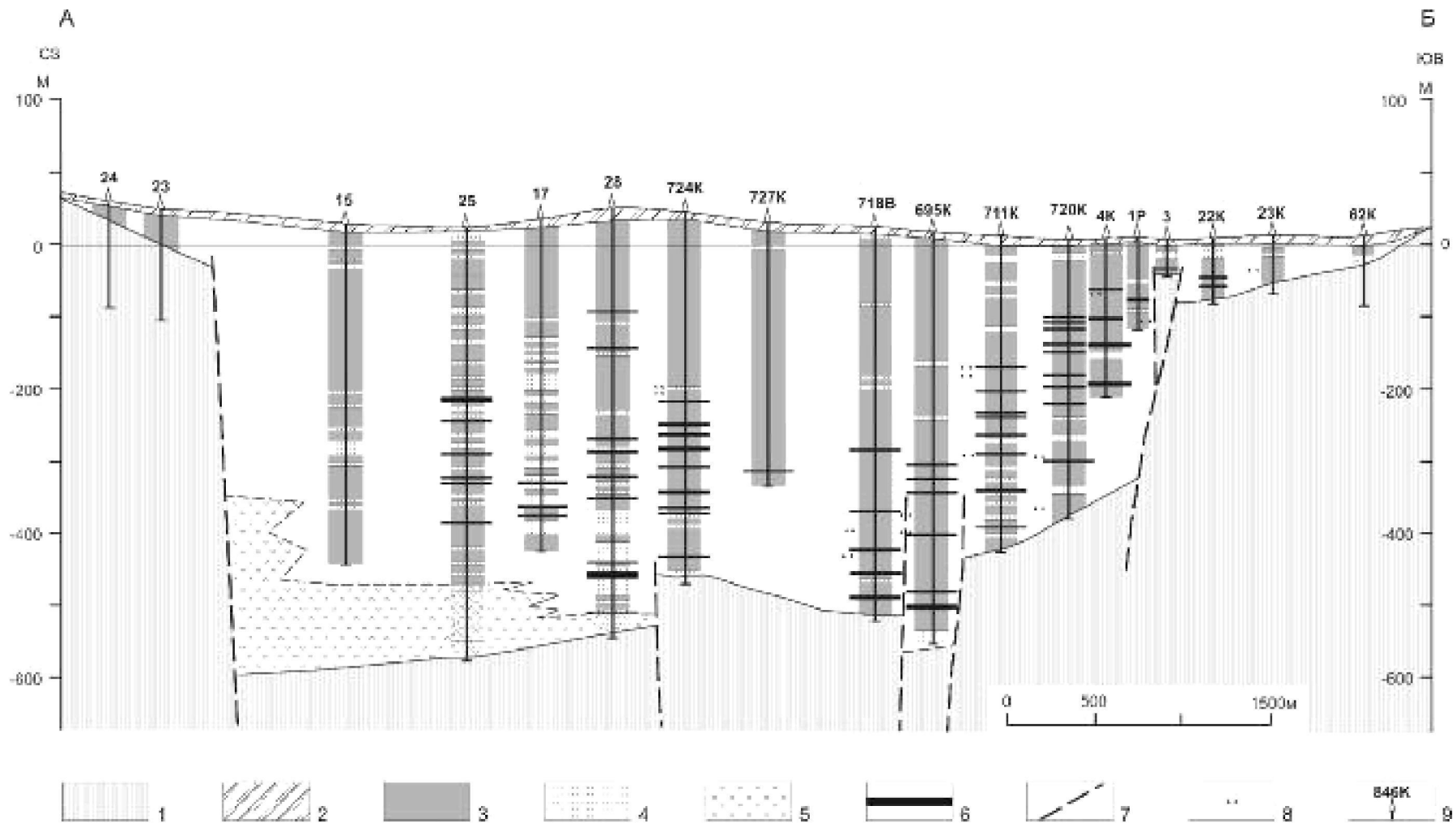
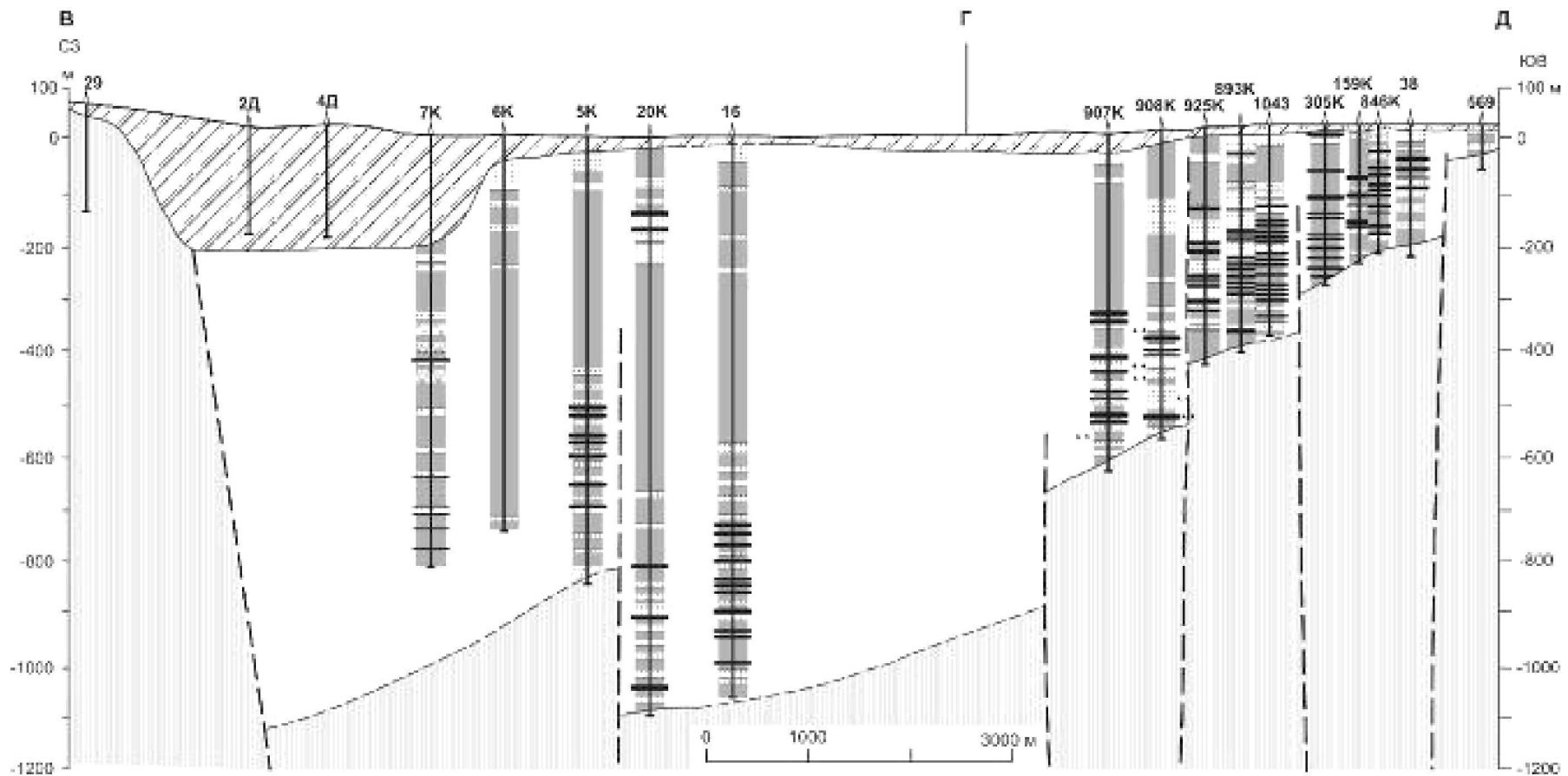


Рис. 3. Разрез по скважинам через западную часть Артемовской мульды (линия А-Б на рис. 2). Составлен по материалам Н.Г. Мельникова (1988 г.)

1 – докайнозойский фундамент; 2 – плиоцен-четвертичные образования; 3–6 – литологический состав эоценовых отложений: 3 – алевролиты, алевроиты, глинистые породы; 4 – песчаники, пески; 5 – конгломераты, гравелиты, грубозернистые песчаники; 6 – пласты бурого угля; 7 – разломы; 8 – проявления тектонического брекчирования и расщелачивания; 9 – скважины и их номера.



Динамика формирования каинозойской Угловской впадины

Рис. 4. Разрез по скважинам через центральную часть Артемовской мульды (линия В-Г-Д на рис. 2). Составлен по материалам Н.Г. Мельникова (1988 г.)

Пояснения см. на рис. 3.

формаций, то есть накапливались они после сбросовых перемещений нижележащих слоев. Последний вывод подтверждается данными о том, что густота распространения разрывов в отложениях бассейна закономерно уменьшается в направлении от его нижних уровней к поверхности [18]. Можно говорить, таким образом, о том, что, по крайней мере, часть этих разломов перекрыта новыми порциями осадков, то есть во время седиментации именно вдоль них происходило активное погружение бассейна.

Упомянувшиеся выше горизонты конгломератов, конгломерато-брекчий, гравелитов и грубозернистых песчаников с гальками (частично вскрытых скважинами 25 и 28, см. рис. 3) заполняют преимущественно углубленную северо-западную часть бассейна, прилегающую к Тавричанскому разлому. Эти грубообломочные породы замещают по латерали угленосную толщу и являются, скорее всего, как это предполагает и А.К. Седых [20], приразломными, то есть сформировавшимися вблизи активно развивавшегося сбросового уступа. Отсутствие аналогичных конгломератов в вдоль такого же рода уступов юго-восточной части бассейна (высота которых достигает до 300 м, см. рис. 3) отнюдь не свидетельствует, на наш взгляд, о постседиментационной природе этих сбросов – просто погружение, по-видимому, происходило здесь не так активно и полностью компенсировалось накоплением преимущественно тонкообломочных угленосных образований.

Возраст отложений бассейна

В работе Б.М. Штемпеля [27] – пионерной среди опубликованных – возраст комплекса угленосных отложений п-ова Речной, подразделявшегося им на четыре толщи, считался палеогеном без дополнительной детализации. Позднее Г.М. Власов [2] пересмотрел стратиграфическую схему Б.М. Штемпеля. В предложенном им варианте возраст угловской свиты соответствовал позднему эоцену–раннему олигоцену, надеждинской – позднему олигоцену, а усть-давыдовской – раннему-среднему миоцену. В начале 70-х годов Р.С. Климова [6] опубликовала сообщение о находке в типовой усть-давыдовской флоре растений, свойственных палеогеновому фитоуровню различных регионов, предложив тем самым вернуться, в сущности, к исходной схеме Б.М. Штемпеля.

В целях внесения ясности в возникшую проблему было предпринято комплексное изучение разреза на п-ове Речной группой ведущих специалистов – геологов и палеоботаников. Согласно их выводам [1], за усть-давыдовской свитой сохранялся прежний возрастной интервал (по схеме Г.М. Власова), то есть авторы обошли молчанием факт присутствия в соот-

ветствующих фитокомплексах палеогеновых растений, нигде не переходящих границу олигоцен/миоцен. Было принято довольно странное решение об упразднении номенклатурной единицы, известной как усть-давыдовская свита, при том, что соответствующий ей комплекс отложений был оставлен на прежнем ниже-среднемиоценовом уровне [15, 16]. В дальнейшем изучение микрофлоры из стратотипического разреза усть-давыдовской свиты [7, 11] лишь подтвердило вывод Р.С. Климовой.

Выполненное Б.И. Павлюткиным изучение довольно представительной коллекции растительных остатков (≈ 500 экземпляров отпечатков листьев, облиственных побегов и плодов) из стратотипа усть-давыдовской свиты (в том числе – из завершающего видимый разрез лигнитового горизонта) показало, что в ее составе преобладают таксоны, характерные для эоцена (преимущественно позднего) различных регионов российского Дальнего Востока, а также о. Хоккайдо и Севера Кореи [12]. Поскольку спорово-пыльцевой комплекс из нижней, угловской свиты также отвечает эоцену, хотя и с некоторым участием палеоценовых таксонов, предлагается датировать эоценом весь комплекс третичных пород п-ова Речной. Что касается возрастного положения границ между слагающими его свитами, то их точная привязка к геохронологической шкале – дело будущего.

ДЕФОРМАЦИИ

Как уже неоднократно отмечалось, формирование и развитие Угловской впадины контролировалось перемещениями вдоль разрывных нарушений. За пределами зон влияния этих нарушений третичные отложения характеризуются пологими (обычно до 10°) падениями на северо-запад и юго-восток, а в пределах этих зон нередки крутые (до вертикальных и даже опрокинутых) залегания.

Наиболее крупными нарушениями района являются выделенный В.П. Уткиным [26] Уссурийский разлом (ограничивающий бассейн с запада) и Шкотовский разлом, ограничивающий с востока горст п-ова Муравьева-Амурского (рис. 2). Эти разломы субпараллельны и имеют ССВ простирание. Разломы СВ простирания (Тавричанский, Артемовский и Песчанкинский) принадлежат к структурам более высокого порядка, а два из них – Тавричанский и Артемовский – являются непосредственными ограничениями Артемовской мульды.

Уссурийский разлом протягивается вдоль долины р. Раздольной в ее среднем и нижнем течении, а севернее – вдоль восточной границы Приханкайской низменности и вдоль долины р. Усури вплоть

до ее устья у г. Хабаровска. Этот разлом является запад-северо-западной границей рассматриваемой Угловской впадины.

Шкотовский разлом прослежен вдоль долины р. Артемовки преимущественно вдоль ее левого борта. Один из его наиболее крупных сместителей ограничивает с запада-северо-запада Шкотовскую кайнозойскую угленосную впадину. Южнее, под водами залива Петра Великого, согласно имеющимся геологическим и геофизическим данным, разлом прослежен на расстояние более 100 км [3]. В частности, он является запад-северо-западной границей выходов раннемеловых образований Партизанско-Суходольского бассейна, отделяя их от триасовых и пермских образований п-ова Муравьева-Амурского.

Поскольку перечисленные разломы выделены по косвенным признакам (по данным геофизических наблюдений, дешифрирования аэро- и космических снимков, или по фактам разобщения маркирующих границ) и нигде не обнажены, сведения об их морфологии и характеру перемещений вдоль них отсутствуют. В.П. Уткин [24–26] предполагает вдоль этих разломов левые, а А.К. Седых [19, 20] – правые сдвиговые перемещения. Не исключено, что оба автора правы, только направления перемещений, скорее всего, чередовались во времени – левые перемещения доминировали в раннем мелу, а в кайнозое они сменились правыми перемещениями [5].

Тавричанский разлом ограничивает с севера и северо-запада Артемовскую мульду. На фоне общего СВ простирания выделяется широтный его участок протяженностью около 10 км, контролирующей северную границу наиболее углубленной части этой мульды. Вертикальная компонента перемещений составляет на этом участке как минимум 1300 м (мощность палеогеновых отложений, прилегающих к разлому с юга). Северо-восточнее, в одном из карьеров района пос. Заводское, в зоне влияния этого разлома палеозойские вулканиты, как показали наблюдения Н.Г. Мельникова (1991 г.), разбиты многочисленными разрывами со следами скольжения блоков. Наибольшим распространением пользуются разрывы северо-восточного и меридионального простираний, наклоненные к западу и северо-западу под углами 40–70°. Штриховки на плоскостях скольжения указывают на значительную сдвиговую компоненту перемещений – они погружаются преимущественно в северном и ССЗ направления под углами 10–30°.

Артемовский разлом, ограничивающий одноименную мульду с юго-востока, имеет в целом северо-восточное (50–60°) простирание. Юго-западное его продолжение перекрыто кайнозойскими отложениями, а северо-восточнее, на правом берегу р. Арте-

мовки, разлом распадается на две ветви, ограничивающие клиновидный блок триасовых терригенных образований. Этот блок зажат между выходами нижнемеловых (Суражевский бассейн) и палеозойских пород. По данным Н.Г. Мельникова (1991 г.), на участке разветвления разлома на правом берегу р. Артемовки палеозойские и триасовые породы рассечены серией круто падающих сместителей СВ простирания на ленты-полосы шириной 200–500 м. Сместители представляют собой зоны дробления мощностью до 100 м, содержащие многочисленные полосы тектонических глин мощностью 0,1–1,2 м.

Принимая во внимание вероятность крупномасштабных правосдвиговых перемещений в кайнозойское время вдоль разломов СВ простирания, нельзя исключать того, что Суражевский раннемеловой угольный бассейн представляет собой перемещенное на 14 км вдоль Артемовского разлома продолжение Подгородненского бассейна, то есть в меловое время эти бассейны составляли, вероятно, единую структуру.

Песчанкинский разлом субпараллелен Артемовскому и прослеживается юго-восточнее на расстоянии 3–4 км от него от побережья Амурского залива до устья р. Кневичанки, где он сочленяется со Шкотовским разломом. На юго-западном фланге разлом разграничивает выходы палеозойских пород и располагающиеся северо-западнее выходы триаса и нижнего мела. Н.Г. Мельников (1991 г.) считал, что вдоль этого разлома палеозой надвинут на мезозой. Не исключена, однако, и правосдвиговая компонента перемещений с амплитудой до 6 км – именно на это расстояние смещен в плане базальный горизонт конгломератов триаса. Таким же образом и на такое же расстояние смещены по разлому оси складок триасовых отложений.

Элементы микротектоники

В процессе разведки и отработки угольных месторождений бассейна установлены многочисленные разрывные нарушения, разбивающие угленосную толщу на ступенчатые и клинообразные блоки. Амплитуды перемещений обычно невелики – до 10 м, значительно реже – превышающие эту цифру. В силу сближенности угольных пластов и отсутствия маркирующих горизонтов эти разломы не улавливались при разведочном бурении, и картина первоначально представлялась относительно простой. При эксплуатации мелкие ступенчатые разломы, разобщающие угольные пласты, значительно осложняли структуру и создавали серьезные затруднения. Не менее отрицательное влияние на эксплуатацию оказывали многочисленные пологие послонные срывы вдоль границ угольных пластов [14].

Систематическое изучение микротектоники Артемовского месторождения в течение многих лет его эксплуатации выполнено А.К. Седых и А.И. Целигоровым [18], которые задокументировали многие тысячи разрывов и выявили ряд важных закономерностей, касающихся распространения разрывов, расположения их в пространстве и характера перемещений вдоль них.

При отработке пласта VIII шахты Амурская, расположенного в непосредственной близости (в 10–60 м) от фундамента, А.К. Седых и А.И. Целигоровым выявили около 1200 разрывов с установленным характером перемещений. Оказалось, что подавляющая их часть (50–90 %) представляет собой сбросы и сдвиги-сбросы (или сбросо-сдвиги) северо-восточного (40–70°) простирания, падающие на северо-запади юго-восток (примерно в равных соотношениях) под углами, главным образом, 30–70° (максимумы около 60°). Вертикальные амплитуды – от 0,3 до 80 м, причем вероятность увеличения сдвиговой составляющей растёт по мере увеличения вертикальных амплитуд перемещений. Для некоторых разрывов со значительной сдвиговой компонентой перемещений установлены факты растяжения и утонения угольных пластов, чередующиеся с участками нагнетания угольной массы с формированием микроскладок, микровзбросов и микронадвигов. В целом же можно предполагать, что эти разрывы формировались в поле сжатия, ориентированного в СВ–ЮЗ направлении (приблизительно параллельно простираниям сбросов – структур явного растяжения), несколько косо относительно оси бассейна, о чем свидетельствует сдвиговая компонента перемещений (рис. 5)

В процессе исследований полностью подтвердилось установленное ранее А.И. Целигоровым увеличение дислоцированности отложений по мере приближения к фундаменту [14, 18, 19]. Так, в поле шахты Амурская при отработке угольных пластов, залегающих вблизи фундамента и на расстоянии до 100 м от него (пласты VI, VII и VIII), выявлено около 3600 разрывов, в то время как пласты, расположенные выше от него на расстоянии 100–200 метров (II, III и Пожарный), нарушены значительно меньшим (512) количеством разрывов при практически одинаковой площади отработки. Пласты, расположенные еще выше (Газовый и Комсомольский), нарушены в еще меньшей степени, здесь выявлено всего 162 разрыва. Можно говорить, таким образом, о том, что верхние угленосные горизонты (не говоря уже о вышележащих слоях) с разрывом перекрывали уже нарушенные нижние (о чем, в частности, свидетельствуют многочисленные следы размыва угольных пластов, в том числе – упомянутые выше в подошве надеждин-

ской свиты [14]). Соответственно, многочисленные мелкие разрывы в основании угленосной толщи, так же как и относительно крупные (в том числе ограничивающие Артемовский грабен Тавричанский и Артемовский, о которых говорилось выше) разломы являются практически конседиментационными (то есть часть из них перекрывалась новыми порциями эоценовых осадков), и движения вдоль них контролировали как формирование бассейновой впадины, так и ее заполнение.

ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика формирования Угловской впадины

Приведенные данные об ориентировках и характере перемещений вдоль нарушений в угленосных образованиях впадины однозначно, на наш взгляд, свидетельствуют о разрывообразовании в обстановке синсдвигового растяжения при направлении сжатия СВ–ЮЗ (рис. 5, Б). При этом направлении для разломов ССВ простирания (Уссурийский и Шкотовский) в течение рассматриваемого отрезка времени следует предполагать чисто правсдвиговые перемещения. Теоретически равнозначным вариантом являются левосдвиговые перемещения вдоль субширотных разломов, однако более вероятен первый вариант, с учетом предшествующей структурированности земной коры. В пределах Сихотэ-Алинского участка континентальной окраины использовалась, по-видимому, система структур, сформированных, главным образом, в раннемеловое время при сжатии, ориентированном с ЮЮВ на ССЗ [24]. Структурами раннемелового времени можно считать Уссурийский и Шкотовский разломы (являвшие тогда левыми сдвигами), а также разломы СВ простирания (Тавричанский, Артемовский и Песчанкинский), которые ориентированы в соответствии с генеральным направлением складчатости в Сихотэ-Алине и являлись в раннемеловое время структурами сжатия. Оси складок меловых и триасовых отложений, а также полоса чешуйчатого строения, прилегающая с северо-запада к Тавричанскому разлому, сформированы, по-видимому, также в раннемеловое время в обстановке субмеридионального сжатия (рис. 5, А).

При смене направления сжатия от ССЗ–ЮЮВ на СВ–ЮЗ вдоль разломов ССВ простирания начинала доминировать правсдвиговая компонента перемещений, а вдоль разломов СВ простирания появляется тенденция к растяжению. В рассматриваемом случае это растяжение и связанное с ним погружение бассейна происходило, по-видимому, с одной стороны, вдоль Тавричанского и Артемовского разломов, ограничивающих Артемовский грабен, и между Тавричан-

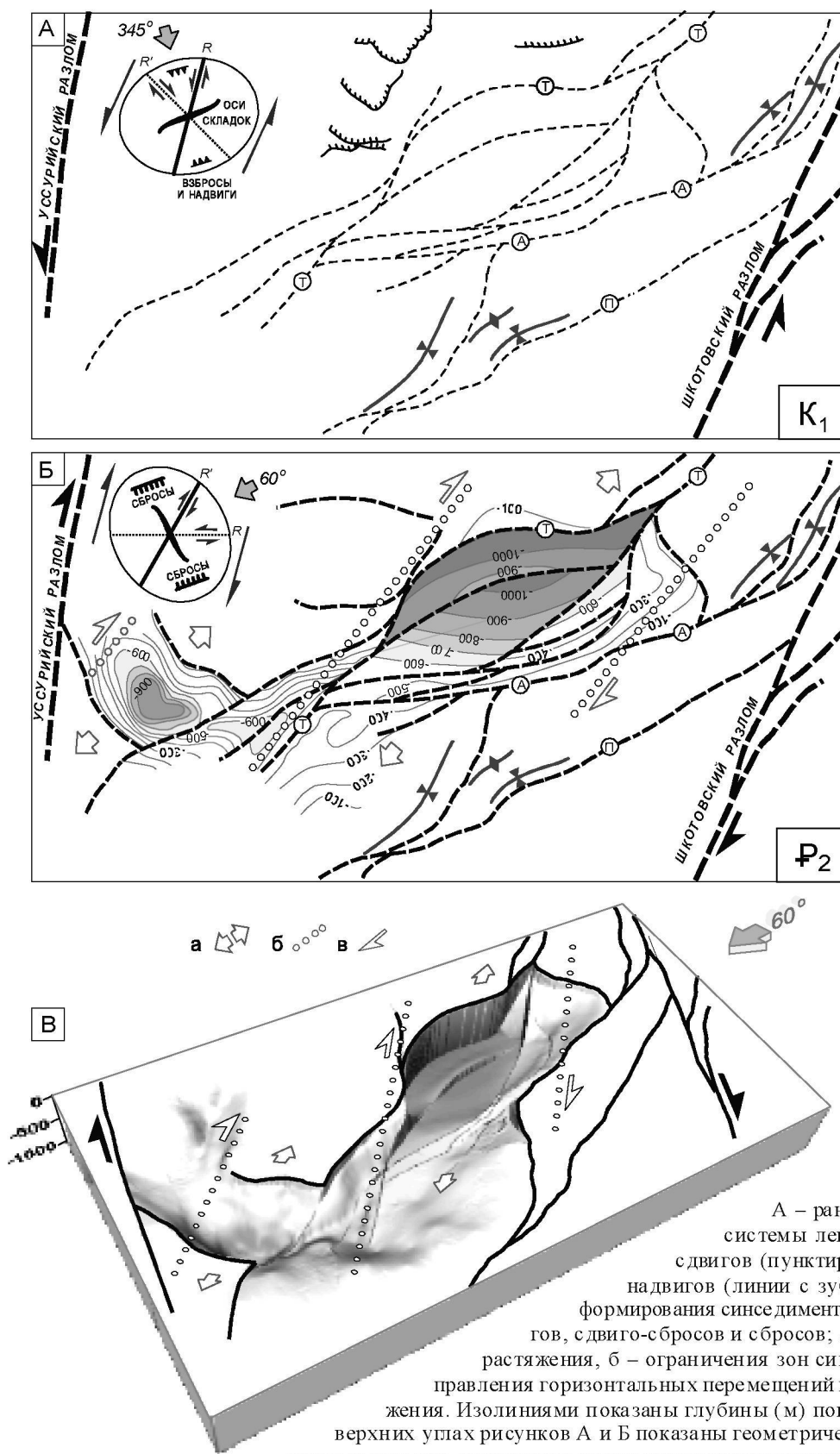


Рис. 5. Формирование структур Угловской впадины и ее обрамления.

А – раннемеловой этап формирования системы левосторонних сдвигов, взбросо-сдвигов (пунктирные тонкие линии), складок и надвигов (линии с зубцами); Б – палеогеновый этап формирования синсдвигационных правосторонних сдвигов, сдвиго-сбросов и сбросов; а – направления синсдвигового растяжения, б – ограничения зон синсдвигового растяжения, в – направления горизонтальных перемещений вдоль зон синсдвигового растяжения. Изолиниями показаны глубины (м) погружения фундамента. В левых верхних углах рисунков А и Б показаны геометрические соотношения в плане разрывов и складок, являвшихся результатом регионального сжатия с ССЗ на ЮЮВ (А) и с СВ на ЮЗ (Б). В – объемная модель формирования впадины в обстановке синсдвигового растяжения.

ским и Уссурийским разломами – с другой. Наиболее интенсивное погружение происходило вдоль широтного отрезка Тавричанского разлома. Именно этот участок разлома в процессе правосторонних перемещений является местом формирования ромбовидного синсдвигового грабена [32] (рис. 5, Б, В).

Северо-западный борт Артемовского грабена опускался вдоль одного сместителя (Тавричанского разлома) и с большей интенсивностью (судя по наличию приразломных грубообломочных пород), чем юго-восточный борт, где опускание было рассредоточено по серии ступенчатых сбросов. Тавричанская мульда, располагающаяся на участке разветвления одноименного разлома и, частично, между Тавричанским и Уссурийским разломами, также, по-видимому, представляет собой просядку, сформировавшуюся в обстановке синсдвигового растяжения.

Кайнозойские бассейны япономорского региона и формирование впадины Японского моря

Следы весьма интенсивной тектонической активности вдоль восточной окраины Азии в эоцен-раннемиоценовое время наблюдаются практически повсеместно и связаны они, скорее всего, с дрейфом на юг и юго-запад Охотоморской (Северо-Американской) плиты [28, 30] и формированием, в связи с этим, вдоль границ плит систем правосторонних сдвигов меридионального и ССВ простирания – Хоккайдо-Сахалинской, Танакура, Фосса-Магна (рис. 1) и др. В первую очередь, речь идет о проявлениях базальтового и бимодального вулканизма (Северо-Восточный Сихотэ-Алинь, о. Хоккайдо, север о. Хонсю, подводные возвышенности Японского моря, бассейны Корейского п-ова [8, 9, 29 и др.]), а также о приуроченных к этим разломам многочисленных седиментационных бассейнов, нередко угленосных и нефтегазоносных (о. Сахалин и прилегающие к нему участки Охотского моря, бассейны Северо-Восточной Японии, Приморья, в числе которых рассматриваемый в статье Угловский бассейн, бассейн Похан в Южной Корее и др. [17, 34, 35]. Верхняя возрастная граница этих проявлений вулканизма и бассейнообразования – ранний–средний миоцен. Именно к этому отрезку времени (приблизительно 15–17 млн л.н.) приурочена главная фаза раскрытия Японского моря [29, 31, 33], впадина которого в структурном отношении представляет собой бассейн синсдвигового растяжения (pull-apart basin), сформировавшийся в связи с правосторонними перемещениями вдоль Хоккайдо-Сахалинской и Цусимской систем разломов [29, 31]. Можно предполагать, что до этого раскрытия имело место формирование рассеянных на большой площа-

ди, довольно многочисленных структур растяжения (осадочных бассейнов и проявлений вулканизма). Активное и очень быстрое раскрытие Японского моря является, по-видимому, свидетельством локализации разрядки сжимающих напряжений вдоль одного или нескольких сформировавшихся к этому времени крупных раздвигов. С этого времени вплоть до плиоцена северо-западное обрамление Японского моря представляло собой область относительной тектонической стабильности, в то время как расположенные восточнее районы продолжали (и продолжают) свое активное развитие.

Вывод. Угловская впадина представляет собой бассейн синсдвигового растяжения (pull-apart basin), сформировавшийся до раскрытия Японского моря в эоценовую стадию правосторонних перемещений вдоль разломов ССВ простирания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметьев М.А., Болотникова М.Д., Братцева Г.М., Красилов В.А. Стратиграфия и палеофлористика ооцерного разреза кайнозоя Южного Приморья // Изв. АН СССР, сер. геол. 1978. № 4. С. 61–75.
2. Власов Г.М. Схема стратиграфии третичных отложений южной части советского Дальнего Востока // Тезисы совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Дальнего Востока. Хабаровск, 1956 г. Хабаровск: ПГУ Дальгеология, 1956. С. 70–72.
3. Геологическая карта дна Японского моря / Ред. И.И. Берсенев, Л.И. Красный СПб: ВСЕГЕИ, 1988.
4. Геология СССР. Т. XXXII, Приморский край / Ред. И.И. Берсенев М., Недра, 1969, 696 с.
5. Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.
6. Климова Р.С. О возрасте стратотипов надеждинской и усть-давыдовской свит // Информ. сб. ПГУ. Владивосток, 1971. № 7. С. 38–40.
7. Кундышев А.С. О возрасте угловской, надеждинской и усть-давыдовской свит Южного Приморья в стратотипическом разрезе // Стратиграфия докембрия и фанерозоя Забайкалья и юга Дальнего Востока: Тез. докл. 4-го Дальневост. регион. стратигр. совещания. Хабаровск, 1990. С. 279–280
8. Мартынов Ю.А. Геохимия базальтов активных континентальных окраин и зрелых островных дуг на примере северо-западной Пацифики. Владивосток: Дальнаука, 1999. 218 с.
9. Мартынов Ю.А., Ли, Д. У., Голозубов В.В., Рассказов С.В. Геохимия и особенности формирования позднемиоценовых – миоценовых базальтов юга Корейского полуострова // Геохимия. 2006. № 6. С. 597–609.
10. Мельников Н.Г., Изосов Л.А. Кайнозойские тектонические покровы и перспективы угленефтегазоносности Приморья // Геотектоника. 1990. № 3. С. 80–88.
11. Павлоткин Б.И., Петренко Т.И. Новые материалы по стратиграфии третичных отложений п-ова Речной (Южное

- Приморье) // Тихоокеан. геология. 1993. № 5. С. 42–50.
12. Павлюткин Б.И. Усть-давыдовская свита – ключевой палеогеновый стратон Приморья // Тихоокеан. геология. 2007 (в печати).
 13. Павлюк Г.Г., Седых А.К. Фациальные обстановки и их миграция в пространстве (на примере месторождений Угловского бурогоугольного бассейна) // Труды ВЗПИ. Сер. геология угля. М.: ВЗПИ, 1973. Вып. 85. С. 82–94.
 14. Петровский Г.Д. Угловский бурогоугольный бассейн // Геология месторождений угля и горючих сланцев / Ред. Г.Д. Петровский. М.: Недра, 1973. С. 521–553.
 15. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по докембрию и фанерозю Дальнего Востока СССР (Владивосток, 1978 г.). Препринт. Магадан, 1982. 182 с.
 16. Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозю Дальнего Востока СССР (Хабаровск, 1990): Объясн. зап. к стратиграфическим схемам. Хабаровск, 1994. 123 с.
 17. Рождественский В.С. Роль сдвигов в формировании структуры Сахалина, месторождений углеводородов и рудоносных зон // Геология и геодинамика Сихотэ-Алиньской и Хоккайдо-Сахалинской складчатых областей. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. С. 80–109.
 18. Седых А.К., Целигоров А.И. Разрывные нарушения чехла и строение фундамента (на примере Угловской угленосной впадины) // Геология докембрия и тектоника Дальнего Востока / Ред. А.М. Смирнов. Владивосток: ДВНИЦ АН СССР, 1975. С. 168–175.
 19. Седых А.К. Основные этапы формирования угленосных формаций в депрессионных просядках зон разломов // Отч. геология. 1993. № 2. С. 10–14.
 20. Седых А.К. Формирование кайнозойских угленосных впадин Приморья: Дис. ... д-ра геол.-минер. наук. Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2005. 300 с.
 21. Скороход В.З. Основные черты геологического строения южной части советского Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Примор. геогр. об-ва, 1941. 265 с.
 22. Трапезников Ю.А. Структура и вопросы нефтегазонасности шельфовой зоны Южного Приморья // Геотектоника. 1972. № 2. С. 93–101.
 23. Угольная база России. Т. V, кн. 1. Угольные бассейны Дальнего Востока / Ред. А.К. Седых, В.И. Подольн. М.: Геоинформмарк, 1997. 371 с.
 24. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980, 143 с.
 25. Уткин В.П. Седых А.К. Геодинамика формирования структур угольных месторождений (на примере Приморья) // Докл. АН СССР. 1984. Т. 278, №. 5. С. 1199–1204.
 26. Уткин В.П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулканические пояса юга Дальнего Востока России. Статья 1: Горст-аккреционные системы и рифто-грабены // Тихоокеан. геология. 1996. № 6. С. 44–72.
 27. Штемпель Б.М. Угловский район. Отчет о геологическом исследовании осенью 1924 г. // Материалы по геологии и полезным ископаемым Дальнего Востока. 1926. № 45. С. 1–88.
 28. Golozubov V.V. About Japan Sea opening once again // Regularities of the structure and evolution of geospheres. Proc. of VII Intern. Interdisciplin. Symposium. and Intern. Geoscience Program (IGCP-476). Vladivostok: FEB RAS, 2005, pp. 378–380.
 29. Jolivet L. and Tamaki K. Neogene kinematics in the Japan Sea region and volcanic activity of the northeast Japan Arc // Proc. Ocean Drill. Program, Sci. Results, 127/128, 1992, pp. 131–1331.
 30. Kimura G. Collision orogeny at arc-arc junctions in the Japanese Islands // The Island Arc, 1996, 5, pp. 262–275.
 31. Lallemand S. and Jolivet L. Japan Sea: A pull-apart basin // Earth Planet. Sci. Lett., 76, 1985, pp. 375–389.
 32. Miklovda S.V., Golozubov V.V. Tectonics of the Cenozoic Artem-Tavrichanka basin (South Primorye, Russia) // Regularities of the structure and evolution of geospheres. Proc. of VII Intern. Interdisciplin. Symposium and Intern. Geoscience Program (IGCP-476). Vladivostok: FEB RAS, 2005, pp. 381–382.
 33. Otofujii Y. Large tectonic movement of the Japan Arc in Late Cenozoic times inferred from paleomagnetism: review and synthesis // The Island Arc, 5, 1996. pp. 229–249.
 34. Sato H. The relationship between late Cenozoic tectonic events and stress field and basin development in northeast Japan. Journal of Geophysical Research, 1994. V. 99, N. 10, pp. 22,261–22,274.
 35. Yoon, S.H., Chough S.K. Regional strike slip in the eastern continental margin of Korea and its tectonic implications for the evolution of Ulleung Basin, East Sea (Sea of Japan) // GSA Bulletin, 1997. V. 107, N 1, pp. 83–97.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

V.V. Golozubov, S.V. Miklovda, Dong-Woo Lee, B.I Pavlyutkin, S.A Kasatkin

Dynamics of the formation of the Cenozoic Uglovsky Basin (South Primorye)

The Uglovsky basin located in the southern part of Primorye is infilled with Eocene terrigenous, predominantly nonmarine, coal-bearing deposits. The basin is considered to be the result of syn-strike-slip extension that occurred before the Japan Sea opening and is related to right-lateral displacements along NNE-striking faults.

Key words: strike-slip faults, Cenozoic, stratigraphy, facies, basin analysis, Primorye.