

**СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА РАЙОНА ВПАДИНЫ  
ДЕРЮГИНА (ОХОТСКОЕ МОРЕ)**

***П.Ф. Волгин, В.П. Семакин, А.В. Кочергин***

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, ул. Науки 1Б, г. Южно-Сахалинск, 693022,  
e-mail: nauka@imgg.ru*

Поступила в редакцию 7 мая 2007 г.

Проведено тектоническое районирование осадочного чехла района впадины Дерюгина по структурным признакам. Для этой цели на основании сейсмических материалов МОВ ОГТ и гравиметрических данных составлена структурно-тектоническая карта осадочного чехла. В зависимости от размеров, пространственного положения и ориентировки структурных элементов разных порядков проведено их объединение (районирование) в тектонические системы, в пределах которых выделены структурные зоны, включающие структурные элементы более высокого порядка в форме относительных поднятий и прогибов. Приводятся соответствующие карты и схемы.

**Ключевые слова:** осадочный чехол, тектонические системы, структурные зоны, структурные элементы, поднятие, прогиб, впадина Дерюгина, Охотское море.

**ВВЕДЕНИЕ**

Впадина Дерюгина расположена к востоку от о-ва Сахалин (рис. 1). Максимальные глубины дна в ее юго-восточной части достигают 1800 м. Северо-западным продолжением впадины является узкий Старицкий прогиб [19].

Результатами ранее проведенных геолого-геофизических исследований [1, 9, 11, 15, 17, 20] установлено, что рассматриваемый район характеризуется пониженной мощностью земной коры [19], повышенным тепловым потоком [19], высоким уровнем содержания метана [7,13], интенсивной барит-карбонатной минерализацией [4, 7, 13], внедрением магматогенных диапиров [8, 14], наличием газогидратов [18], железо-марганцевых образований [5], ртути [3] и других рудных элементов [2]. Все это вызывает необходимость продолжения изучения и уточнения геологического строения и тектоники рассматриваемого района.

**КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ФУНДАМЕНТЕ, СОСТАВЕ  
И ВОЗРАСТЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА**

Впадина Дерюгина в тектоническом отношении рассматривается как часть Охотоморской эпимезозойской плиты, в строении которой выделяются гетерогенный фундамент преимущественно докайнозой-

ского возраста и осадочный чехол, сложенный в основном палеоген-неоген-четвертичными отложениями, а на отдельных участках без видимого перерыва – нормально-осадочными образованиями верхнего мела [19].

В западной части рассматриваемого района поверхность акустического фундамента (АФ), прослеживаемая по данным МОВ ОГТ, совпадает с границей со скоростью  $V_r=5.6-5.7$  км/с, которая располагается выше сейсмической границы, отождествляемой с поверхностью консолидированного фундамента (Ф) с  $V_r=6.1-6.4$  км/с [10]. Предполагается, что АФ сложен алеврито-глинисто-кремнистыми метаморфизованными образованиями верхнемелового-палеогенового возраста [19]. В восточной части района АФ совпадает с положением поверхности консолидированного фундамента с  $V_r=6.1-6.4$  км/с [10], который сложен амфиболитами, гнейсами и кристаллическими сланцами различного состава, относительно слабо метаморфизованными песчаниками, алевролитами, аргиллитами (часто кремнистыми), в разной степени ороговикованными терригенными образованиями, переходящими в роговики, а также интрузивными и эффузивными породами преимущественно основного, среднего и реже кислого состава. В целом акустический фундамент датируется мезозоем-палеозоем [19].

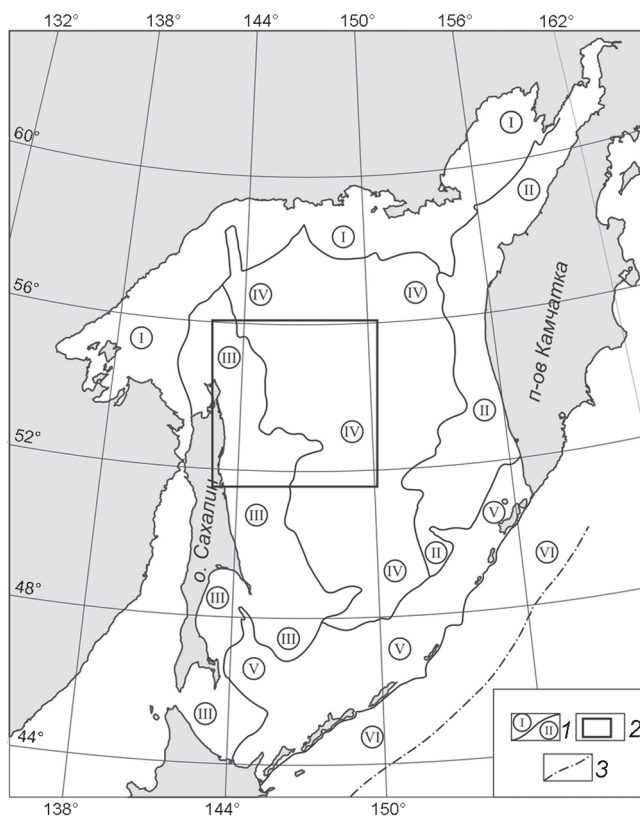


Рис. 1. Схема расположения района исследований.

1 – границы тектонических систем и их номера, 2 – район впадины Дерюгина, 3 – ось Курильского жолоба. Тектонические системы: I – Прибрежно-материковая, II – Прикамчатская, III – Присахалинская, IV – Центрально-Охотская, V – Курило-Южно-Охотская, VI – Восточно-Курильская.

В осадочном чехле Охотского моря выделено четыре региональных сеймостратиграфических комплекса (РССК I-IV): доолигоценый  $K_2-P_{1-2}$  (РССК I), олигоцен-нижнемиоценовый  $P_3-N_1^1$  (РССК II), нижне-среднемиоценовый –  $N_1^{1-2}$  (РССК III) и верхнемиоцен-плиоценовый –  $N_1^3-N_2$  (РССК IV). Поскольку РССК включают в себя разные вещественно-фациальные ассоциации, то для их дифференциации введены следующие литофизические комплексы (ЛК): 1 – алеврито-глинисто-песчаный терригенный с углями, 2 – песчано-алеврито-глинистый терригенный, 3 – песчано-алеврито-глинистый вулканогенный и 4 – алеврито-глинисто-кремнистый [19].

В рассматриваемом районе отложения доолигоценового РССК I устанавливаются на ограниченных площадях в северной, северо-западной и юго-западной его частях, где они представлены алеврито-глинисто-песчаным терригенным с углями и алеврито-глинисто-кремнистым ЛК. Остальные РССК (II, III и IV) в рассматриваемом районе представлены в ос-

новном песчано-алеврито-глинистым терригенным и алеврито-глинисто-кремнистым литофизическими комплексами, и лишь в крайней юго-западной части района вдоль восточного побережья Сахалина прослеживаются узкие полосы, сложенные алеврито-глинисто-песчаным с углями литофизическим комплексом.

### ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ПО СТРУКТУРНЫМ ПРИЗНАКАМ

Информация о мощности осадочного чехла рассматриваемого района отражена, в частности, на карте мощности осадочного чехла Охотского моря и островного склона Курильского жолоба [19]. С учетом этой карты, на основании дополнительной сейсмической информации по 11 профилям МОВ ОГТ, выполненным ФГУП «Дальморнефтегеофизика», нами с привлечением гравиметрических данных [6] составлен уточненный вариант карты мощности осадочного чехла района впадины Дерюгина. На базе этой карты составлена структурно-тектоническая карта м-ба 1:2 500 000 (рис. 2), при построении которой в качестве исходной («структурной») поверхности принята поверхность акустического фундамента. Карта отражает ориентировку структурных элементов осадочного чехла, их морфологию, мощность осадков и амплитуды относительных поднятий и прогибов.

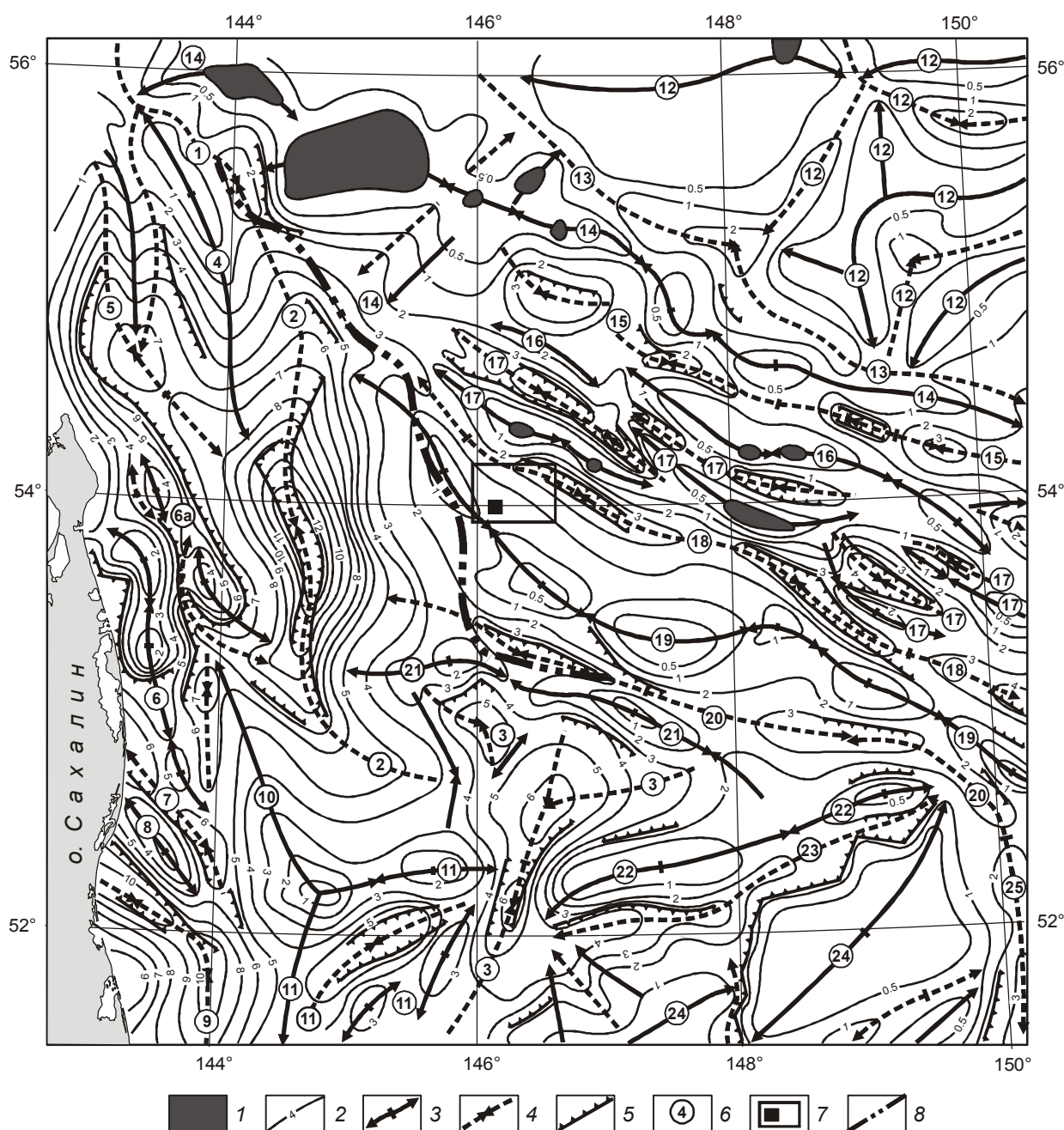
### СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

В зависимости от размеров, пространственного положения и ориентировки структурных элементов разных порядков проведено их объединение в тектонические системы (рис. 1), в пределах которых выделены структурные зоны (рис. 3), включающие более мелкие по размерам структурные элементы в форме относительных поднятий и прогибов (рис. 4).

На территории Охотского моря в осадочном чехле нами [19] выделяются шесть тектонических систем (рис. 1).

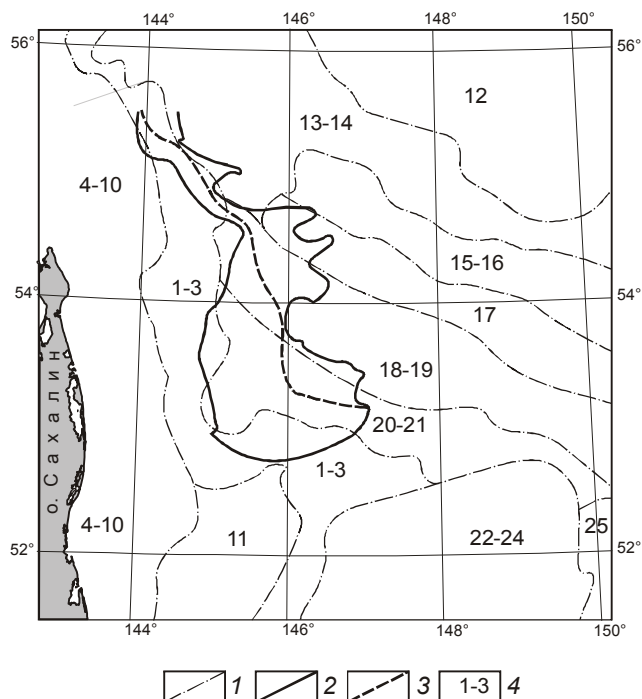
В составе Присахалинской тектонической системы (III) выделяются три структурные зоны (рис. 3): Восточно-Сахалинская зона прогибов (1–3), Северо-Сахалинская зона поднятий и прогибов (4–10) и Южно-Дерюгинская зона (11). Первые две зоны ориентированы в целом в субмеридиональном и северо-западном направлениях, а Южно-Дерюгинская зона – в северо-северо-восточном.

В Центрально-Охотскую тектоническую систему (IV) включаются восемь зон (рис. 3): Центрально-Охотская (12), Кашеваровская (13–14), Лебединская (15–16), Центральная (17), Срединно-Охотская (18–



**Рис. 2.** Структурно-тектоническая карта осадочного чехла района впадины Дерюгина (Охотское море).

1 – выходы акустического фундамента на дно моря, 2 – изолинии глубин акустического фундамента относительно дна моря, цифры – значения в км (изопахиты), 3 – оси относительных поднятий, 4 – оси относительных прогибов, 5 – подножья флексур и тектонических уступов фундамента, 6 – номера структурных элементов (соответствуют номерам на рис. 4), 7 – контур участка с активным проявлением баритовой минерализации и эманиями метана, черный квадрат – место скопления барит-карбонатных минеральных ассоциаций (по данным [13]); 8 – осевая линия неотектонического Старицкого прогиба и впадины Дерюгина.



**Рис. 3.** Схема расположения структурных зон района впадины Дерюгина (Охотское море).

1 – границы структурных зон (условные границы второго типа [12]), 2 – граница неотектонического Старицкого прогиба и впадины Дерюгина, 3 – осевая линия тех же структурных элементов, 4 – структурные зоны (номера в пределах зон соответствуют номерам структурных элементов на рис. 2 и 4). См. объяснения в тексте.

19), Южная (20-21), зона Института океанологии (22-24) и зона Макаровского прогиба (25). Три зоны под номерами 12, 22-24 и 25 являются лишь частями более крупных по размерам структурных элементов, представляющих соответственно Центрально-Охотское поднятие, поднятие Института океанологии и Макаровский прогиб [19]. Остальные зоны имеют отчетливо выраженную северо-западную ориентировку, при этом структурные элементы Лебединской (15-16) и Центральной (17) зон на их северо-западных окончаниях теряют свое морфологическое выражение (рис. 2) и переходят в расширенную северо-западную часть Кашеваровского поднятия (14) (рис. 4). Срединно-Охотская (18-19) и Южная (20-21) зоны почти под прямым углом ограничиваются глубоким (более 12 км) Дерюгинским прогибом (цифра 2 на рис. 2 и 4).

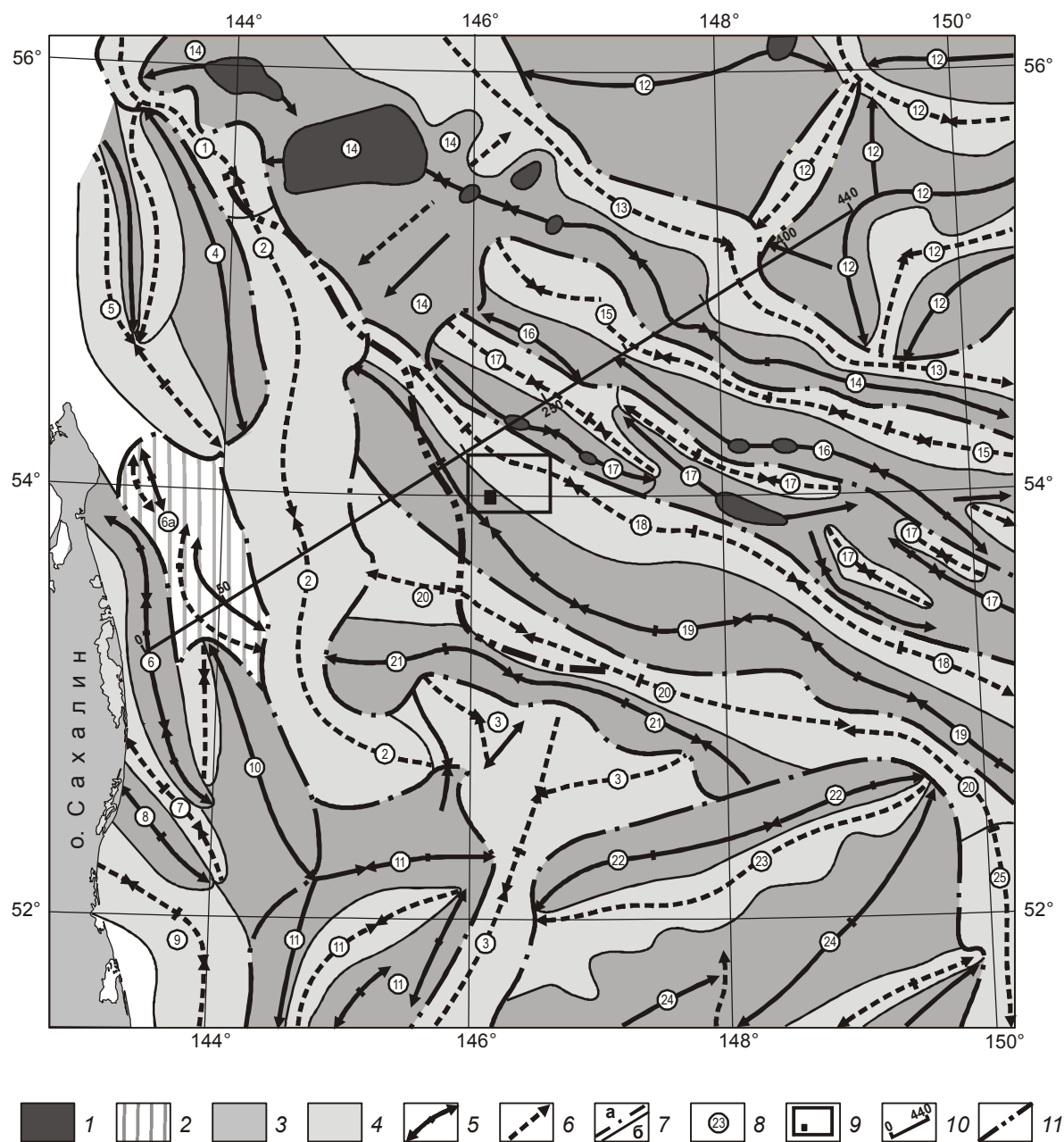
Карта высокопорядковых структурных элементов осадочного чехла (рис. 4) составлена на основе структурно-тектонической карты (рис. 2) и представляет схематизированный вариант последней. Поднятия и прогибы на карте ограничиваются условными

границами второго типа [12]. Проведены также оси относительных поднятий и прогибов, показаны выходы акустического фундамента на дно моря.

В составе Восточно-Сахалинской зоны прогибов (1-3) выделено три прогиба – Старицкий (1), Дерюгинский (2) и Северо-Пограничный (3). Наибольшая мощность осадочных отложений устанавливается в Дерюгинском прогибе (более 12 км), наименьшая (2 км) – в Старицком, в Северо-Пограничном прогибе мощность осадков достигает 6 км (рис. 2). Осевые линии Старицкого (1) и Дерюгинского (2) прогибов ориентированы в северо-западном, меридиональном и юго-восточном направлениях, образуя в целом Z-образную форму. Северо-Пограничный прогиб (3) располагается по отношению к Дерюгинскому прогибу (2) кулисно, образуя правый кулисный ряд. На основании этих данных можно предположить, что Восточно-Сахалинская зона прогибов (1-3) сформирована в пределах широкой зоны правого сдвига. Следует также подчеркнуть, что осевая линия тектонического Дерюгинского прогиба (2), располагаясь на восточном присахалинском склоне (неотектоническая Присахалинская флексура), находится существенно западнее осевой линии неотектонического прогиба, морфологически выраженного в виде впадины Дерюгина (рис. 2, 4). В целом неотектоническая впадина Дерюгина в большей своей части является «наложенной» на северо-западные части следующих структурных зон: Центральной (17), Срединно-Охотской (18-19) и Южной (20-21) (рис. 3), и лишь незначительные ее участки находятся в пределах тектонических прогибов Старицкого (1), Дерюгинского (2) и Северо-Пограничного (3) (рис. 3, 4). Особенности расположения впадины Дерюгина относительно структурных элементов осадочного чехла связано с миграцией прогиба в восточном направлении на неотектоническом этапе его развития.

В пределах Северо-Сахалинской зоны (4-10) выделена Восточно-Шмидтовская подзона (6 а), в состав которой входят небольшие по размерам и амплитуде поднятия и прогибы, имеющие северо-западную ориентировку (рис. 2, 4). Структурные элементы подзоны располагаются кулисно относительно Восточно-Одоптинского поднятия (10). В целом структурные элементы Северо-Сахалинской зоны (рис. 2, 4) ориентированы преимущественно в северо-западном и реже в субмеридиональном направлениях, образуя отчетливо выраженный левый кулисный ряд, на основании чего можно предположить, что они сформированы в зоне широкого левого сдвига.





**Рис. 4.** Карта высокопорядковых структурных элементов осадочного чехла района впадины Дерюгина (Охотское море).

1 – выходы акустического фундамента на дно моря, 2 – Восточно-Шмидтовская подзона, 3 – относительные поднятия, 4 – относительные прогибы, 5 – оси относительных поднятий, 6 – оси относительных прогибов, 7 – условные границы второго типа [12]: тектонических систем, зон и подзон (а), структурных элементов в пределах зон (б), 8 – номера структурных элементов (соответствуют номерам на рис. 2); 9 – контур участка с активным проявлением баритовой минерализации и эманациями метана, черный квадрат – место скопления барит-карбонатных минеральных ассоциаций (по данным [13]), 10 – линия сейсмопрофиля № 3 (рис. 5), 11 – осевая линия неотектонического Старицкого прогиба и впадины Дерюгина. См. объяснения в тексте.

Осевые линии поднятий и прогиба Южно-Дерюгинской зоны (11) ориентированы в северо-восточном и реже в субширотном направлениях (рис. 2, 4), причем в юго-восточной части зоны они имеют характер левых кулис.

Центрально-Охотская зона (12) состоит из нескольких разноориентированных поднятий и малоамплитудных (глубиной до 2 км) прогибов, ориентированных в северо-восточном и северо-западном направлениях (рис. 2, 4).

В зоне Института океанологии (22-24) отчетливо намечаются поднятия и прогибы, ориентированные в северо-восточном направлении, причем в последних мощность осадочных отложений колеблется от 1 до 4 км. Южно-Институтское поднятие (24) состоит из двух поднятий, расположенных кулисно (левый кулисный ряд), которые разделяются узким меридиональным прогибом (рис. 2, 4).

Кашеваровская зона (13-14) включает Кашеваровское поднятие (14) и Восточно-Кашеваровский прогиб (13), которым она отделяется от Центрально-Охотской зоны (12). Мощность осадков в прогибе составляет не более 2.5 км (рис. 2, 4).

Лебединская зона (15-16) включает поднятие и прогиб, отчетливо ориентированные в северо-западном направлении. В прогибе Лебеда (15) мощность

осадков лишь на отдельных участках достигает 2-3 км. Северо-западная часть осевой линии поднятия Лебеда (16) располагается кулисно относительно остальной ее части (правая кулиса) (рис. 2-4).

Центральная зона (17) состоит из нескольких поднятий и прогибов, ориентированных обычно в северо-западном направлении. На отдельных участках прогибов мощность осадков достигает 4 км. В северо-западной половине зоны поднятия и прогибы располагаются по типу правых кулис.

Срединно-Охотская (18-19) и Южная (20-21) зоны включают соответственно по одному поднятию и одному прогибу, которые имеют северо-западную и на отдельных участках субширотную ориентировку (рис. 2, 4). Мощность осадков на отдельных участках прогибов достигает 3-4 км.

Основные особенности залегания осадочных образований в районе впадины Дерюгина отражены на геологическом разрезе по сейсмопрофилю № 3 (рис. 5).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведено тектоническое районирование осадочного чехла района впадины Дерюгина по структурным признакам. На основании сейсмических материалов МОВ ОГТ и гравиметрических дан-

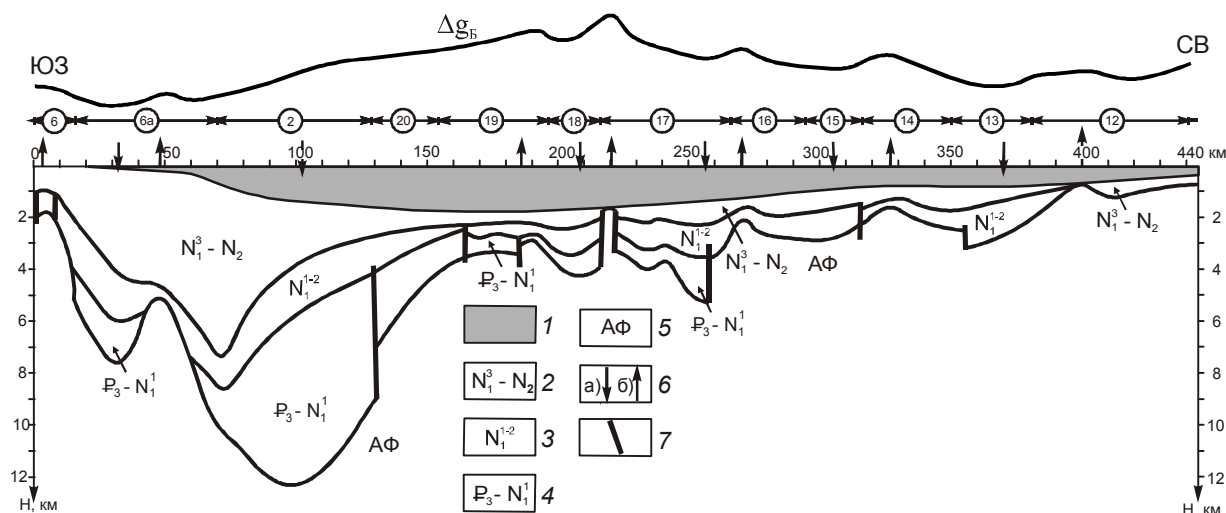


Рис. 5. Геологический разрез по сейсмопрофилю № 3.

1 – водный слой; РССК: 2 – верхнемиоцен-плиоценовый (РССК IV), 3 – нижне-среднемиоценовый (РССК III), 4 – олигоцен-нижнемиоценовый (РССК II); 5 – акустический фундамент; 6 – оси прогибов (а), оси поднятий (б); 7 – разрывные нарушения. Цифры в кружках – номера структурных элементов (соответствуют номерам на рис. 4), с Ю-З на С-В: 6 – Шмидтовско-Одоптинское поднятие, 6а – Восточно-Шмидтовская подзона, 2 – Дерюгинский прогиб, 20 – Институтско-Дерюгинский прогиб, 19 – Атласовское поднятие, 18 – Центрально-Охотский прогиб, 17 – поднятия и прогибы Центральной зоны, 16 – поднятие Лебеда, 15 – прогиб Лебеда, 14 – Кашеваровское поднятие, 13 – Восточно-Кашеваровский прогиб, 12 – поднятия и прогибы Центрально-Охотской зоны.

ных составлена структурно-тектоническая карта осадочного чехла, на которой оконтурены выходы акустического фундамента проведены оси относительных поднятий и прогибов, выделены подножья флексур и тектонических уступов акустического фундамента. Карта отражает ориентировку структурных элементов, их морфологию, мощность осадков и амплитуды относительных поднятий и прогибов.

2. В зависимости от размеров, пространственного положения и ориентации структурных элементов проведено их объединение в тектонические системы, в пределах которых выделены структурные зоны, включающие структурные элементы более высокого порядка в форме относительных поднятий и прогибов. Для структурных элементов разных порядков составлены соответствующие карты и схемы. Структурно-тектоническая карта (рис. 2) и карта высокопорядковых структурных элементов (рис. 4) осадочного чехла района впадины Дерюгина (Охотское море) отличаются значительной детальностью от ранее опубликованных аналогичных карт [19].

3. Наиболее примечательным структурным элементом района является Дерюгинский прогиб, выполненный осадочными образованиями мощностью более 12 км. Прогиб, расположенный на восточном присахалинском склоне, находится существенно западнее неотектонического прогиба, морфологически выраженного в виде впадины Дерюгина, которая в большей своей части является “наложенной” на северо-западные части некоторых структурных зон. Такое расположение неотектонической впадины Дерюгина относительно структурных элементов осадочного чехла связано с миграцией прогиба в восточном направлении на неотектоническом этапе его развития.

4. На основании характера структурных рисунков предполагается, что Восточно-Сахалинская зона сформирована в пределах широкой зоны правого сдвига, а Северо-Сахалинская зона – в зоне левого сдвига. Высокопорядковые структурные элементы, ориентированные в северо-западном и субмеридиональном направлениях, часто образуют правый кулисный ряд (Восточно-Сахалинская зона, Центральная зона, поднятие Лебеда, Центрально-Охотский прогиб) и реже они формируют левый кулисный ряд (Северо-Сахалинская зона). Структурные элементы северо-восточной ориентировки нередко образуют левый кулисный ряд (Южно-Институтское поднятие, поднятие в пределах юго-восточной части Южно-Дерюгинской зоны).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аргентов В.В., Жигулев В.В., Веселов О.В. и др. Особенности геологического строения впадины Дерюгина по результатам комплексной интерпретации геофизических данных // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России: Доклады международного научного симпозиума, Южно-Сахалинск, 24–28 сентября 2002 г. Т. 1. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2004. С. 120–130.
2. Астахов А.С., Горбаренко С.А., Бахарева Г.А. и др. Распределение и скорости накопления рудных элементов в голоценовых и позднеледниковых отложениях котловины Дерюгина Охотского моря // Литология и полез. ископаемые. 2005. № 2. С. 115–132.
3. Астахов А.С., Валлманн К., Иванов М.В. и др. Распределение ртути и скорость ее накопления в верхнечетвертичных отложениях котловины Дерюгина Охотского моря // Геохимия. 2007. № 1. С. 54–70.
4. Астахова Н.В., Сорочинская А.В. Баритовая и карбонатная минерализация в осадках впадины Дерюгина Охотского моря // Океанология. 2001. Т. 41, № 3. С. 447–455.
5. Астахова Н.В., Саттарова В.В. Геохимия железомарганцевых образований центральной части Охотского моря // Вулканология и сейсмология. 2005. № 3. С. 29–33.
6. Волгин П.Ф., Лютая Л.М., Кочергин А.В. Плотностной разрез земной коры впадины Дерюгина (Охотское море) по результатам гравитационного моделирования // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 3. С. 12–22.
7. Газогеохимическое районирование и минеральные ассоциации дна Охотского моря // А.И. Обжиров, Н.В. Астахова, М. И. Липкина, О.Ф. Верещагина, Г.И. Мишукова, А.В. Сорочинская, И.Г. Югай. Владивосток: Дальнаука, 1999. 184 с.
8. Журавлев А.В. Особенности тектоники шельфа дальневосточных морей в связи с их нефтегазоносностью // Геология и геоморфология шельфа окраинных морей. Владивосток: ДВНЦ СССР, 1979. С. 16–35.
9. Журавлев А.В. Сравнительная характеристика впадин Дерюгина и ТИНРО Охотского моря // Тихоокеан. геология. 1984. № 1. С. 21–27.
10. Злобин Т.К., Ильев А.Я., Злобина Л.М. Природа и положение поверхности фундамента чехла Охотского моря по данным ГСЗ и МОВ ОГТ // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 4. С. 3–17.
11. Кононов В.Э., Сергеев К.Ф., Аргентов В.В. и др. Возможности сейсморазведки МПВ при нефтегазопойсковых исследованиях на Северо-Восточном шельфе о. Сахалин // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 5. С. 27–38.
12. Косыгин Ю.А. Основы тектоники. М.: Недра, 1974. 216 с.
13. Кулинич Р.Г., Обжиров А.И. Барит-карбонатная минерализация, аномалии метана и геофизические поля во впадине Дерюгина (Охотское море) // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 4. С. 35–40.
14. Лившиц М.Х. Внутренняя структура осадочного комплекса и морфология поверхности складчатого основания присахалинских акваторий по материалам сейсмических исследований // Глубинная структура дальневосточных морей и островных дуг. Южно-Сахалинск, 1972. С. 168–175. (Тр. СахКНИИ. Выпуск 33).
15. Маргулис Л.С., Мудрецов В.Б., Сапожников Б.Г. и др. Геологическое строение северо-западной части Охотского моря // Сов. геология. 1979. № 7. С. 61–71.

16. Обжиров А.И., Астахов А.С., Астахова Н.В. Генезис и условия формирования аутигенных карбонатов в четвертичном осадочном чехле района Сахалино-Дерюгинской газовой аномалии (Охотское море) // *Океанология*. 2000. Т. 40, № 2. С. 280–288.
17. Родников А.Г., Сергеева Н.А., Забаринская Л.П. Глубинное строение впадины Дерюгина (Охотское море) // *Тихоокеан. геология*. 2002. Т. 21, № 4. С. 3–8.
18. Соловьева В.А., Гинсбург Г.Д., Дуглас В.К. и др. Газовые гидраты Охотского моря // *Отч. геология*. 1994. № 2. С. 10–17.
19. Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря / О.В. Веселов, Е.В. Грецкая, А.Я. Ильев и др. Отв. ред. К.Ф.Сергеев. Ин-т мор. геологии и геофизики ДВО РАН. М.: Наука, 2006. 130 с.
20. Харахинов В.В., Гальцев-Бизюк С.Д., Кононов В.Э. и др. Основные черты тектоники Сахалинской нефтегазоносной области // *Новые данные по геологии и нефтегазоносности Сахалина*. Ленинград, 1979. С. 34–56. (Тр. ВНИГРИ).
21. Zhigulev V.V., Kononov V.E. Geological structure of the Deryugin basin (Okhotsk Sea) from seismic data // *Regularities of the Structure and Evolution of Geospheres: Materials of VII Intern. Interdisciplin. Symp. Vladivostok, 20–24 September, 2005*. Vladivostok, 2005. P. 196–200.

*Рекомендована к печати Ю.Ф. Малышевым*