

## Геологическое строение докембрийско-палеозойских платформенных отложений в юго-восточных районах Западной Сибири

В.А.КОНТОРОВИЧ, А.Э.КОНТОРОВИЧ (Институт нефти и газа СО РАН)

Закономерности размещения залежей углеводородов, выявленные в Западной Сибири в 50—60-е годы прошлого столетия, на несколько десятилетий предопределили стратегию проведения нефтепоисковых работ, которые были сконцентрированы главным образом в западных и центральных частях бассейна.

В настоящее время, когда ресурсная база традиционных объектов и комплексов в значительной степени исчерпана, возрастает необходимость поиска и разведки новых крупных зон нефтегазонакопления на слабоизученных территориях и в новых стратиграфических уровнях.

К таким территориям, перспективным для формирования значительных скоплений углеводородов, следует отнести восточные районы Томской области, которые в данной статье рассматриваются как фрагменты выделяемого в предьенисейских районах Западной Сибири верхнедокембрийско-палеозойского осадочного бассейна — *Предьенисейская нефтегазоносная субпровинция* [8].

Позитивные оценки перспектив нефтегазоносности верхнепротерозойско-палеозойских отложений на этой территории [1—5], сделанные рядом исследователей, подтверждаются новой геолого-геофизической информацией. В частности, результатами бурения скв. Лемок-1, где получены прямые признаки нефтегазоносности, и характером сейсмической записи на временных сейсмических разрезах МОГТ, позволили прогнозировать широкое развитие в этом районе рифей-палеозойских нормально-осадочных платформенных отложений.

Проблемы тектонического и геологического строения домезозойских образований восточных районов Западной Сибири с позиций перспектив нефтегазоносности в разные годы рассматривались в работах В.А.Бененсона, В.С.Бочкарева, А.А.Булыниковой, Н.Н.Дашкевича, А.А.Евграфова, А.С.Ефимова, О.Г.Жеро, В.А.Каштанова, В.А.Кондрашова, А.Э.Конторовича, С.А.Степанова, В.С.Суркова, А.А.Трофимука, Ю.Ф.Филиппова и др.

В этой публикации приведены материалы комплексного анализа данных сейсморазведки МОГТ и глубокого бурения по восточным районам Томской области с привлечением материалов по сопредельным территориям Красноярского края и Ханты-Мансийского автономного округа.

**Изученность южных районов Предьенисейской зоны.** Большинство моделей геологического и тектонического строения палеозойских отложений Предьенисейской зоны, которые были построены в 60-80-е годы XX в., базировалось на данных грави- и магниторазведки, анализе тектонических структур и геологических карт складчатого обрамления и немногочисленном керновом материале, полученном главным образом в колонковых скважинах. Неоднозначность интерпретации потенциальных полей и дефицит кондиционной геолого-геофизических информации привели к существованию множества часто противоречащих друг другу представлений о строении и тектонике комплексов основания в этом регионе.

Многолетняя практика проведения геологоразведочных работ показала, что наиболее эффективными и информа-

тивными при изучении геологического разреза являются сейсмические методы разведки. Первые сейсморазведочные работы МОГТ в левобережной части р.Енисей были выполнены в конце 1970-х—начале 1980-х годов. Несмотря на то, что эти исследования были ориентированы на изучение мезозойско-кайнозойских отложений, полученная в эти годы информация позволила предположить развитие здесь умеренно преобразованных палеозойских пород и неправомочность выделения в этом районе домезозойских комплексов в качестве геосинклинальных. Основанием для этого послужило наличие на временных разрезах в интервале, отвечающем палеозойской толще пород, относительно высокоамплитудных протяженных сейсмических границ.

В 1985—2002 гг. на юго-востоке Западной Сибири (восток Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа, левобережные районы Красноярского края) силами ЗАО «Томский геофизический трест» и ОАО «Енисей-геофизика» был проведен комплекс геолого-геофизических работ, предоставивший качественно новый материал для дальнейших геологических исследований. Материалы сейсмопрофилирования МОГТ с высокой кратностью, современные методы обработки сейсмических данных, а также результаты глубокого бурения ряда новых скважин (Тыйская-1, Вездеходная-4, Лемок-1, Аверинская-150) позволяют в настоящее время рассматривать вопросы геологического строения глубокозалегающих горизонтов этой территории с современных методологических и теоретических позиций.

Всего за эти годы в левобережной части р.Енисей (Кеть-Елогуйское междуречье, рис. 1) отработано около 14 000 км сейсмических профилей МОГТ, в т.ч. на территории Красноярского края 8000 км, Томской области — 5000 км, Ханты-Мансийского автономного округа — 1000 км; пробурены 23 скважины, из которых 18 расположено в восточных районах Томской области, 4 — на территории Красноярского края, 1 — на территории Ханты-Мансийского автономного округа.

**Стратификация отражающих горизонтов и домезозойских сейсмокомплексов.** В домезозойской части разреза восточных районов Томской области и прилегающих территорий Красноярского края и Ханты-Мансийского автономного округа развиты шесть основных (региональных) отражающих горизонтов, которые согласно номенклатуре Томских геофизиков проиндексированы  $\Phi_2$ – $\Phi_7$ , что видно на рис. 2, где показан временной разрез по региональному профилю 89-95-05-06 (восток Томской области).

Анализ геолого-геофизических материалов позволяет выделить в домезозойской части разреза два структурных этажа. **Верхний этаж** представлен одним сейсмокомплексом, контролируемым горизонтом  $\Phi_2$  в кровле и  $\Phi_3$  в подошве. Приуроченный к кровле домезозойского основания отражающий горизонт  $\Phi_2$  традиционно картируется на территории Западной Сибири. Изменчивость литологического состава и акустических свойств горных пород, слага-

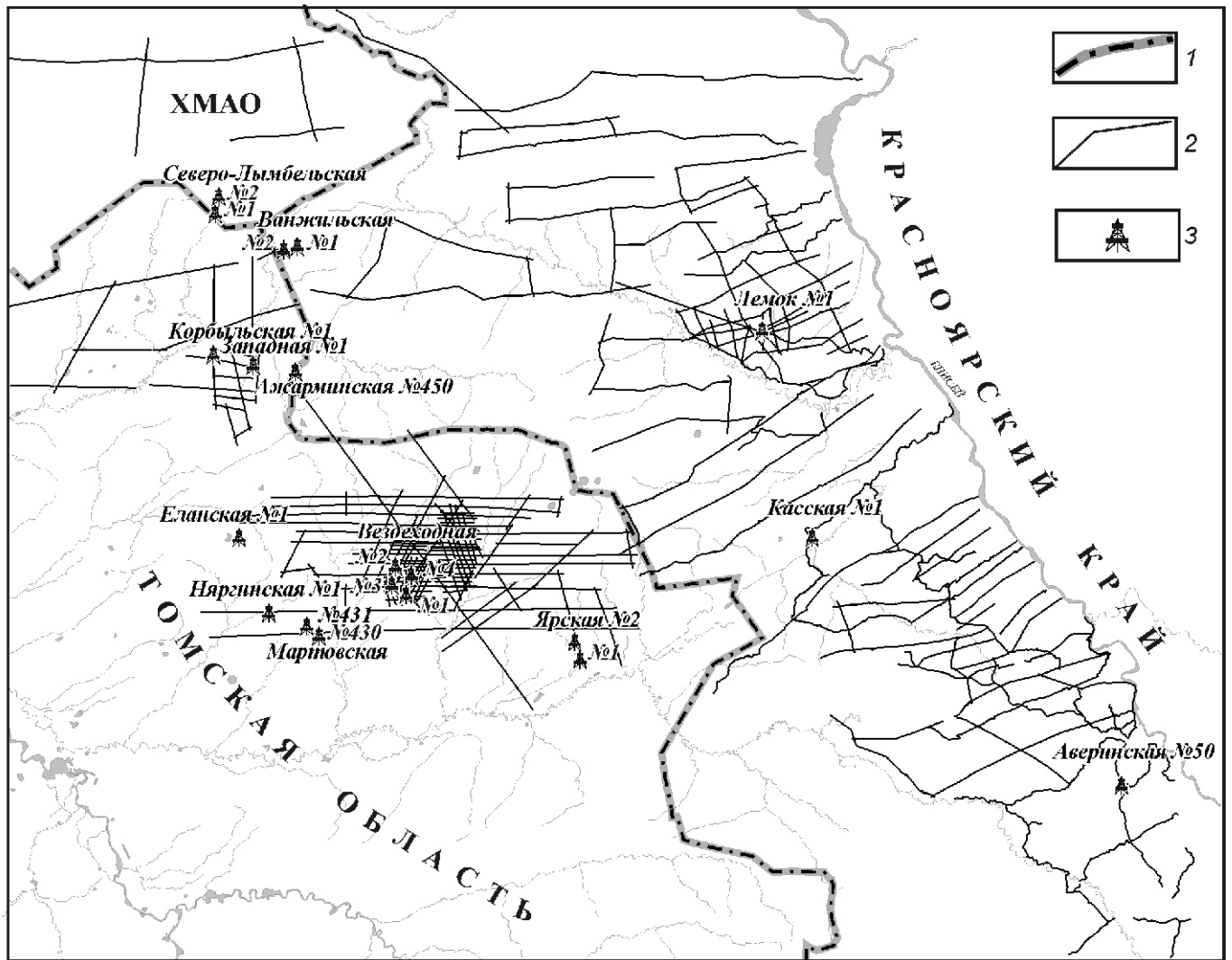


Рис. 1. Схема изученности Предъенисейской нефтегазоносной субпровинции:

1 — границы областей; 2 — сейсмические профили МОГТ; 3 — глубокие скважины; ХМАО — Ханты-Мансийский автономный округ

ющих доюрское основание и перекрывающих его толщ, а также обилие разрывных нарушений, секущих эту поверхность, отрицательно сказываются на устойчивости волнового поля. Тем не менее, в рассматриваемом районе горизонт вполне кондиционно картируется по сейсмическим данным.

В пределах исследуемой территории ниже отражающего горизонта  $\Phi_2$  фиксируется отражающий горизонт  $\Phi_3$ , который контролирует геологическую границу, залегающую согласно и квазипараллельно кровле доюрского основания. Энергетический уровень и качество прослеживания горизонта  $\Phi_3$  аналогичны  $\Phi_2$ .

Учитывая, что вся нижележащая толща платформенных отложений залегает согласно с верхним комплексом пород — в различных частях территории отражающие горизонты  $\Phi_4$ – $\Phi_6$  «срезаются» горизонтом  $\Phi_3$  (см. рис. 2) — можно сделать вывод о том, что это отражение связано с геологической границей, сформировавшейся в результате крупного перерыва в осадконакоплении.

Поскольку на исследуемой территории большинство скважин в верхней части палеозойского разреза вскрыва-

ют отложения верхнего девона (фран—фамен)—карбона, несогласно перекрывающие более древние горизонты [5], можно предположить, что этот перерыв имел место на рубеже среднего и верхнего девона. Таким образом, сейсмокомплекс, заключенный между горизонтами  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$ , представляет собой самостоятельный структурный этаж, контролируемый двумя перерывами в осадконакоплении — живет-франским в подошве и предъюрским в кровле. Этот сейсмокомплекс в настоящей работе называется *верхнедевонским*.

**Нижний структурный этаж**, контролируемый отражающими горизонтами  $\Phi_3$  в кровле и  $\Phi_7$  в подошве (см. рис. 2), в плане характеризует зону развития рифей-кембрийских платформенных отложений. На временных сейсмических разрезах выше горизонта  $\Phi_7$  фиксируется серия энергетически выраженных отражающих горизонтов, подчеркивающих слоистую модель среды, ниже развит хаотический характер сейсмической записи, отвечающий монофациальному, или сильно метаморфизованному разрезу. Таким образом горизонт  $\Phi_7$  — подошва платформенных отложений в исследуемом регионе. В нижнем структур-



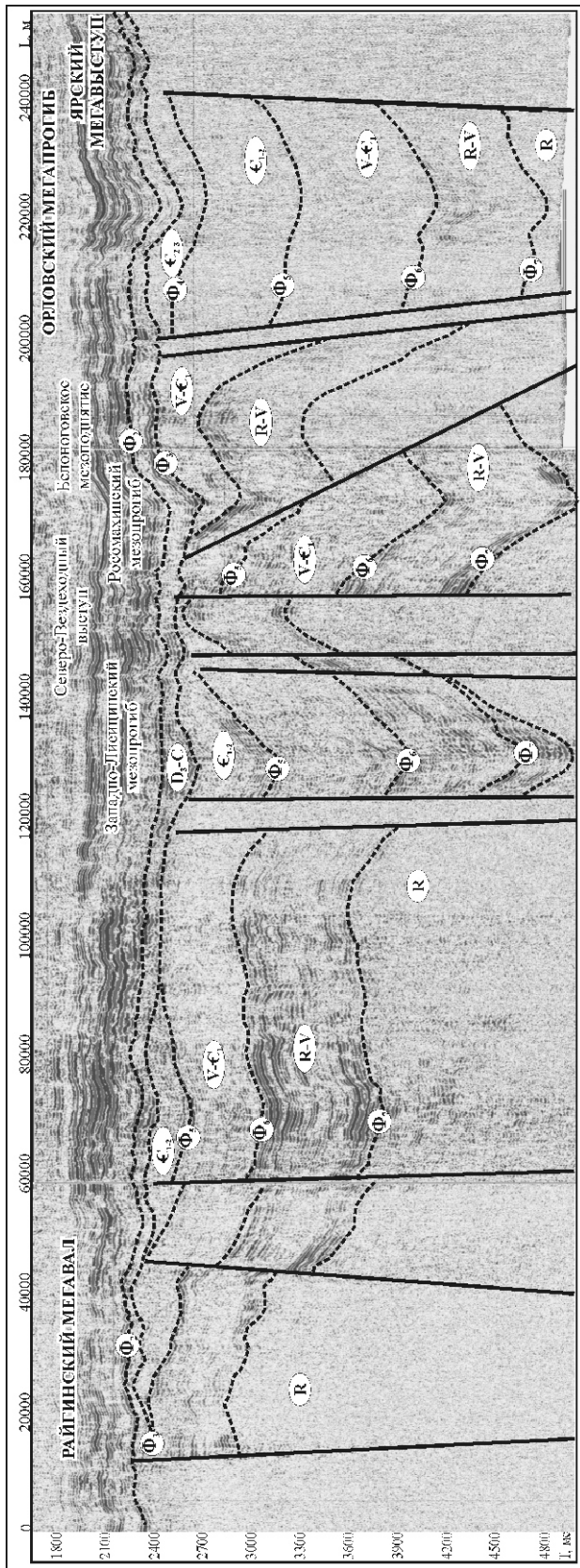


Рис. 2. Верхнепротерозой-палеозойские сейсмогеологические комплексы

ном этаже выделено 4 согласно залегающих сейсмогеологических комплекса, площади распространения которых уменьшаются от более древних к более молодым (см. рис. 2).

При сеймостратиграфическом анализе на первом этапе исследований выделяют сейсмогеологические комплексы и осуществляют их стратиграфическую привязку. В данном случае наличие в домезозойской части разреза геологических границ, на которых формируются энергетически выраженные отраженные волны, позволяет решить первую задачу — выделить сеймокомплексы. В то же время, отсутствие скважин, вскрывающих эти комплексы, ставит определенные трудности при их стратификации. Поэтому для определения возраста сеймокомплексов была использована аналогия с разрезом докембрийско-палеозойских отложений Сибирской платформы и максимально учтены данные, полученные в скважинах, расположенных в левобережной части р.Енисей, в частности в скв.Лемок-1, вскрывшей наиболее полный разрез домезозойских отложений.

Следует отметить, что увязка и стратификация отражающих горизонтов, фиксируемых в домезозойской части разреза левобережья р.Енисей, ранее проводилась специалистами ОАО «Енисейгеофизика» и Томского геофизического треста. В рамках настоящих исследований были увязаны сеймокомплексы, выделяемые на Томских и Красноярских землях. Временной разрез по профилю 590195 ОАО «Енисейгеофизика», берущий начало от Енисейского кряжа и вплотную подходящий к рассматриваемому району, и разрез по профилю 961603 Томского геофизического треста, расположенный в северной части исследуемой территории, приведены на рис. 3.

Сопоставление волновых полей на временных разрезах, полученных ОАО «Енисейгеофизика» и Томским геофизическим трестом показало, что отражающие горизонты Ф, М, К и Н, картируемые на территории Красноярского края, надежно прослеживаются и на востоке Томской области, где они проиндексированы, как горизонты Ф<sub>7</sub>, Ф<sub>6</sub>, Ф<sub>4</sub><sup>1</sup>, Ф<sub>4</sub>. При этом мощности комплексов, контролируемых этими горизонтами, существенно не меняются (табл. 1).

Внутри интервала временного разреза (профиль 590195), ограниченного отражающими горизонтами К в кровле и М в подошве, по направлению к Томским землям происходит смена рисунка сейсмической записи — мощность комплекса, контролируемого отражающими горизонтами У и Б, сначала уменьшается, а затем горизонты сливаются и формируют единый сейсмический репер (см. рис. 3).

Вероятно, такой характер волнового поля следует интерпретировать с позиции фациальных изменений, происходящих внутри рассматриваемой толщи пород. Поскольку согласно стратиграфической привязке из разреза «уходит» комплекс, отвечающий наиболее соленосной части разреза (усольская свита), правомочно предположить, что в западных районах Предъенисейской зоны будет иметь место аналогичный по возрасту, но бессолевого разрез.

Таким образом, по результатам комплексного анализа геофизических материалов по левобережным районам р.Енисей с привлечением данных бурения была выполнена стратификация внутripалеозойских и докембрий-



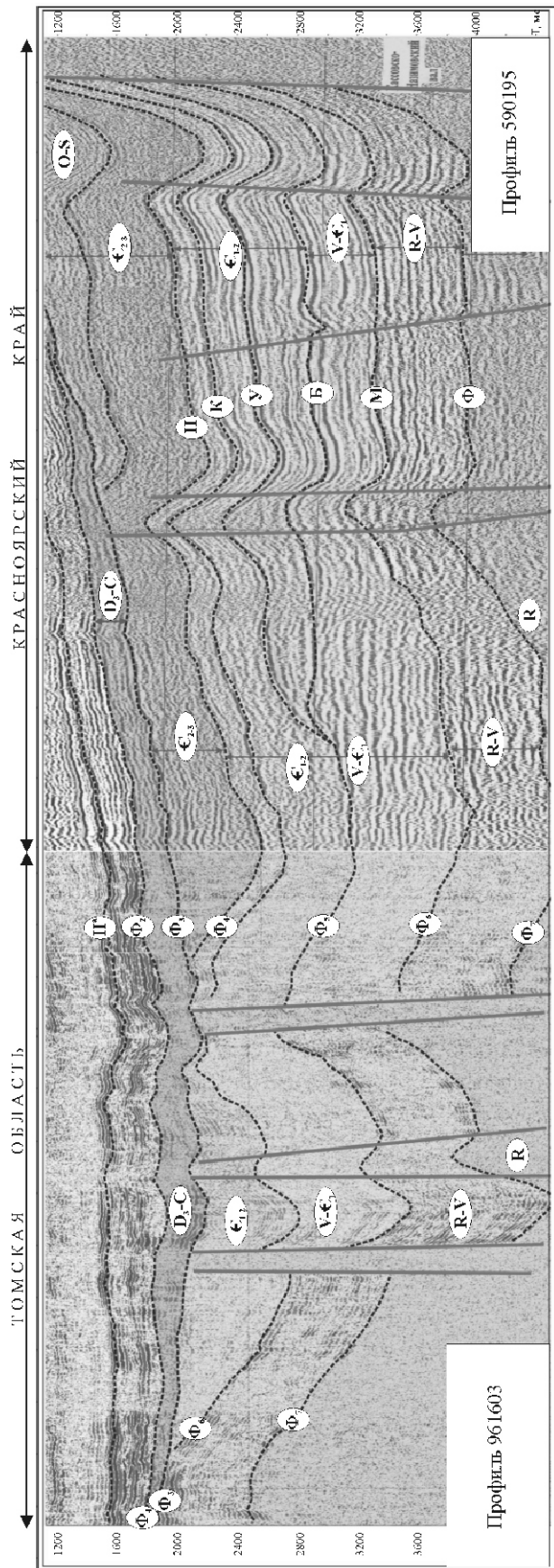


Рис. 3. Сопоставление верхнепротерозойско-палеозойских сейсмогеологических комплексов на территории Красноярского края и Томской области

### 1. Стратификация домезозойских отражающих горизонтов

Красноярская индексация, горизонты	Стратиграфическая приуроченность	Томская индексация, горизонты
Н	Кровля нижнего кембрия, ангарская свита	Ф <sub>4</sub>
К	Нижний кембрий, верхи бельской свиты	Ф <sub>4</sub> <sup>1</sup>
У	Нижний кембрий, усольская свита	—
Б	Низы нижнего кембрия, кровля тэтэрской свиты	Ф <sub>5</sub>
Группы М	Внутри венда	Ф <sub>6</sub>
R <sub>0</sub>	Верхи рифея	Ф <sub>7</sub>
Ф	Кровля архейско-протерозойского фундамента	

ских отражающих горизонтов на территории Томской области (см. табл. 1) и качественно определен возраст пород, слагающих сейсмокомплексы (табл. 2).

Обратит внимание еще на два обстоятельства:

1. Терригенные породы, в силу различных петрофизических характеристик, как правило, порождают на временных разрезах «слоистый» переменнo-амплитудный субпараллельный рисунок сейсмической записи, в то время как более однородные карбонатные толщи формируют менее дифференцированный, близкий к хаотическому характер волнового поля. На территории Сибирской платформы преимущественно терригенными породами представлены вендские отложения, которые в рамках приведенной стратификации отвечают верхней части комплекса пород, заключенного между горизонтами Ф<sub>7</sub> и Ф<sub>6</sub>. Именно в этом интервале на временных разрезах фиксируются энергетически выраженные отражающие горизонты. В то же время вышележащие комплексы пород, представленные преимущественно карбонатными отложениями нижнего кембрия (горизонты Ф<sub>5</sub>—Ф<sub>4</sub>; Ф<sub>4</sub>—Ф<sub>3</sub>), характеризуются существенно меньшей дифференциацией энергетических характеристик сейсмической записи.

2. По окраинам солеродных бассейнов, т.е. в зонах замещения карбонатно-соленосных толщ безсолевыми разностями, как правило, развиваются рифогенные пояса, протягивающиеся узкими полосами вдоль границ бассейнов. Анализ сейсмических материалов по территории Томской области свидетельствует о том, что именно в этой зоне в нижнекембрийском карбонатном комплексе, контролируемом горизонтами Ф<sub>5</sub> в подошве, Ф<sub>4</sub> в кровле, фиксируется волновая картина, характерная для рифовых построек. Эти данные косвенно подтверждают правомочность сделанных выводов о возрасте и составе пород, слагающих выделенные сейсмокомплексы.

Необходимо отметить, что в восточной части Преденейской зоны вблизи Енисейского кряжа на средне-верхнекембрийских образованиях согласно залегает еще один комплекс пород, который несогласно перекрыт

## 2. Домезозойские сейсмокомплексы

Горизонты		Возраст	Сейсмокомплексы	Структурный этаж
Кровля	Подшва			
Ф <sub>2</sub>	Ф <sub>3</sub>	D <sub>3</sub> —C	Верхнедевонский полифациальный	Верхнедевонский
Ф <sub>3</sub>	Ф <sub>4</sub>	Є <sub>2—3</sub>	Средне-верхнекембрийский терригенно-карбонатный	Рифей-кембрийский
Ф <sub>4</sub>	Ф <sub>5</sub>	Є <sub>1</sub>	Нижнекембрийский карбонатный	
Ф <sub>5</sub>	Ф <sub>6</sub>	V—Є <sub>1</sub>	Венд-нижнекембрийский карбонатный	
Ф <sub>6</sub>	Ф <sub>7</sub>	R—V	Рифей-вендский карбонатно (нижняя часть)-терригенный	

верхнедевонской толщей (см. рис. 3). Учитывая характер залегания сейсмокомплексов, можно предположить, что данная толща представлена терригенными отложениями ордовика—силура без перерыва перекрывающимися отложениями верхнего кембрия.

**Структурно-тектоническая характеристика рифей-кембрийских платформенных отложений.** В качестве основы для структурно-тектонического районирования рифей-кембрийских отложений использована структурная карта по отражающему горизонту Ф<sub>7</sub>, залегающему в основании платформенных отложений и наиболее распространенному на исследуемой территории. Абсолютная глубина залегания отражающего горизонта Ф<sub>7</sub> изменяется от 2800 до 12 400 м.

В рельефе подошвы платформенных рифей-кембрийских отложений (рис. 4) в западной части района исследований развита Восточно-Пайдугинская мегавпадина, осложненная Варгатским мезопрогибом и Пиковским мезовыступом. Эта часть исследуемой территории очень плохо обеспечена сейсмической информацией и построения здесь носят в значительной степени гипотетический характер. В то же время на временных разрезах по профилям 901611 и 901612, расположенным в южной части мегавпадины ниже горизонта Ф<sub>2</sub> фиксируется серия отражающих горизонтов, подчеркивающих слоистую модель среды. В западном направлении наблюдается резкое прекращение прослеживаемости отражающих горизонтов. Горизонты «упираются» в монофациальный блок, в пределах которого фиксируется хаотический рисунок сейсмической записи. Отметим, что аналогичный характер прослеживаемости отражающих горизонтов имеет место в северо-западной части исследуемой территории и на юго-востоке в районе Ярской площади.

Несколько лучше, хотя также недостаточно, изучен региональными сейсмическими работами Райгинский мегавал, осложненный Лымбельским и Елтыревским мезовалами. В рамках выполненных построений площадь Райгинского мегавала составляет 6900 км<sup>2</sup>, при амплитуде порядка 3000 м, Лымбельского и Елтыревского мезовалов, соответственно 1000 и 2300 км<sup>2</sup> при амплитудах 1900 и 1100 м. Несмотря на низкую степень изученности этого объекта, его наличие не вызывает сомнений (рис. 5, А). Следует отметить, что именно в пределах Райгинского мегавала, а точнее Северо-Корбыльского куполовидного поднятия, осложняющего Лымбельский мезовал, горизонт Ф<sub>7</sub> залегает на наименьших глубинах, порядка 2800—3000 м.

Наиболее изученная часть исследуемой территории — зона, в пределах которой выделены две положительные

структуры II порядка Усть-Пойгинский мезовыступ и Белоноговское мезоподнятие и две линейные депрессии Западно-Лисицинский и Росомахинский мезопрогобы. Не вызывает сомнений, что выделенные структуры сформированы постседиментационными тектоническими движениями и контролируются высокоамплитудными разломами. Именно такими разрывными нарушениями с запада и востока ограничен Усть-Пойгинский мезовыступ, в котором выделена положительная структура III порядка — Северо-Вездеходный выступ. При этом смещение геологической границы, на которой формируется горизонт Ф<sub>7</sub>, на западе составляет 500—1000 м, а на востоке достигает 5500 м (рис. 5, Б).

Еще более яркую тектоническую окраску имеет Белоноговское мезоподнятие, представляющее собой наднадвиговую структуру. На серии временных разрезов, полученных по профилям широтного и северо-западного направлений, фиксируется надвиг с амплитудой смещения 5—6 км (см. рис. 5, В).

В пределах Усть-Пойгинского мезовыступа, а также контролирующих его линейных депрессий Западно-Лисицинского и Росомахинского мезопрогобов отмечается увеличение глубины залегания горизонта Ф<sub>7</sub> к северо-западу в направлении Кетской мегавпадины, где максимальная абсолютная глубина залегания подошвы платформенных рифей-кембрийских отложений превышает 12 км.

В настоящее время редкой сетью сейсмических профилей МОГТ закрыта только южная часть Кетской мегавпадины. В северном направлении мегавпадина раскрывается и, судя по данным, полученным на территории Красноярского края и Ханты-Мансийского автономного округа, депрессия, а вместе с ней и зона распространения рифей-кембрийских платформенных отложений существенно расширяются на север.

К югу от Кетской мегавпадины развит Орловский мегавпадина, осложненный серией отрицательных структур II и III порядков. Депрессия вытянута в север-северо-восточном направлении, имеет (в пределах исследуемой территории) площадь 2200 км<sup>2</sup>, амплитуду 2500 м и отделена от Кетской мегавпадины монофациальным блоком, в пределах которого докембрийские и внутривпаденские отражающие горизонты не прослеживаются.

В юго-восточной части исследуемой территории в рельефе отражающего горизонта Ф<sub>7</sub>, как и всех вышележащих горизонтов, развит Ярский мезовыступ, к югу от него на временных разрезах в интервале, отвечающем палеозойским и докембрийским отложениям, фиксируется хаотическое волновое поле, аналогичное тому, которое наблю-

дается в западных и центральных районах Западной Сибири.

**Характеристика основных сейсмогеологических комплексов.** Как уже было отмечено, на территории Томской области рифей-кембрийский структурный этаж включает согласно залегающие осадочные сейсмокомплексы: рифей-вендский, венд-нижнекембрийский, нижнекембрийский, средне-верхнекембрийский. В различных частях исследуемой территории под поверхность верхнедевонского комплекса (отражающий горизонт  $\Phi_3$ ) выходят разновозрастные толщи пород. В пределах зоны распространения отра-

жающего горизонта  $\Phi_7$  суммарная толщина рифей-кембрийских платформенных отложений изменяется от первых сотен метров в южной части Северо-Вездоходного выступа, а также в перегибных частях Северо-Корбыльского и Северо-Няргинского куполовидных поднятий, осложняющих Райгинский мегавал, до 6000—6500 м в Восточно-Пайдугинской мезовпадине, Западно-Лисицинском и Росомахинском мезопрогибах и до 8500 м в осевых частях Кетской мезовпадины и Орловского мезопрогиба.

**Рифей-вендский сейсмокомплекс**, контролируемый горизонтами  $\Phi_7$  в кровле и  $\Phi_6$  в подошве, имеет двухчленное

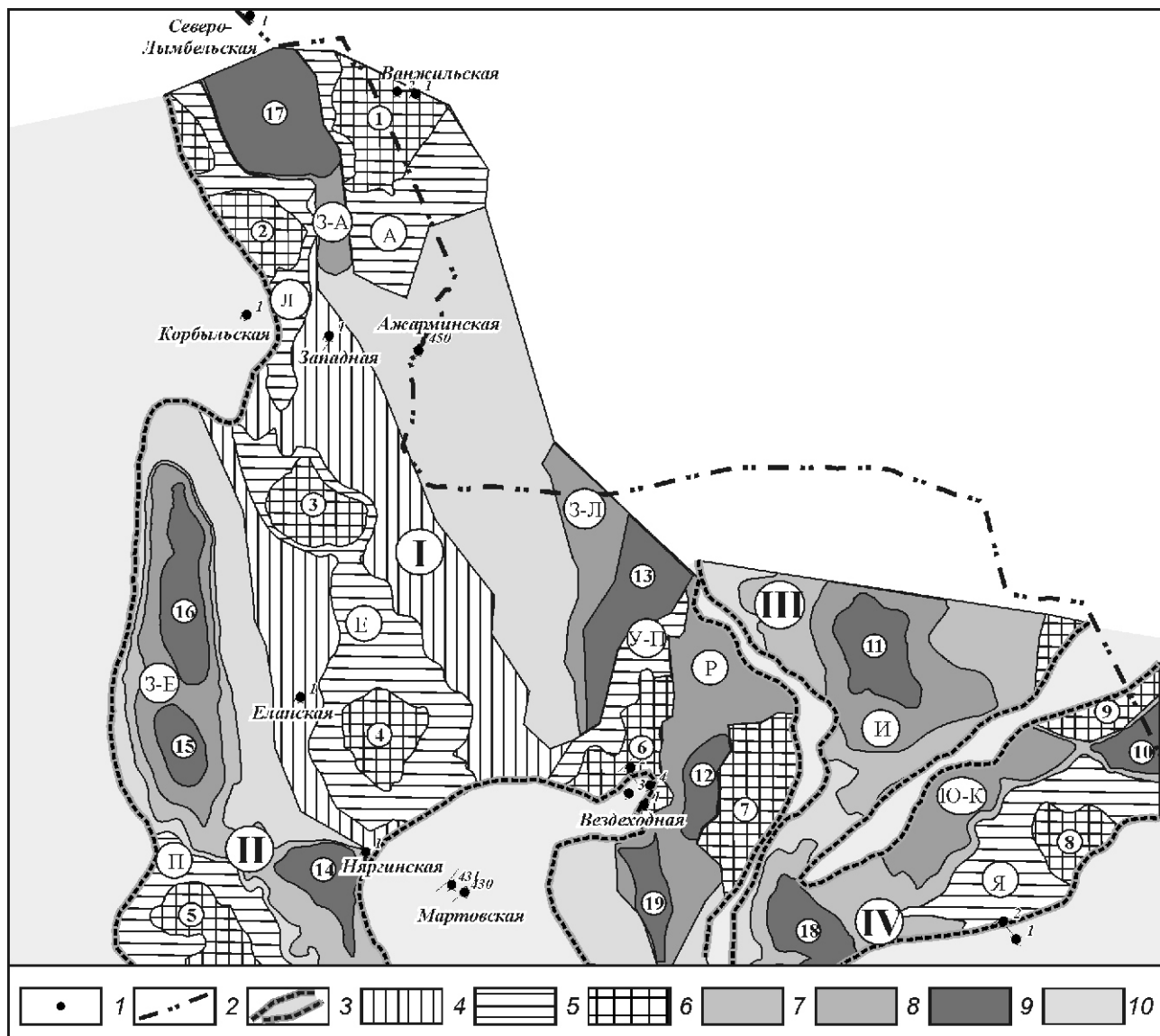


Рис. 4. Тектоническая схема площадей рифей-кембрийских платформенных отложений (восток Томской области):

1 — скважины пробуренные; 2 — граница Томской области; 3 — зоны отсутствия домезозойских отложений; тектонические элементы: положительные, порядок: 4 — I, 5 — II, 6 — III; отрицательные, порядок: 7 — I, 8 — II, 9 — III; 10 — зоны сочленения структур различных порядков, или крупные надпорядковые депрессии; тектонические элементы: I — Райгинский мегавал, II — Восточно-Пайдугинский мезопрогиб, III — Кетская мезовпадина, IV — Орловский мезопрогиб, мезовалы: А — Ажарминский, Е — Елтыревский; мезовыступы: П — Пиковский, У-П — Усть-Пойгинский, Я — Ярский; Ю-К — Южно-Кольчумский мезопрогиб, Ч — Чурбиганская мезовпадина; мезопрогибы: Р — Росомахинский, З-Л — Западно-Лисицинский, З-А — Западно-Ажарминский, З-Е — Западно-Еланская мезовпадина; Л — Лымбельский мезовал; куполовидные поднятия: 1 — Ванжилское, 2 — Северо-Корбыльское, 3 — Райгинское, 4 — Северо-Няргинское, 5 — Варгатский выступ, 6 — Северо-Владимировский выступ, 7 — Белоноговское мезоподняtie, 8 — Чагисейский выступ, 9 — Кольчумский мезовыступ, 10 — Усть-Кедровая впадина, 11 — Центрально-Чурбиганская впадина, 12 — Северо-Котоджанский прогиб, 13 — Журавский прогиб, 14 — Няргинская впадина, 15 — Варгатская впадина, 16 — Северо-Варгатский прогиб, 17 — Восточно-Лымбельская впадина, 18 — Оватская впадина, 19 — Котоджанский прогиб





строение. Верхняя часть представлена высокоамплитудными квазипараллельными отражениями, нижняя в районе Вездеходного выступа и Белоноговского куполовидного поднятия характеризуется хаотическим рисунком сейсмической записи. В северных и северо-западных частях исследуемой территории весь сейсмокомплекс имеет слоистое строение, в юго-восточной — монофациальное.

На большей части рассматриваемой территории рифей-вендский комплекс пород представлен в полном объеме (на временных разрезах развиты отражающие горизонты, контролирующие как кровлю, так и подошву комплекса). Исключение составляет осевая часть Райгинского мегавала, где отражающий горизонт  $\Phi_6$ , а вместе с ним и верхняя (вендская) часть разреза «срезаны» отражающим горизонтом  $\Phi_3$ . Мощность комплекса изменяется от 100—500 м в пределах южной части Вездеходного вала и наиболее приподнятой части Райгинского мегавала до 2500—3000 м в северо-западной части Восточно-Пайдугинской мегавпадины, северной части Западно-Лисицинского мезопргиба и осевой части Кетской мегавпадины.

Как было отмечено ранее, на востоке Томской области наиболее изучена сейсморазведочными работами МОГТ территория, в пределах которой расположены Вездеходная и Белоноговская площади, т.е. зона, где под подошву верхнедевонских отложений выходят породы рифей-вендского комплекса. Наиболее интересными с позиции оценки перспектив нефтегазоносности этих горизонтов являются западный склон *Северо-Вездеходного выступа*, где по результатам структурных построений, выделены две структурно-тектонические ловушки в верхней наиболее акустически дифференцированной части рифей-вендской толщи пород (см. рис. 5, Б). Оба объекта с севера и запада ограничены изогипсами, проведенными на абсолютной отметке минус 4050 м, с юга и запада — тектоническими экранами. Амплитуды объектов составляют порядка 500 м, минимальная глубина залегания кровли комплекса в их пределах 3400—3500 м, суммарная площадь 190 км<sup>2</sup>. Аналогичный объект, достаточно детально изученный сейсморазведкой МОГТ, — *Белоноговское куполовидное мезоподнятия*, приуроченное к наднадвиговой зоне (см. рис. 5, В). С запада ловушка ограничена крупным разломом — надвигом, с юга и востока — изолинией, проведенной на отметке минус 4600 м. Амплитуда объекта составляет порядка 1100 м, минимальная глубина залегания кровли комплекса в его пределах 3500 м, площадь 420 км<sup>2</sup>.

Учитывая большие размеры Райгинского мегавала, а также то обстоятельство, что в пределах этой территории рифей-вендский комплекс пород залегает непосредственно под верхнедевонскими отложениями на доступных для бурения глубинах порядка 3500 м, а в пределах Лымбельского мезовала 2800—3000 м, этот объект также заслуживает внимания (см. рисунки 4, 5, А).

**Венд-нижнекембрийский комплекс пород**, контролируемый горизонтом  $\Phi_5$  в кровле,  $\Phi_6$  в подошве, распространен менее широко. Комплекс полностью отсутствует в пределах Райгинского мегавала, Белоноговского куполовидного мезоподнятия и большей части Вездеходного выступа. Глубина залегания горизонта  $\Phi_5$ , контролирующего кровлю комплекса, изменяется от 2800 м в районе Восточно-Лымбельской впадины до 6800 м в Кетской мегавпадине. Мощность венд-нижнекембрийского комплекса достигает 2500 м. На доступных для бурения глубинах (менее 5500 м) нефтегазоперспективные объекты в венд-нижне-

кембрийском комплексе, вероятно, будут представлены преимущественно структурно-стратиграфическими ловушками (см. рис. 5, Г).

Область распространения *нижнекембрийского комплекса*, контролируемого горизонтами  $\Phi_5$  в подошве,  $\Phi_4$  в кровле еще более сужается. Полный разрез этих отложений присутствует только в южной части Восточно-Пайдугинской впадины, Росомахинском и Западно-Лисицинском мезопргибах, Орловском мегавпадине и Кетской мегавпадине, где горизонт  $\Phi_4$  залегает на глубинах 3400—7000 м. Мощность комплекса в пределах осевых частей крупных депрессий 2000 м.

Как было уже отмечено, нижнекембрийский комплекс пород сложен карбонатами, представляющими интерес в отношении нефтегазоносности. Наиболее перспективны в этом плане, вероятно, рифогенные постройки, одна из которых выявлена по результатам сеймостратиграфического анализа на востоке исследуемой территории. Постройка залегает на глубине порядка 4500—4700 м и может быть изучена глубоким бурением (см. рис. 5, Д). Интерес в отношении нефтегазоносности также могут представлять зоны выклинивания комплекса, где развиты объекты структурно-стратиграфического типа (см. рис. 5, Г).

**Средне-верхнекембрийский комплекс** пород на исследуемой территории распространен ограниченно и развит в основном в осевой части Кетской мегавпадины, где залегает на глубинах 3700—4800 м и его мощность составляет 1200 м.

Нефтегазоперспективные объекты в этом комплексе также будут представлены преимущественно структурно-стратиграфическими ловушками.

По результатам выполненных исследований была построена геологическая карта восточных районов Томской области со снятыми девонскими и более молодыми отложениями, на которой показаны зоны выхода под горизонт  $\Phi_3$  пород, слагающих различные сейсмогеологические комплексы.

**Верхнедевонский сейсмокомплекс**, залегающий в верхней части палеозойских отложений, развит в пределах всей зоны платформенных домезозойских отложений. Мощность комплекса достигает 900 м.

Таким образом, результаты структурного и сейсмофациального анализа позволяют отметить, что на рассматриваемой территории существуют условия, благоприятные для формирования различных типов ловушек, способных аккумулировать значительные залежи углеводородов: антиклинальные, структурно-стратиграфические, структурно-тектонические, связанные с рифовыми фациями и др. Важно отметить и то обстоятельство, что все сейсмокомплексы в различных частях рассматриваемого района залегают на глубинах, доступных для бурения.

**История развития.** Кратко остановимся на истории развития исследуемой территории в докембрии и палеозое. В рассматриваемом регионе толщины сейсмокомплексов, входящих в рифей-кембрийские платформенные отложения, в пределах территорий, где они представлены в полном объеме, изменяются не существенно, что свидетельствует о том, что во время их формирования имел место достаточно спокойный тектонический режим. В то же время современное строение рифей-кембрийских отложений позволяет отметить наличие крупных разломов, в т.ч. надвигов, вертикальное смещение геологических поверхностей по которым достигает 3—5 км. Как уже было отме-



чено, к востоку от района работ кембрийский комплекс согласно перекрыт еще одним сейсмокомплексом. Факт согласного залегания, а также значительная мощность перекрывающего комплекса «заставляет» датировать эти отложения ордовиком—силуrom.

Учитывая эти обстоятельства, а также то, что вышележащие верхнедевонские отложения не подвержены влиянию высокоамплитудных разрывных нарушений, можно предположить, что в раннем—среднем девоне произошла активизация тектонической жизни рассматриваемого региона, которая привела к существенной дифференцированности рельефа и образованию крупных структур таких как Райгинский мегавал, Усть-Пойгинский и Росомахинский мезовыступы, Восточно-Пайдугинская и Кетская мегавпадины и др. Вслед за этим в пределах наиболее контрастных положительных тектонических элементов отложения верхних комплексов были размыты, а в пределах депрессионных зон захоронены. Учитывая, что на востоке Томской области сохранность отложений ордовика—силура—нижнего—среднего девона трудно предположить даже по сейсмическим данным, вероятно, вся эта территория в ранне-среднедевонское время представляла собой область денудации. Поскольку к северу — в направлении Кетской мегавпадины — глубины залегания докембрийских и палеозойских отражающих горизонтов возрастают и толщина платформенных отложений увеличивается (за счет появления более молодых сейсмокомплексов), можно думать, что далее в более северных районах будет развит более полный разрез палеозойских отложений. Кроме того, наличие крупных областей денудации связано с наличием крупных областей седиментации, которые также, вероятно, простираются далеко на север. На правомочность такой гипотезы указывает и характер сейсмической записи на временных разрезах, полученных на территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. В частности, на временном разрезе по региональному профилю 31, пересекающему территорию Западной Сибири на широте Обской губы ниже горизонта контролирующего подошву триасового комплекса, фиксируется серия отражений, подчеркивающих платформенный характер более древних образований.

**В заключение,** подводя итог характеристике геологического и тектонического строения восточных районов Томской области, прилегающих территорий Красноярского края и Ханты-Мансийского автономного округа, отметим, что имеющиеся геолого-геофизические материалы позволяют сделать вывод о том, что в Предьенисейской зоне разрез рифей-кембрийских осадочных толщ в значительной степени аналогичен разрезу Восточной Сибири. В то же время современное тектоническое строение этих отложений, для которого характерно наличие крупных высокоамплитудных разломов, зон надвигов и других, не типично для относительно спокойной в тектоническом плане Сибирской платформы. Такое обстоятельство, вероятно, позволяет рассматривать предьенисейскую часть Западной Сибири как активную окраину Сибирского кратона. В целом проведенный анализ дает основание предполагать развитие в левобережье р.Енисей, крупного поля докембрийских и палеозойских отложений платформенного типа.

Следует отметить, что как в Красноярском крае, так и в восточных районах Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа в домезозойских толщах, вероятно,

шли активные процессы нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции. Геохимические исследования органического вещества, выполненные в Институте геологии нефти и газа (ИГНГ СО РАН), показали, что нефти из отложений кембрия, вскрытые скважиной Лемок-1, подобны нефтям, полученным из рифея Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции. Эти данные в совокупности с сейсмогеологическими материалами позволяют предполагать, что источником углеводородов в левобережье р.Енисей также являются рифейские черносланцевые отложения, обладающие высоким генерационным потенциалом [7, 9].

В результате проведенного анализа еще раз подчеркнем, что имеющиеся геолого-геофизические материалы, на наш взгляд, дают возможность рассматривать восточные предьенисейские районы Западной Сибири в качестве одного из наиболее перспективных источников прироста запасов нефти и газа на территории провинции. В настоящее время зона развития рифей-палеозойских платформенных отложений левобережья р.Енисей в ИГНГ СО РАН названа *Предьенисейская нефтегазоносная субпровинция* (академик А.Э.Конторович).

Поскольку геолого-геофизические данные позволяют предполагать развитие платформенных рифей-палеозойских отложений, обладающих высоким потенциалом, на территории Томской области, Красноярского края, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, это выводит проблему изучения Предьенисейской нефтегазоносной субпровинции не только на региональный, но и на федеральный уровень.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бененсон В.А.* Геолого-геофизические особенности доверхнепалеозойских отложений Западно-Сибирской плиты в связи с их нефтегазоносностью // Геология нефти и газа. 1989. № 12. С. 6—10.
2. *Бульникова А.А., Резапов А.Н., Пучкина В.В.* и др. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Приенисейской части Западно-Сибирской низменности // Тр. СНИИГМС. 1968. Вып. 41.
3. *Дашкевич Н.Н., Каишанов В.А.* Платформенные отложения палеозоя и подсольевые комплексы докембрия левобережья р.Енисей — новый объект нефтегазопоисковых работ // Докл. АН СССР. 1990. Т. 315. № 5. С. 1187—1191.
4. *Трофимук А.А., Каишанов В.А., Филиппов Ю.Ф.* и др. Домезозойские комплексы левобережья Енисея — объект наращивания минерально-сырьевой базы нефтяной и газовой промышленности // Докл. АН. 1998. Т. 361. № 3. С. 384—387.
5. *Елкин Е.А., Конторович А.Э., Сараев С.В.* и др. Новые данные по стратиграфии палеозоя крайнего юго-востока Западно-Сибирской плиты (по материалам глубокого бурения на Вездеходной площади, Томская область) // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 7. С. 943—951.
6. *Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К.* и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. — М.: Недра, 1975.
7. *Конторович А.Э., Ефимов А.С., Кригин В.А.* и др. Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности кембрия и верхнего протерозоя западной окраины Сибирской платформы (левобережье Енисея) // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 12. С. 1615—1636.
8. *Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф.* и др. Предьенисейская нефтегазоносная субпровинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири. Геодинамическая эволюция литосферы центрально-азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) // Материалы научного совещания по Программе фундаментальных исследований. — Иркутск, 2003. С. 123—127.
9. *Костырева Е.А., Данилова В.П., Меленевский В.Н.* и др. Геохимия органического вещества палеозойских отложений востока Томской области (на примере разреза скв. Вездеходная-4) // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 7. С. 1086—1091.