

УДК 553.24.00: 553.981.4 (47:211)

## ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕГАЗОНОСНЫХ БАСЕЙНОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

© 2015 А.И. Гресов<sup>1,2</sup>, А.И. Обжиров<sup>1</sup>, А.В. Яцук<sup>1,3</sup>, Р.Б. Шакиров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, 690041;  
e-mail: gresov@poi.dvo.ru,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, 634050;

<sup>3</sup>Дальневосточный Федеральный Университет, Владивосток, 690091

Охарактеризованы основные геотектонические формирования углегазоносных бассейнов Северо-Востока России. Выделено шесть тектоно-генетических типов угольных бассейнов, характеризующихся различной газоносностью и положением в геоструктурах региона. Установлена доминирующая роль тектонического фактора в формировании в углегазоносных формациях газов полигенезисного состава, блоковой газовой зональности, залежей свободного газа и газоносности бассейнов в условиях развития многолетней мерзлоты.

*Ключевые слова:* углегазоносный бассейн, геоструктурное положение, тектоника, газовая зональность, газоносность.

### ВВЕДЕНИЕ

В геоструктурном плане территория Северо-Востока России представляет собой гетерогенную систему крупных элементов земной коры, характеризующихся сложным и неоднородным геологическим и тектоническим строением. Практически во всех геоструктурах встречаются угольные бассейны, различающиеся размерами, мощностью угленосных отложений и их возрастом, угленосностью и метаморфизмом угля, тектоническим строением и газоносностью. Большинство бассейнов характеризуются высокой метаноносностью угольных пластов до 30 м<sup>3</sup>/т.с.б.м (тонна сухой беззольной массы), значительными перспективами для извлечения метана (около 1 трлн. м<sup>3</sup>) и по своей геолого-промышленной значимости относятся к *углегазоносным* (Гресов, 2012).

Геоструктурное положение и тектоническое строение углегазоносных бассейнов являются основными факторами, влияющими на распределение природных газов, газовой зональности, мощности мерзлоты, метаноносности угольных пластов и залежей свободного газа. Обобщение и сравнительный анализ, имеющихся материалов, выявление геотектонических условий формирования углегазоносных бассейнов позволяет приблизиться к пониманию тектоно-

генетической природы их высокой газоносности (метаноносности) и достоверному ее прогнозу на слабоизученных угленосных площадях региона. Освещению этих актуальных проблем посвящена настоящая работа.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу работы положены методы геоструктурного и сопоставительного анализа расположения угольных бассейнов, их формационного выполнения и угленосности, метаморфизма углей и газоносности. В сопоставительном геолого-газовом анализе использованы данные более 25000 определений природной метаноносности углей и вмещающих пород. Хроматографические исследования выполнены в лаборатории газогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН (Е.В. Мальцевой, О.Ф. Верещагиной) на хроматографах Газохром 2000 и Кристалл Люкс 4000М (Россия). Исследования изотопного состава углерода метана выполнялись в лабораториях Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе МГРИ-РГГРУ (О.И. Кропотовой), Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Дальневосточного геологического института ДВО РАН ДВО РАН (А.В. Игнатьевым) и Университета Нагойя (Уруму Цуногаи).

### ГЕОСТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ФОРМАЦИОННЫЙ СОСТАВ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

В пределах территории Северо-Востока России выделяются складчатые системы и области, срединные массивы и вулканогенные пояса. На значительной площади приморских арктических низменностей складчатые структуры перекрыты молодыми плитными образованиями. Основными геоструктурами региона являются Сибирская платформа, Верхояно-Чукотская складчатая система, Колымо-Омолонский, Охотский срединные массивы и Охотско-Чукотский вулканогенный пояс. Геоструктурные элементы контактируют между собой, как правило, по глубинным разломам (рис. 1).

В пределах Верхояно-Чукотской складчатой системы выделяются Яно-Колымская, Новосибирско-Чукотская и Охотско-Чукотская области мезозойской складчатости, разделенные Колымо-Омолонским срединным массивом и Охотско-Чукотским вулканогенным поясом. Установлено закономерное омоложение складчатости региона в восточном направлении: от протерозойской – Сибирской платформы к кайнозойской – Тихоокеанского побережья (Подольян и др., 1999; Тильман, 1973; Фандюшкин, 2006).

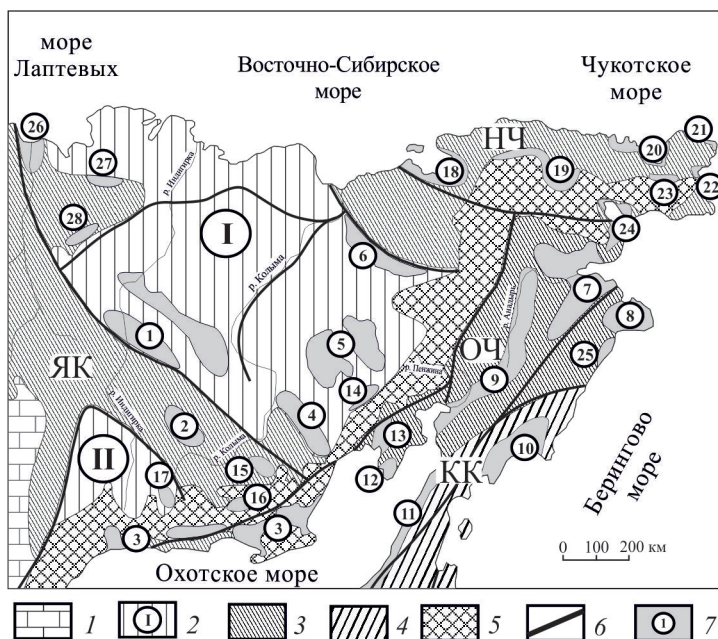
В разрезах Яно-Колымской складчатой миогеосинклинальной области обособляются геосинклинальный рифейско-среднепалеозойский комплекс карбонатных и терригенно-карбонат-

ных ассоциаций и комплекс формаций терригенного типа (С2–J3), известного под названием «верхоянского» (Геология ..., 1970).

В пределах Колымо-Омолонского срединного массива установлены два структурных этажа. Нижний сложен складчатым метаморфическим комплексом архея, нижнего и среднего протерозоя, представляющим фундамент; верхний – образован многоярусным платформенным чехлом широкого возрастного диапазона – от верхнего протерозоя до кайнозоя включительно (Геология ..., 1970).

В геологическом строении Охотского срединного массива участвуют верхнепермские, триасовые, юрские вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования, а также континентальные отложения верхней юры и нижнего мела, частично перекрытые поздне меловыми вулканогенными толщами (Подольян и др., 1999).

Север Корьякско-Камчатской кайнозойской складчатой области характеризуется резкой тектонической дифференцированностью, широким развитием покровных структур и омоложением однотипных формаций в сторону Тихого океана. В северной части области выделяются две структурно-формационные складчатые зоны: Западно-Камчатско-Корьякская и Восточно-Камчатско-Олюторская. Вкрест простирания структур при переходе от северо-западной Западно-Камчатско-Корьякской зоны к краевой Восточно-Камчатско-Олюторской возраст нижней молассы последовательно изменяется от позднего альба до среднего миоцена. Верхняя моласса позднеорогенного этапа развития земной коры начинается с верхнесенон-датских или палеоцен-эоценовых грубообломочных вулканогенных образований и включает в себя мощный



**Рис. 1.** Схема структурно-тектонического районирования и расположения угольных бассейнов Северо-Востока России (по Фандюшкину, 2006): 1 – Сибирская платформа, 2 – срединные массивы: I – Колымо-Омолонский, II – Охотский. Области: 3 – мезозойской, 4 – кайнозойской складчатости: ЯК – Яно-Колымская, НЧ – Новосибирско-Чукотская, ОЧ – Охотско-Чукотская, КК – Корьякско-Камчатская; 5 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 6 – основные глубинные разломы, 7 – угольные бассейны и угленосные площади: 1 – Зырянский, – Аркагалинский, 3 – Охотский, 4 – Омсукчанский, 5 – Омолонский, 6 – Анюйский, 7 – Анаьрский, 8 – Беринговский, 9 – Пенжинский, 10 – Олюторский, 11 – Западно-Камчатский. 12 – Тайгоноская, 13 – Гижигинская, 14 – Пареньская, 15 – Малтанская, 16 – Хасынская, 17 – Челомджинская, 18 – Чаунская, 19 – Чаун-Чукотская, 20 – Ванкаремская, 21 – Уэленкая, 22 – Игельхвеемская, 23 – Восточно-Чукотская, 24 – Залива Креста, 25 – Хатырская, 26 – Тастахская, 27 – Янская, 28 – Ольджойская.

(до 3-4 км) кайнозойский комплекс (Агапитов, Иванов, 1969; Александров и др., 1975; Подолян и др., 1999).

В процессе геолого-исторического развития региона во всех геоструктурах или районах их сочленения сформировались разновозрастные угольные бассейны. Наиболее древние из них с верхнеюрско-нижнемеловой угленосностью приурочены к зонам сочленения Колымо-Омолонского и Охотского срединных массивов с Яно-Колымской складчатой областью и Охотско-Чукотским вулканогенным поясом (Зырянский, Омсукчанский, Омолонский и др.). К району сочленения Колымо-Омолонского срединного массива и Новосибирско-Чукотской складчатой области приурочено формирование Анюйского бассейна; Новосибирско-Чукотской складчатой области и Охотско-Чукотского вулканогенного пояса – Чаун-Чукотской, Восточно-Чукотской и других площадей с нижнемеловой угленосностью. В кайнозойское формирование угленосных структур происходило как во внутренних, так и во внешних частях мезозойского Яно-Колымской складчатой области в Аркагалинском бассейне, в пределах Янской, Тастахской, Ольджойской угленосных площадей; в Новосибирско-Чукотской складчатой области – Чаунской, Ванкаремской, Уэленской и др. угленосных площадей; в Охотско-Чукотской – Охотском бассейне, Гижигинской, Хатырской и др. площадей. К структурам Охотско-Чукотской складчатой области приурочены также такие крупные бассейны как Анадырский, Беринговский и Пенжинский, угленосность которых связана с отложениями верхнего мела и кайнозоя. К структурам Восточно-Камчатско-Олюторской структурно-формационной складчатой зоны Корякско-Камчатской складчатой области приурочен Олюторский бассейн миоценового возраста, к Западно-Камчатско-Корякской – палеогеновые каменноугольные месторождения Пусторецко-Паланской площади, сформированные в пределах Куюльско-Парапольской и Центрально-Камчатско-Вывенской глубинных шовных зон, разграниченных Центрально-Камчатским вулканогенным поясом. Специфической особенностью угольных бассейнов и угленосных площадей Северо-Востока России является наличие толщ многолетнемерзлых пород мощностью до 300 м (Подолян и др., 1999; Фандюшкин, 2006).

Формирование угольных бассейнов региона происходило главным образом на **орогенной стадии развития** земной коры. Геосинклинальная стадия, характеризующаяся накоплением подводных, преимущественно кремнисто-вулканогенных и флишевых формационных комплексов в настоящей работе не рассматривается, поскольку формирование продуктивной угленосности

для нее в пределах исследуемого региона не свойственно. Платформенная стадия в пределах региона только зарождается, а немногочисленные кайнозойские структуры, сложенные неогеновыми угленосными отложениями платформенного облика отнесены (Иванов, 1985; Фандюшкин, 2006) к орогенной стадии.

В основу выделения угольных бассейнов орогенной группы положено представление (Милановский, 1996) о ниже- и верхнемолассовых формациях, соответствующих ранней и позднеорогенной тектоническим стадиям. **Молассовая формация** – одна из важнейших и наиболее распространенных осадочных формаций исследованного региона, характеризующаяся значительной мощностью (до 7-8 км) и высокими скоростями накопления осадков (до 4 см/100 лет). Типичными компонентами молассовых отложений региона являются конгломераты, гравелиты, разнозернистые песчаники, алевролиты, аргиллиты и угли. Молассовым формациям свойственна постепенная смена мелководно-морских осадков прибрежно-морскими и континентальными, хотя строгой закономерности в смене фаций может не наблюдаться из-за быстрых и частых вертикальных и латеральных изменений. Типичным признаком молассовых отложений является их цикличность, обусловленная частой фациальной изменчивостью по вертикали. Для молассовых формаций характерна их высокая насыщенность органическими остатками.

Раннеорогенная стадия развития мезозойского региона ограничивается чаще всего временем от оксфорда до апта или начала альба включительно. Позднеорогенный этап, фиксируемый верхней континентальной молассой и полями субэаральных вулканитов Охотско-Чукотского пояса, охватывает альбское и сеноманское время. При этом смена геосинклинальных формаций морскими (нижними) и континентальными (верхними) молассами в конкретных районах происходила не однонаправлено и не одновременно. В нижнемолассовой формации преобладают морские отложения, основная роль в которых принадлежит пелитовым и песчаным осадкам. В верхнемолассовой формации доминируют континентальные отложения, где главную роль играют грубообломочные породы, развитые преимущественно в прибортовых частях впадин и повсеместно в нижней части разреза. В фациальном составе верхнемолассовых отложений широко развиты русловые и пойменные фации; для пород характерны слабая сортировка, литификация и окатанность обломочного материала. В большинстве случаев верхнемолассовая формация характеризуется более высокой угленосностью по сравнению с нижнемолассовой.



Угленосные бассейны и площади, в которых выделяются *нижне и верхнемолассовые комплексы пород* и подстилающие их формации *предшествующей геосинклинальной стадии развития*, являются наиболее распространенным типом осадочных углегазоносных и углепетрогазоносных бассейнов региона, характеризующиеся средней и высокой метаноносностью угольных пластов. С ними связаны основные промышленные запасы бурых, каменных углей и основные перспективные для извлечения ресурсы сорбированного, свободного и растворенного метана Зырянского, Анадырского, Беринговского, Западно-Камчатского и др. бассейнов. Бассейны и площади региона (Охотский, Гижигинская, Малтанская и др.), сложенные только верхнемолассовыми отложениями, характеризуются низкими значениями метаноносности угольных пластов и отсутствием в настоящее время перспективных для извлечения ресурсов метана (Гресов, 2012; Подолян и др., 1999; Фандюшкин, 2006;).

Поскольку многие вопросы тектоники региона трактуются неоднозначно, за основу структурно-тектонического и генетического классифицирования углегазоносных бассейнов и площадей Восточной Арктики и Северо-Востока России принят *принцип обособления региональных геоструктур по возрасту заключительной складчатости*. Данный принцип положен в основу структурно-тектонической классификации углегазоносных бассейнов и площадей региона (табл. 1), базовые основы которой были представлены в работах (Подолян и др., 1999; Фандюшкин, 2006; Фандюшкин, Гресов, 2006).

Таким образом, угольные бассейны и угленосные площади региона приурочены к орогенной группе трех тектоно-генетических классов угольных бассейнов: ***вулканических поясов, срединных массивов и складчатых областей***. Классы, в свою очередь, по типу материнских палеоструктур подразделяются на шесть основных типов, характеризующихся различной газоносностью: наложенных вулкано-тектонических впадин *низкой газоносности* и метаноносностью угольных пластов менее 5 м<sup>3</sup>/т.с.б.м (тонна сухой беззольной массы) (I тип), приразломных наложенных впадин срединных массивов (II), наложенных впадин мезозойской области складчатости (III), орогенных наложенных прогибов (IV) *средней газоносности* и метаноносностью угольных пластов до 12 м<sup>3</sup>/т.с.б.м, наложенно-унаследованных внутрискладчатых прогибов (V), наложенно-унаследованных рифтогенных прогибов и глубинных шовных зон (VI тип) *средней и высокой газоносности* с метаноносностью угольных пластов 12-20 м<sup>3</sup>/т.с.б.м. на глубинах до 600 м (ограничения метаноносности связаны с

максимальной глубиной распределения продуктивной угленосности в ряде бассейнов региона в мелких структурах).

Максимальная метаноносность угольных пластов (до 30 м<sup>3</sup>/т.с.б.м на гор. 900–1200 м) установлена в бассейнах V–VI типов, характеризующихся развитием верхне – и нижнемолассового формационных комплексов углепетрогазоносных пород, максимальной мощностью угленосных отложений (до 3700 м, Зырянский, Западно-Камчатский бассейны), высокой угленасыщенностью (до 100 и более угольных пластов с мощностью до 38.8 м, в том числе рабочих – несколько десятков), минимальной мощностью зон газового выветривания (100-200 м) и мерзлоты (10–200 м). Угольные пласты сформировались под комплексным воздействием регионального, регионально-термального, термального и контактно-термального метаморфизма (марочный состав угля – от газовых до антрацитов). Для данных бассейнов характерны интенсивное развитие пликативной и разрывной тектоники (разломов), свободных газопроявлений (> 300) и нефте- и битумопроявлений, формирование основных для региона перспективных для извлечения ресурсов свободного и сорбированного метана (около 1 трлн. м<sup>3</sup>, с плотностью распределения до 555 млн м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> (табл. 1)).

Минимальной метаноносностью угольных пластов (< 5 м<sup>3</sup>/т.с.б.м) характеризуются бассейны и площади наложенных вулкано-тектонических впадин (I тип) с развитием только верхнемолассового формационного комплекса и вулканизма (Охотский бассейн, Малтанская, Гижигинская площади). Для этих бассейнов и площадей характерно формирование регионально-метаморфизованных углей низкой стадии метаморфизма (O<sub>1</sub>-I, марочного состава 1Б-Д) в мелких структурах (< 600 м) с незначительной мощностью угленосных отложений (первые сотни м, количество угольных пластов от единичных до десяти), а также относительно слабое развитие разрывной нарушенности, значительная мощность зоны газового выветривания (до 400 м), отсутствие свободных метанопроявлений и перспективных для извлечения ресурсов метана.

Промежуточное положение занимают углегазоносные бассейны и площади приразломных наложенных впадин срединных массивов, орогенных наложенных прогибов и наложенных впадин мезозойской области складчатости (II–IV типов) с метаноносностью пластов до 20 м<sup>3</sup>/т.с.б.м на глубинах 900-1200 м (Гресов, 2014). Данные бассейны и площади характеризуются средним развитием пликативной и разрывной тектоники (разломов), значительной мощностью угленосных отложений верхне – нижнемолассового комплекса (до 2700 м, Анадырский

Таблица 1. Структурно-тектоническая классификация углегазоносных бассейнов и площадей Северо-Востока России.

		Орогенная					
Группа (по стадии тектонического развития)		Вулканических поясов	Срединных массивов	наложенных впадин мезозойской области складчатости	орогенных наложенных прогибов	наложенно-унаследованных внутри-складчатых прогибов	наложенно-унаследованных рифтогенных прогибов и глубинных шовных зон
Класс (по положению в геоструктурах)		наложенных вулканно-тектонических впадин	приразломных наложенных впадин	наложенных впадин мезозойской области складчатости	орогенных наложенных прогибов	наложенно-унаследованных внутри-складчатых прогибов	наложенно-унаследованных рифтогенных прогибов и глубинных шовных зон
Тип (по характеру магеринских палеоструктур и газоносности)		<i>Среднегазоносный</i>					
		<i>Низкогазоносный</i>	<i>Среднегазоносный</i>	<i>Среднегазоносный</i>	<i>Среднегазоносный</i>	<i>Средне-высокогазоносный</i>	<i>Среднегазоносный</i>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>Периоды угленакопления, характерные угольные бассейны и угленосные площади</b>							
Неоген	Кайнозой	Охотский	-	Аркагалинский	Анадырский	-	Олоторский
Палеоген		Гижигинская	-	-	Анадырский	Беринговский	Пенжинский Западнo-Камчатский
Мел-поздняя юра	Мезозой	Малтанская	Омолонский Челомджинская	Аркагалинский	Анадырский	Омукчанский Тайгоноская Пареньская Чаун-Чукотская	Зырянский Аноийский Пенжинский
<b>Геолого-газовые показатели</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Тектоническое строение бассейнов		Брахискладки, грабены, разломы в Mz характерны, в Kz – редки	Брахискладки, моноклинали; характерны разломы	Брахискладки; в K2 разломы характерны, в N – редки	Брахискладки, моноклинали; характерны разломы	Брахискладки; характерны разломы	Брахискладки, моноклинали; характерны разломы
Мощность угленосных отложений, м		Первые сотни	Сотни	Сотни	Первые тысячи	До тысячи	Первые тысячи

Таблица 1. Окончание.

Количество угольных пластов	От единиц до десятков	От единиц до десятков	К <sub>2</sub> – единицы, N <sub>1</sub> – десятки	До 100	Первые десятки	100 и более
Количество рабочих пластов	От единиц до 10, К <sub>2</sub> – тонкие, К <sub>1</sub> , Кz – средние и мощные	От единиц до 10, преобладают тонкие	Единицы, в т.ч. мощные и сверхмощные	Десятки, К <sub>2</sub> – тонкие и средние, Кz – средние и мощные	От единиц до 10	Несколько десятков, мощных – до 10
Проявление вулканизма	К – интрузии, пирокластика, N – не свойственно	Значительная примесь пирокластики	Не свойственно	Характерно в палеогене	Не свойственно	Не свойственно
Формационные комплексы	Верхне-молассовый	Верхне-нижнемолассовый	Верхний и верхне-нижнемолассовый	Верхне-нижне-молассовый	Верхне-нижне-молассовый	Верхне-нижне-молассовый
Возраст углеобразования, метаморфизма, марочный состав углей	К <sub>2</sub> – ТМ*, Д***, N <sub>1</sub> – РМ*, 1Б–3Б***	J <sub>3</sub> , K <sub>1</sub> , РМ*, Д, Г***	К <sub>2</sub> – РМ*, Д–ГЖ***; N <sub>1</sub> – РМ*, 1Б–3Б***	К <sub>2</sub> – РМ*, Д–ГЖ***; Кz – РМ*, 2Б–Д***	К <sub>2</sub> , Рg – РМ*, РТМ*, Г–Ж***; К <sub>1</sub> – ТМ*, КТМ*, Т–А***	К <sub>1</sub> – РТМ*, Д–К***, К <sub>2</sub> – РМ*, 3Б–Г***
Мощность мерзлоты	20–160	40–240	70–300	70–220	30–160	10–200
Нефтегазоносность	Не свойственна	Возможна	Возможна	Установлена	Возможна	Установлена
Свободные метанопроявления	Не установлены	Единичные	Более 30	Более 50	Более 100	Более 100
Мощность зоны газового выветривания, м	Кz – более 600 Mz – 350–450	200–400	150–400	200–250	100–200	100–150
Метаноносность, м <sup>3</sup> /т.с.б.м**	2–5	6–12	3–12	6–12	10–18	12–20
Перспективные ресурсы СH <sub>4</sub>	Отсутствуют	Более 50	Более 25	Более 50	Более 200	Более 600
Плотность ресурсов, млн. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	-	30–90	15–80	30–100	40–205	75–555

Примечание: РМ\* – региональный, РТМ\* – регионально-термальный, ТМ\* – термальный, КТМ\* – контактно-термальный. \*\* – на гор. 300–600 м. \*\*\* – марочный состав угля, согласно ГОСТ 25543-88.

бассейн), относительно высокой угленосностью (несколько десятков угольных пластов мощностью до 31.9 м), широким диапазоном развития регионально-метаморфизованных углей (стадии метаморфизма  $O_1$ -II и марочного состава 1Б-Г) верхнеюрского-неогенового возраста, а также установленной нефтегазонасностью отложений (Анадырский бассейн, Хатырская площадь) и средними ресурсами перспективных для извлечения ресурсов метана (~140 млрд. м<sup>3</sup>, с площадной плотностью распределения до 100 млн. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> (табл. 1)).

Прогнозные возможности классификации выражаются в том, что определяя тип угольного бассейна или угленосной площади по самым общим геологическим данным и его современному геоструктурному положению и формационному составу, можно прогнозировать: характер его гетерогенности и характер изменения по разрезу и площади пликтивных и дизъюнктивных дислокаций; особенности проявления магматизма и степень метаморфизма углей; количество и возможные комбинации структурных, угленосных, углегазонасных, углефтегазонасных комплексов пород; формационные особенности этих комплексов, характер и масштабы угленосности, метанонасность угольных пластов и метаноресурсный потенциал, то есть на стадии проектных работ решать вопросы методики разведки и комплексного освоения углегазонасных и углефтегазонасных бассейнов и площадей.

Все вышеизложенное характеризует **структурно-генетический и структурно-формационный аспекты** формирования углегазонасных бассейнов, площадей и месторождений Северо-Востока России.

### ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФАКТОР И ГАЗОНАСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

Установлено, что основная роль в формировании газонасности принадлежит тектоническому фактору. В ряде структурно-формационных зон региона, как указывалось ранее, формирование угольных и нефтегазонасных формаций происходило в общих структурно-формационных зонах и осадочных бассейнах Верхояно-Чукотских мезозой (Зырянский, Анадырский, Пенжинский и др. бассейны) и Камчатских кайнозой (Олюторский, Западно-Камчатский). Территориальное и совместное залегание пластов угля, залежей и скоплений природного газа и нефти позволяет оценивать эти бассейны как *угленефтегазонасные*. Нефтегазонасные и газонасные отложения, вследствие межформационного газопереноса по зонам разломов и процессов диффузии, являются

не только источниками формирования в угленосных толщах полигенезисных углеводородных газов (УВГ), но и высокой метанонасности угольных пластов – природных сорбентов различных по генезису газов. При этом, основная роль в формировании **компонентного состава газа** в углегазонасных (УГБ) бассейнах принадлежит тектоническому фактору, влияние которого многофункционально. С одной стороны тектонические условия благоприятствуют процессам сохранения и накопления природных газов (ПГ) в тектоно-структурных коллекторах, с другой – их межформационной миграции и дегазации угленосных толщ. Данные газодинамические процессы в геолого-историческом плане протекают в УГБ практически одновременно с формированием полигенезисного состава ПГ угленосных отложений из сингенетических и миграционных газов (Гресов, 2012, 2014).

К *сингенетическим газам* – относятся ПГ, образовавшиеся в угольных бассейнах при региональном, термальном и контактно-термальном метаморфизме углестого вещества, а также газы химических, биохимических реакций и бактериального происхождения. К этому же типу ПГ относятся газы, образованные в процессе диагенеза, как результат различных химических и биохимических реакций на начальных этапах формирования угленосных толщ. Все они, по-видимому, за исключением остаточного азота, мигрировали в атмосферу. Развитие во всех углегазонасных бассейнах региона мощной толщи многолетнемерзлых пород мощностью до 300 м исключает формирование в углегазонасных толщах скоплений и залежей газа в гидратной форме (гидратопроявления Зырянского бассейна). Газы этой группы составляют основную часть газового баланса углегазонасных отложений.

К *миграционным газам* относятся ПГ, поступающие в угленосные отложения из атмосферы и подстилающих отложений. По происхождению это атмосферные, метаморфические, магматические, радиогенные, глубинные и другие газы. К основным миграционным газам УГБ относятся метаморфические углеводородные газы (УВГ),  $H_2$ ,  $He$  и др., мигрирующие из газонасных и нефтегазонасных отложений. Установлено, что для нефтяных, газонефтяных, нефтегазовых и газовых месторождений России отношение  $iC_4H_{10} / nC_4H_{10}$  (бутановый коэффициент) имеет корреляционно-генетическое значение и изменяется от 0.3 до 1.1 (Никонов, 1961). Аналогичные отношения  $iC_4H_{10} / nC_4H_{10}$  для газовых залежей региона по данным (Алексеев др., 1981; Гресов, 2011; Карпов, Раабен, 1978; Кудрявцева, Лобков, 1984) составляют в среднем 89 %, конденсатно-газовых – 94 %, нефтегазовых, газонефтяных – 98 % и нефтяных – 97 %. В составе ПГ угленосных



отложений УГБ Северо-Востока России (выборка более 2500 проб газа) также установлены УВГ с показателями бутанового коэффициента от 0.3 до 1.1, составляющие в среднем 24–39 % от общего количества определений (Гресов, 2011, 2012, 2014; Гресов и др., 2013; Гресов, Обжиров, 2008; Гресов, Яцук, 2013).

В качестве признака генетической связи между газами углегазоносных толщ и газоносных и нефтегазоносных формаций региона авторами также была использована классификация (Никонов, 1961), в которой УВГ угольных месторождений рассматриваются в качестве членов определенной системы, т. е. как совокупность взаимосвязанных и расположенных в определенном порядке элементов какого-то целостного образования. Это всегда круто нисходящее распределение индивидуальных углеводородов (УВ –  $C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ ) в сторону высокомолекулярных членов или  $C_n > C_{n+1}$ . Специфической же особенностью нефтегазоносных формаций является незакономерное распределение ряда индивидуальных УВ, когда возможны случаи  $C_n = C_{n+1}, C_n < C_{n+1}$ . Причем максимальные значения может иметь любой из УВ. Из рассмотренных 2524 проб газа, отобранных в углегазоносных бассейнах региона, в 1684 случаях закономерность  $C_n > C_{n+1}$  соблюдалась, но в 840 – нарушалась. При рассмотрении местоположения последних установлено, что практически все они отобраны в зонах крупных тектонических нарушений (Гресов, 2011, 2012, 2014).

Таким образом, *не менее трети метана УГБ региона, по-видимому, представлена миграционным метаном подстилающих газоносных и нефтегазоносных отложений. При этом, основная роль в перераспределении УВГ других газов, по-видимому, принадлежит тектоническому фактору, подчиненная – процессам природной диффузии.*

Наличие в углегазоносных отложениях региона газов различного генезиса также подтверждается результатами анализов изотопного состава углерода  $\delta^{13}C$   $CH_4$ , варьирующего в пределах от -23.7 до -93.9 ‰. Установлено, что показатели  $\delta^{13}C$   $CH_4$  подстилающих угленосные толщи газовых, газоконденсатных, газонефтяных и нефтегазовых залежей изменяются от -23.0 до -45.4 ‰ (Алексеев и др., 1981; Гресов, 2011, 2012, 2014; Кудрявцева, Лобков, 1984; Худяков, 1986) биохимических и бактериальных газов – от -70.2 до -94.0 ‰ (Гресов и др., 2014; Гресов, Яцук, 2013; Ривкина и др., 2006). Значения  $\delta^{13}C$   $CH_4$ , отобранного из угольных пластов, варьируют в пределах от -33.2 до -63.8 ‰ (в среднем -46.7 ‰), свободных газопроявлений – от -27.4 до -57.0 (-47.5), выбросов газа – от -28.6 до -50.0 (-42.7), трещин вмещающих пород – от -23.7 до -49.9 (-38.4) и газовой фазы подземных вод – от -36.4 до -78.2

(-49.9 ‰). Значительная вариационная изменчивость показателей  $\delta^{13}C$   $CH_4$  связана с процессами формирования в углегазоносных толщах ПГ полигенезисного состава. Основная роль при этом принадлежит зонам глубинных разломов и их апофизов, являющихся основными путями газопереноса. Косвенным подтверждением этому является относительно «тяжелый» изотопный состав метана  $\delta^{13}C$   $CH_4$  (от -23.7 до -42.0 ‰) в трещинах вмещающих пород зон тектонических нарушений (Гресов, 2012, 2014; Гресов и др., 2013).

К радиогенному типу ПГ кроме гелия и радона относятся газы, образовавшиеся за счет радиоактивного распада на большой глубине (глубинные газы) и, поступившие в угленосные толщи из подстилающих отложений по зонам глубинных разломов. Фоновые значения объемной активности Rn (ОАР) вне зон тектонической нарушенности обычно варьируют в пределах 30–900 Бк/м<sup>3</sup>. На сложнодислоцированных площадях региона с развитием разломов и интенсивной тектонической нарушенности, установленные аналогичные показатели ОАР, как правило, значительно выше, до 5000–12000 Бк/м<sup>3</sup>. Характер распределения концентраций Rn на площадях исследований – узколинейный (шириной не более 300–800 м), обычно совпадающий с простиранием тектонических нарушений, как правило, с максимумом со стороны висячего крыла дизъюнктива. В зонах разломов на площадях развития магматических образований резко возрастают показатели ОАР и концентрации  $CO_2, H_2$  и He, достигающие 16800 Бк/м<sup>3</sup>, 75, 9 и 0.2 % соответственно, при показателях  $\delta^{13}C$  PDB  $CO_2$  от -7 до -14 ‰ (Гресов, 2012).

**Газовая зональность.** По преобладанию того или иного газового компонента в УГБ региона выделяются две зоны: газового выветривания и метановых газов. Зона газового выветривания (ЗГВ) в УГБ региона подразделяется на три подзоны: углекисло-азотных ( $N_2 > 50\%$ ), метано-азотных ( $CH_4 < 50\%$ , азотно-метановых ( $CH_4 - 50-80\%$ ) газов. Региональной особенностью газовой зональности УГБ является почти повсеместное отсутствие в ЗГВ подзоны азотно-углекислых газов ( $CO_2 > 50\%$ ) и локальное распределение подзоны углекисло-азотных газов ( $CO_2 \leq 50\%$ ), при чем выделение последней весьма условно, т. к. концентрации  $CH_4$  в свободных газопроявлениях и углях этой подзоны превышают 1 %. Интенсивное развитие систем тектонических нарушений (до 100 на один км<sup>2</sup>) определяет *блоковый характер газовой зональности* и значительную вариационную изменчивость ее мощности от 20 до 300 м (табл. 2) и отсутствие горизонтов полной деметанизации в УГБ региона.



Таблица 2. Газовая зональность основных углегазоносных бассейнов Северо-Востока.

Бассейн	Возраст углеобразования, стадии метаморфизма угля***	Зона газового выветривания, границы газовых зон, м			Верхняя граница зоны CH <sub>4</sub> газов, м	T**, п/км <sup>2</sup>
		CO <sub>2</sub> – N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> – N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> – CH <sub>4</sub>		
Олюторский	миоценовый, O <sub>3</sub> -O <sub>3</sub> -I	0-20	0-120	40-240	60-240* 180	н.о.
Западно-Камчатский	позднемиоценовый, I-I-II	0-20	0-180	30-200	50-200 150	н.о.
Анадырский	позднемиоценовый, O <sub>3</sub> -II-III	0-20	0-220	40-300	70-300 220	5-20
Пенжинский	позднемиоценовый, O <sub>3</sub> -II-III	0-20	0-180	50-250	60-270 180	5-20
Беринговский	позднемиоценовый, I-IV	0-15	0-150	20-220	20-220 120	10-100
Аркагалинский	позднемиоценовый, I-II-III	0	0-150	30-250	50-250 140	5-45
Аньюйский	раннемиоценовый, I-VIII	0	0-160	40-200	70-200 150	н.о.
Зырянский	раннемиоценовый, I-X	0	0-150	30-180	50-180 100	10-50
Чаун-Чукотский	раннемиоценовый, VIII-X	0	0-80	40-200	50-200 130	н.о.
Омсукчанский	раннемиоценовый, VIII-X	0	0-60	20-180	40-180 110	5-30
Омолонский	верхнеюрский, раннемиоценовый, I-II	0	0-150	50-200	60-250 180	н.о.
Регион	верхнеюрский -миоценовый, O <sub>3</sub> -X	0-20	0-220	20-300	20-300 150	5-100

Примечание: \* – в числителе: от – до, в знаменателе – среднее значение; T\*\* – удельная тектоническая нарушенность по данным горных и геологоразведочных работ (количество нарушений на 1 км<sup>2</sup>); н.о. – не определялся; \*\*\* – стадии метаморфизма угля, согласно ГОСТ 21489-76.

В Зырянском бассейне концентрации CH<sub>4</sub> в угольных пластах изменяется от 0.5 до 30 %; Беринговском – от 1.2 до 5 % в интервале глубин 3-15 м. Аналогичная закономерность установлена практически во всех УГБ региона. Основной закономерностью ЗГВ является возрастание содержания метана в угольных пластах с увеличением глубины их залегания, достигающими 80 % в зоне метановых газов.

Зона метановых газов обычно расположена ниже нижней границы мерзлоты (НГМ) и характеризуется в УГБ региона резко изменчивыми показателями расположения верхней границы в пределах глубин 20-300 м, в среднем составляя 150 м. Градиенты нарастания концентраций метана в УГБ региона в зависимости от интенсивности тектонической нарушенности варьируют от 4 до 12 % на 10 м глубины, в среднем составляя 6-7 %.

Доминирующее влияние тектонического фактора на распределение в угленосных отложениях природных газов различного происхождения и блоковой газовой зональности являются **тектоно-газогенетическим** и **тектоно-газогеохимическим аспектами** формирования углегазоносных бассейнов Северо-Востока России.

**Газоносность.** В угольных бассейнах региона установлены все типы пликтивных и дизъюнктивных дислокаций: антиклинали, синклинали (брахискладки), моноклинали, надвиги, взбросы, сбросы, сдвиги и др. со всеми переходными разностями. Влияние тектонического фактора на газоносность угленосных формаций – различно: с одной стороны тектонические условия благоприятствуют процессам формирования их высокой газоносности, с другой – дегазации и низкой газоносности.

Установлено, что при прочих равных условиях на равных глубинах метаноносность угольных пластов в закрытых осевых частях антиклинальных перегибов и примыкающих к ним зонам достигает 20-30 м<sup>3</sup>/т.с.б.м (Зырянский и др. бассейны). В синклинальных складках максимальная метаноносность угольных пластов (до 16-26 м<sup>3</sup>/т.с.б.м) приурочена к их центральным (мульдовым) зонам (Беринговский, Пенжинский, Анадырский и др.). В мелких синклиналях, моноклиналях и крыльях складок, в которых пласты имеют выход под наносы, метаноносность угольных пластов характеризуется относительно пониженными значениями и не превышает 6-16 м<sup>3</sup>/т.с.б.м (Аркагалинский

бассейн, Челомджинская площадь). В асимметричных тектонических структурах в пологих крыльях метаноносность угольных пластов обычно в 1.3-1.5 раза выше, чем в пластах, залегающих в крутых крыльях (Гресов, 2012, 2014).

В процессе исследований в угольных бассейнах установлена закономерность возрастания метаноносности угольных пластов с увеличением глубины их залегания и степени метаморфизма.

В бурогольных формациях закономерность выражается изменчивостью метаноносности регионально-метаморфизованных углей марочного состава ЗБ от 1-3 м<sup>3</sup>/т.с.б.м в зоне газового выветривания до 12-14 м<sup>3</sup>/т.с.б.м в зоне метановых газов. При этом метаноносность пластов бурых углей, сформированных в кайнозойских наложенных вулканотектонических впадинах (Охотский бассейн; Гижигинская, Малтанская площади), не превышает 3-5 м<sup>3</sup>/т.с.б.м; наложенных впадин мезозойской области складчатости (Зырянский, Аркагалинский бассейны) – 5-8, орогенных наложенных прогибов (Анадырский) – 8-12 и наложенных унаследованных рифтогенных прогибов (Пенжинский) – 10-14 м<sup>3</sup>/т.с.б.м. Максимальная метаноносность (до 26-30 м<sup>3</sup>/т.с.б.м) каменных углей (рис. 2) установлена в Зырянском, Беринговском бассейнах, сформированных в пределах наложенных унаследованных внутрискладчатых и рифтогенных прогибов, характеризующиеся развитием глубинных разломов, малоамплитудной нарушениями ( $T = 10-100$  нарушений/км<sup>2</sup> (табл. 2)) и регионально-метаморфизованных и регионально-термальнометаморфизованных углей марочного состава Г-К.

Промежуточное положение занимают углегазоносные бассейны и площади с развитием

магматической деятельности, угольные пласты которых подверглись воздействию термального и контактно-термального метаморфизма (до формирования тощих углей и антрацитов). Метаноносность углей Омсукчанского бассейна, Чаун-Чукотской, Пареньской и др. площадей достигает 16 м<sup>3</sup>/т.с.б.м, показатель тектонической нарушенности  $T = 5-45$  нарушений/км<sup>2</sup>.

Важную роль на процессы сохранения и накопления сингенетических и миграционных УВГ в УГБ региона играет толща многолетнемерзлых пород (ТММП), выполняющая роль «экрана», как для сингенетических газов, так и для восходящих фильтрационных миграционных газовых потоков. Исследованиями установлено, что метаноносностью угольных пластов (>15 м<sup>3</sup>/т.с.б.м) характеризуются участки и месторождения с максимальной мощностью ТММП и интенсивным развитием тектонических нарушений ( $T > 25$ ), как в угленосных отложениях, так и в подстилающих их фундаменте (Гресов, 2014; Гресов и др., 2014).

Тектонические дислокации и трещиноватые зоны по влиянию на распределение метаноносности угольных пластов и формированию скоплений свободного метана подразделяются на четыре основные группы:

- крупные пликативные нарушения (антиклинальные и синклинальные складки), в пределах центральных и замковых частях которых отмечаются максимальная метаноносность угольных пластов и формирование основных перспективных для извлечения ресурсов сорбированного метана УГБ региона;

- дизъюнктивы, характеризующиеся разрывом сплошности пластов, при которых одна часть пласта перемещается относительно другой с образованием сдвояния или зияния (взбросы,

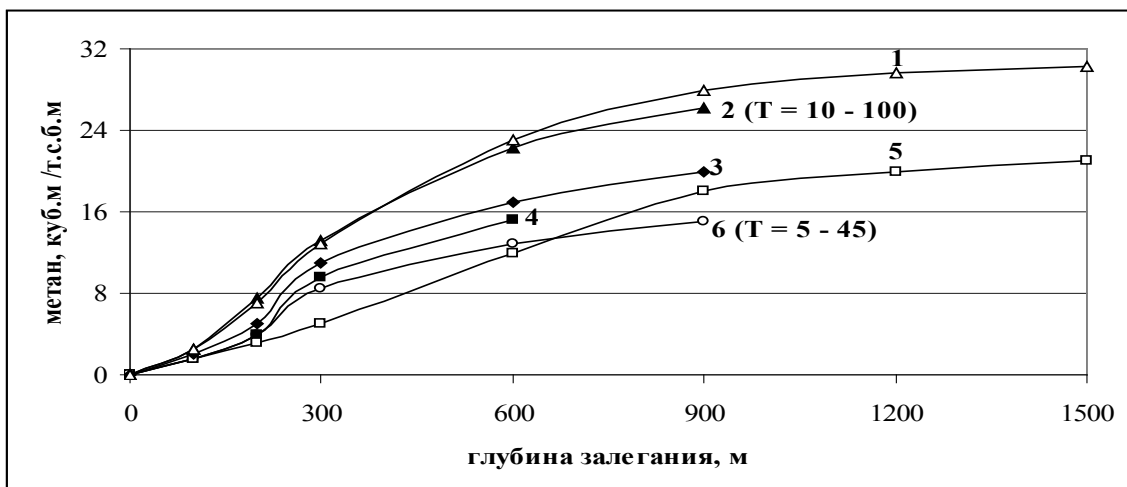


Рис. 2. Изменение метаноносности угольных пластов от глубины их залегания и удельной тектонической нарушенности ( $T$ ) Зырянского (1), Беринговского (2) и Омсукчанского (3), Омолонского (4), Анадырского (5), Аркагалинского (6) углегазоносных бассейнов.

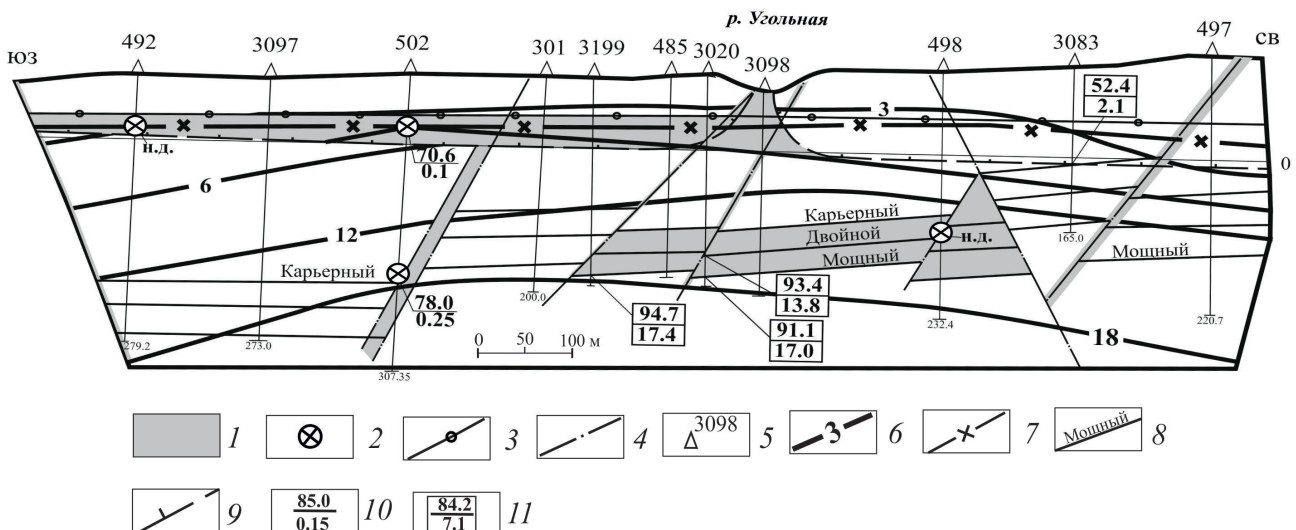
надвиги, сбросы, сдвиги и др.). Это основной тип нарушений, способствующий образованию участков высокой метаноносности угольных пластов, формированию залежей свободного газа и основных перспективных ресурсов свободного метана УГБ региона. Максимальной метаноносностью угольных пластов характеризуются системы разрывных нарушений, формирующие в углепородных массивах тектонические трещинные и трещинно-поровые коллекторы скоплений и залежей свободных газов, представленные в разрезе клиновидной тектонической структурой с острым углом по восстанию (рис. 3).

Третья и четвертая группы представлены: мелкими пликативными нарушениями внутрипластовых тектонических образований в пределах, которых формируются локальные скопления свободного метана (микрозалежи) и зоны повышенной метаноносности угольных пластов и трещиноватыми нарушенными зонами, связанными с внедрением пластовых интрузивных тел. В случае «слепого» залегания – зоны выполняют роль «экрана», затрудняющего миграцию метана к поверхности, благоприятствуют повышению метаноносности нижележащих по разрезу угольных пластов и формированию микрозалежей свободного газа.

Таким образом, влияние тектонических условий на распределение метаноносности угольных пластов и залежей свободного газа является **тектонико-газоносным аспектом** формирования газоносности угольных бассейнов Северо-Востока России.

В процессе исследований по положению в геоструктурах Северо-Востока России выделяется три основных класса углегазоносных бассейнов, сформированных на орогенной стадии развития земной коры: складчатых областей, вулканических поясов и срединных массивов, подразделенных по характеру палеоструктур и газоносности на шесть типов: наложенных вулкано-тектонических впадин низкой газоносности; приразломных наложенных впадин срединных массивов, наложенных впадин мезозойской области складчатости и орогенных наложенных прогибов средней газоносности; наложенно-унаследованных внутрискладчатых прогибов и наложенно-унаследованных рифтогенных прогибов и шовных зон средней и высокой газоносности.

Основное участие в строении углегазоносных и углефтегазоносных бассейнов региона принимают ниже- и верхнемолассовые формационные комплексы угленосных пород верхнеюрско-нижнемелового, верхнемелового, палеогенового, неогенового возрастов и подстилающие их формации предшествующей геосинклинальной стадии развития. С увеличением мощности молассового комплекса от 0.5-1 до 6-7 км наблюдается закономерное возрастание угленосности отложений – до 100 и более угольных пластов и их метаноносности от 5 до 30 м<sup>3</sup>/т.с.б.м. Угольные бассейны с развитием только верхнемолассовых отложений характеризуются низкой газоносностью и практически



**Рис. 3.** Геолого-газовый разрез шахты Нагорной, месторождения Бухты Угольной, Беринговского бассейна. 1 – скопления и залежи свободного газа, 2 – свободные газопроявления; 3 – гидростатический уровень подземных вод; 4 – тектонические нарушения; 5 – разведочные скважины и их номер; 6 – изогаса CH<sub>4</sub> (м<sup>3</sup>/т); 7 – верхняя граница зоны метановых газов; 8 – угольный пласт и его название; 9 – нижняя граница мерзлоты; 10 – газодинамические показатели газопоявлений: в числителе – CH<sub>4</sub>, %, в знаменателе – дебит CH<sub>4</sub>, м<sup>3</sup>/мин.; 11 – природная метаноносность угольных пластов: в числителе – CH<sub>4</sub>, %; в знаменателе – CH<sub>4</sub>, м<sup>3</sup>/т.

полным отсутствием перспективных для извлечения ресурсов метана.

Тектонический фактор углегазоносных бассейнов и нефтегазоносность оказывает доминирующее влияние на формирование полигенезисного состава газов, блоковой и вертикальной газовой зональности в угленосных отложениях в условиях развития в бассейнах многолетней мерзлоты.

Тектонические и геокриологические условия, метаморфизм углей и глубина их залегания являются основными геологическими факторами, влияющими на формирование метаноресурсной базы углегазоносных бассейнов Северо-Востока России.

Исследования выполнены при поддержке грантов Правительства РФ (грант 14 Z50.31.0012) и РФФИ 14-05-00294.

#### Список литературы

- Агапитов Д.И., Иванов В.В.* История тектонического развития Пенжинско-Анадырского района в позднем мезозое и кайнозое // Геотектоника. 1969. № 1. С. 68-82.
- Александров А.А., Богданов Н.А., Белобжеский С.Г. и др.* Новые данные по тектонике Корякского нагорья // Геотектоника. 1975. № 5. С. 60-72.
- Алексеев А.Ф., Бодунов Е.И., Лебедев В.С. и др.* Изотопно-геохимическая характеристика нефтей и газов восточной части Сибирской платформы // Органическая геохимия нефтей, газов и органического вещества докембрия / Отв. ред. Сидоренко А.В., Еременко Н.А. М.: Наука, 1981. С. 164-175.
- Геология СССР. Т. XXX. кн. 1. М.: Недра. 1970. 547 с.
- Гресов А.И.* Геохимическая классификация углеводородных газов угольных бассейнов Востока России // Тихоокеанская геология. Т. 30. 2011. № 2. С. 85-101.
- Гресов А.И.* Метаноресурсная база угольных бассейнов Дальнего Востока и перспективы ее промышленного освоения. Том II. Углеметановые бассейны Республики Саха (Якутия) и Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2012. 468 с.
- Гресов А.И.* Геолого-промышленная оценка метаноресурсного потенциала и перспектив углеметанового промысла в углегазоносных бассейнах Северо-Востока России: Автореф. дисс. д-р. геол.-мин. наук. Томск, 2014. 46 с.
- Гресов А.И., Коровицкая Е.В., Обжиров А.И. и др.* Закономерности распределения и генезис углеводородных газов Беринговского углегазоносного бассейна // Разведка и охрана недр. 2013. № 5. С. 13-19.
- Гресов А.И., Обжиров А.И.* Зональность углегазононефтеобразования в угольных бассейнах Дальневосточного региона // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезисы / Отв. ред. Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М. М.: ГЕОС, 2008. С. 125-128.
- Гресов А.И., Обжиров А.И., Яцук А.В.* Геоструктурные закономерности распределения мерзлоты в углегазоносных бассейнах Северо-Востока России // Криосфера Земли. 2014. № 1. С. 5-13.
- Гресов А.И., Яцук А.В.* Газовая зональность и газоносность многолетнемерзлых отложений угленосных бассейнов Восточной Арктики и прилегающих регионов // Геоэкология. 2013. № 5. С. 387-398.
- Иванов В.В.* Осадочные бассейны Северо-Восточной Азии. М.: Наука, 1985. 208 с.
- Карпов А.К., Раабен В.Н.* Природные газы месторождений Советского Союза. Справочная книга. М.: Недра, 1978. 319 с.
- Кудрявцева В.И., Лобков В.А.* Изотопный состав углерода метана как критерий прогнозирования дифференцированных залежей углеводородов // Тихоокеан. геология. 1984. Т. 3. № 3. С. 117-120.
- Милановский Е.Е.* Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии). М.: Изд-во МГУ. 1996. 448 с.
- Никонов В.Н.* Тяжелые углеводороды и их соотношения в газах нефтяных и газовых залежей // Геология нефти и газа, 1961. № 8. С. 12-21.
- Подольян В.И., Седых А.К., Пензин Ю.П. и др.* Угольная база России. Т.V. Кн. 2. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока. Республика Саха, Северо-Восток, о. Сахалин, п-ов Камчатка. М.: Геоинформмарк, 1999. 638 с.
- Ривкина Е.М., Краев Г.Н., Кривушин К.В. и др.* Метан в вечноммерзлых отложениях северо-восточного сектора Арктики // Криосфера Земли. 2006. № 3. С. 23-41.
- Тильман С.М.* Сравнительная тектоника мезозойского севера Тихоокеанского кольца. Новосибирск: Наука, 1973, 326 с.
- Фандюшкин Г.А.* Закономерности углеобразования на Северо-Востоке России. Губкин: Изд. Губкинская типография, 2006. 344 с.
- Фандюшкин Г.А., Гресов А.И.* Тектоногенетическая классификация угольных бассейнов Северо-Востока России // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25. № 6. С. 51-56.
- Худяков В.Н.* Геологические особенности газоносности угольных месторождений Анадырско-Корякского региона: Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. Ростов-на-Дону, 1986. 28 с.



ГРЕСОВ и др.

## GEOTECTONIC ASPECTS OF COAL-GAS BASINS FORMATION IN NORTH-EAST OF RUSSIA

**A.I. Gresov<sup>1,2</sup>, A.I. Obzhirov<sup>1</sup>, A.V. Yatsuk<sup>1,3</sup>, R.B. Shakirov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, 690041, Russia;*

<sup>2</sup>*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050, Russia;*

<sup>3</sup>*Far Eastern Federal University, Vladivostok, 690091, Russia*

The article presents basic geotectonic features and regularities of coal-gas basins formation in North–East of Russia. Six tectonic-genetic types of coal basins are classified according to gas bearing. The tectonic factor affects polygenetic gases composition, block zoning of gas distribution, free gas deposits and gas bearing of basins under conditions of permafrost evolution.

*Keywords: coal gas-bearing basin, geo-structure location, tectonic, gas-bearing, gas zoning.*