

УДК 528. 88:553.94/96

ТРАНСХРОННЫЕ ТИПЫ КОСМОФОТОСТРУКТУР УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

© 2005 г. Н.Н. Погребнов¹, В.В. Трощенко¹

На космофотоснимках выделяются структуры, которые проявляются в угленосной толще в виде аномальных зон состава и строения угольных залежей и вмещающих пород, геотермических и геохимических аномалий. Эти структуры в большинстве случаев имеют длительную историю развития с периодами активизации и периодами покоя. Разработана типизация этих структур на основе соотношения времени образования, периодов активизации. Наборы дешифровочных признаков зависят от истории и интенсивности их развития и проявления в современном ландшафте.

Космофотогеологические объекты (КФГО), выделяемые при дешифрировании материалов дистанционного зондирования (МДЗ) угольных бассейнов по комплексу дешифровочных признаков и находящие разнообразное отражение в составе и структуре угленосных толщ, пород фундамента и более молодых покровных отложений, называются космофотоструктурами (КФСТ) [5]. В настоящее время название “космофотоструктуры” несколько устарело, т.к. данные объекты проявляются на МДЗ, получаемых не только в оптическом диапазоне и не только фотографическим способом, однако до появления более приемлемого термина остается в силе.

Дешифровочными признаками космофотоструктур являются характерные комбинации ландшафтных признаков, которые отражаются в фототоне и рисунке изображения [1, 5–7]. Помимо обычных для аэрофотоснимков площадных и линейных объектов, соответствующих различным классам геологических тел, литологических комплексов, складчатых и разрывных структур, на космоснимках выделяются космофотолинеаменты (КФЛ) – сплошные или прерывистые прямые или дугообразные элементы фотоизображения различной протяженности. Встречаются также кольцеобразные образования или структуры кольцевого типа (СКТ) – более или менее правильные окружности или овалы различного диаметра, различимые на фоне комбинаций элементов ландшафта природного и антропогенного происхождения [5, 7, 8]. Характерной особенностью этих структур является то, что, как правило, они выделяются не по какому-либо одному дешифровочному признаку, например, уступу в

рельефе, береговой линии, границе областей с различным фототонном изображения и т.п., а по характерной линейно-вытянутой группировке разнородных элементов изображения, формирующих полосы более или менее значительной ширины. Существенные различия между КФЛ и СКТ отсутствуют, линеаменты могут трактоваться как сегменты кольцевых структур большого диаметра (вплоть до дуг большого круга геоида). В угленосной толще и других литолого-стратиграфических комплексах КФСТ проявляются как тектонические структуры (разрывные нарушения, глубинные разломы, пликативные структуры), так и аномальные зоны состава и строения угольных залежей и угленосных отложений (литоструктуры, геодинамические зоны, зоны повышенной трещиноватости, границы литологических комплексов) [6]. С этими структурами связаны геотермические и геохимические аномалии, участки аномальных скоростей современных движений, зоны флюидизации и т.п. [9, 10].

Изучение состава и строения угленосных отложений в зонах КФСТ, проведенное на ключевых участках Донецкого бассейна, позволило выявить особенности проявления этих структур в геологическом разрезе, которые дали основание выделить некоторые из них как особые типы КФСТ – *трансхронные*, т.е. развивающиеся на протяжении нескольких этапов формирования осадочного чехла.

Проявление КФСТ в угленосной толще изучалось на примере участков, расположенных в различных структурных условиях Донецкого бассейна – на платформенном склоне (Западно-Миллеровский участок), в зоне крупных линейных складок в хорошо изученной части (Гуковский участок, шахтоуправление “Мирное”) и слабоизучен-

¹ Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону.

ной восточной части Донбасса (Восточно-Садкинский участок).

На территории Западно-Миллеровского участка по материалам первичной документации 223 скважин установлено, что признаки повышенной трещиноватости пород приурочены в большинстве случаев к отдешифрированным КФЛ, линейным зонам и узлам их пересечения. Расщепление угольного пласта k_2 , выклинивание линз песчаников, пачек ряда известняков, угольного пласта k_7 отмечены в точках пересечения профилей скважин с Волошинской, Соколовско-Журавской, Козинской, Верхне-Таловской, Деркульской, Херсонской и другими линейными зонами. Распределение мощности угольного пласта k_2 и известняка K_3 также контролируется зонами отдешифрированных КФЛ. Часть выделенных КФЛ прослеживается по аномальным значениям содержания малых элементов золы угля пласта k_2 (повышенным содержанием Mn, Ba и Zr, пониженным – Cu и Zn).

В зоне Волошинского КФЛ в почвенном воздухе отмечена повышенная в несколько раз концентрация газов (радона, углекислого газа и метана) по сравнению с фоновыми концентрациями. Изучение современного рельефа в зонах КФЛ показало, что их развитие и активность на современном геологическом этапе влияют на ориентировку как крупных форм, так и отдельных элементов земной поверхности.

На Гуковском ключевом участке в открытой части Донбасса на космических снимках выделена Гуковская СКТ [8]. Она расположена в Гуково-Зверевском геолого-промышленном районе, освоенном угольной промышленностью. Дешифрируется она на квантованном отпечатке по фототону в виде дуги, подчеркивающей с востока и юго-востока ее кольцевую форму, а также по концентрической ориентировке эрозионно-балочной сети высоких порядков, участков повышенной увлажненности и уступов в рельефе. Гуковская СКТ выражена в рельефе как поднятие концентрической формы, осложняющее восточную часть возвышенности Донецкого кряжа. В каменноугольном комплексе пород эта СКТ выражена слабо – это небольшие изгибы в плане Главной антиклинали Донбасса, Первой Волчанской и Плешаковской антиклиналей, расщепления и изменения мощности отдельных угольных пластов, разрывные нарушения, причем линии расщеплений конформны очертаниям кольцевой структуры; в геотермическом поле Гуковская СКТ выражена концентрической формой изотермы $+45^\circ$ на срезе 1500 м. Отражение Гуковской СКТ в современном рельефе и литологии различных стратиграфических уровней свидетельствует о длительном ее развитии, которое продолжается

и в настоящее время. Подавляющее большинство расщеплений угольных пластов происходит от центра к периферии структуры. Это указывает на более высокие темпы погружения по периферии по сравнению с центральной частью структуры и его конседиментационный характер.

В пределах Шахтинско-Несветаевской синклинали роль отдешифрированных структур в процессе накопления органической массы выражается в структурном контроле зон расщепления угольных пластов. В среднем 46% протяженности линий расщепления пластов в интервале $i_2^1 - k_5^1$ контролируется положением КФГО.

На Восточно-Садкинском участке отдешифрированы региональные КФСТ: Кундрюченский КФЛ, Кундрюченская и Керчическая СКТ, к которым приурочены геотермические аномалии и аномалии неотектонических движений. С Кундрюченским КФЛ связаны аномальные эманации радона и торона, повышенное содержание углекислого газа и метана в почвенном воздухе. К линейным зонам приурочены участки воздымания оси Должанско-Сулино-Садкинской синклинали, размыв пласта m_8 , выпадение из разреза пласта m_7 . Во всех случаях отсутствие или размыв пласта контролируется КФЛ в основном северо-восточного простирания. В покровных мел-палеогеновых отложениях к зонам КФЛ приурочено выклинивание, изменение мощности и расщепление пластов бурого угля, глины, песка, глинистого песка (рис. 1, 2).

Таким образом, КФЛ, выраженные в современном рельефе, проявляются как в геофизических полях, так и в литологии различных стратиграфических интервалов. Особенно четко это прослеживается в палеогеновых породах, частично – в меловых и каменноугольных, что позволяет рассматривать КФЛ как зоны долгоживущих скрытых разломов [11]. Фактические данные указывают на несомненную связь по крайней мере значительной части КФСТ с элементами внутреннего строения угленосных толщ, подстилающих и перекрывающих их геологических образований, а также современных ландшафтов.

Многообразие проявлений КФСТ обусловлено единой причиной их возникновения – наследованным развитием долгоживущих разломов (глубинных структур), контролирующих во времени и пространстве не только локализацию угленосных формаций, но и их внутреннее строение – изменчивость и распределение по площади многих параметров угленосных толщ в целом и отдельных пластов, в том числе и угольных залежей [2, 5, 6, 8].

Выявленные особенности проявления КФСТ в составе и строении угленосных и перекрывающих отложений, закономерная приуроченность к ним

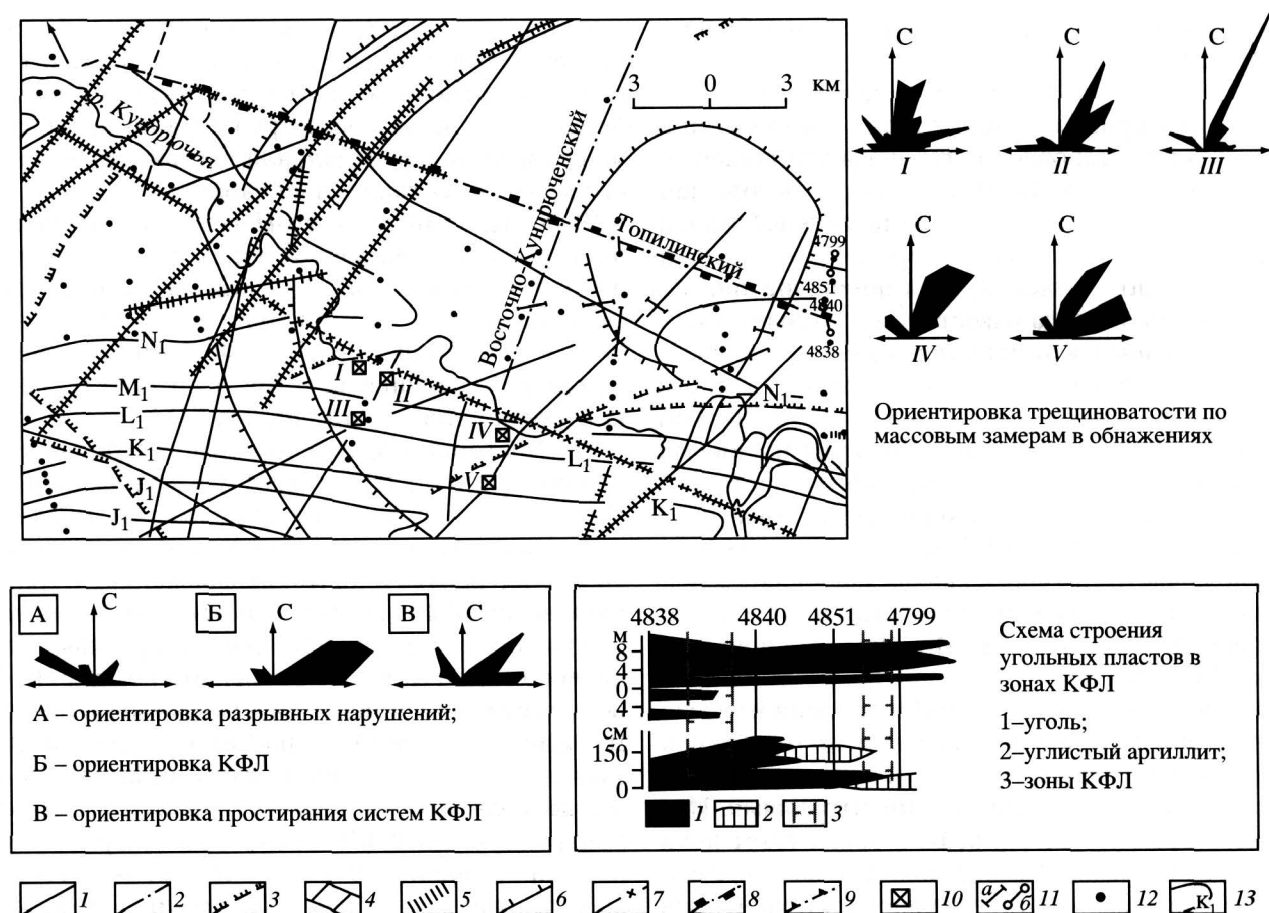


Рис. 1. Космофотоструктуры и их проявление в осадочной толще (участок Восточно-Садкинский, Восточный Донбасс): 1 – локальные КФСТ; 2 – региональные КФСТ; 3 – разрывные нарушения, установленные геолого-физическими методами; 4 – линеamentная зона; 5 – участки КФСТ, выраженные в современном рельефе; 6 – СКТ; 7 – КФЛ, соответствующие надразломным зонам (подтвержденные газовой и эманиционной съемкой); 8 – КФЛ, соответствующие разломам фундамента с нарушением сплошности земной коры, установленные методом ГСЗ; 9 – КФЛ, соответствующие разломам фундамента, выраженные разрывом в угленосной толще; 10 – пункты массовых замеров трещиноватости в обнажениях; 11 – участки литологических профилей, на которых установлено резкое изменение состава и строения: а) покровных отложений, б) угленосной толще; 12 – буровые скважины; 13 – выходы известняков

таких явлений, как сингенетические и постдиагенетические осложнения и аномалии в угленосной толще, характер их проявления в современном ландшафте угольных бассейнов позволяют рассматривать их как долгоживущие структуры [4].

В связи с тем, что отражение КФСТ в разрезе проявляется лишь на отдельных стратиграфических уровнях и не носит непрерывного характера, можно утверждать, что степень их геодинамической активности менялась во времени, вплоть до относительного покоя.

Время активизации КФСТ может быть ориентировочно установлено при анализе систем линеamentов, связанных с определенными тектоническими этапами развития региона, по наличию признаков в угленосной толще, установленных предыдущими исследованиями, наличию геофизических аномалий, отнесенных к определенному структурному этапу. Протяженность КФЛ является дополнительным косвенным свидетельством глубины заложения данной структуры, а их фраг-

ментарность указывает на относительную давность завершения активности.

Как уже упоминалось, КФСТ проявляются не только на МДЗ, полученных в видимой части спектра. Многие из них хорошо выделяются на сканерных и фотографических материалах, выполненных в инфракрасной части спектра, а также на радиолокационных снимках. Наиболее достоверными считаются структуры, находящие отражение более чем в одной зоне спектра.

В основу типизации КФСТ (табл. 1) положены установленные связи времени их возникновения (заложения) и периодов активизации относительно времени накопления угленосных отложений, которые характеризуются различным набором дешифровочных признаков, обусловленных историей и интенсивностью развития структур [3].

В процессе развития КФСТ выделяются три этапа активизации, связанные с развитием осадочных бассейнов и характеризующиеся формированием свойственных каждому из этапов набоб-

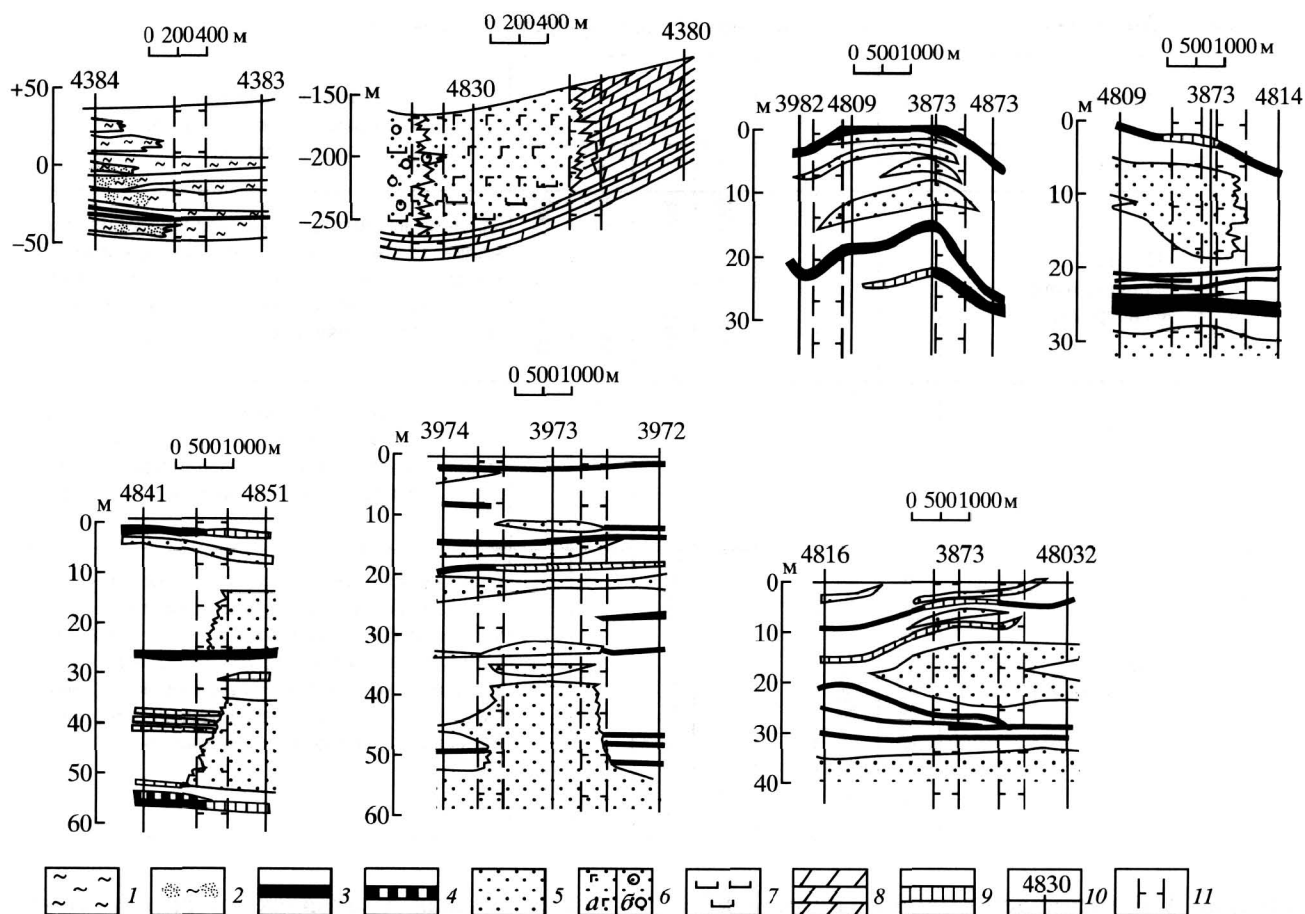


Рис. 2. Элементы строения угленосных каменноугольных и перекрывающих мел-палеогеновых отложений в зонах космофотолинеаментов (Восточно-Садкинский участок Восточного Донбасса): 1 – глина; 2 – песок глинистый; 3 – уголь; 4 – уголь высокозольный; 5 – песчаник; 6 – песчаник: а) глауконитовый, б) гравелистый; 7 – известковый песчаник; 8 – мергель; 9 – углистый аргиллит; 10 – буровые скважины и их номера; 11 – зоны космофотолинеаментов

ров осложнений (аномалий) в составе и строении угленосной толщи.

I этап – седиментогенез и диагенез – накопление угленосных отложений и, в частности, угольных пластов плюс ранние стадии их преобразования. Процессы осадконакопления регулируются, помимо климатических и геоботанических факторов, скоростью и дифференцированностью блоковых движений, определяющих распределение на площади палеоландшафтных условий и, следовательно, всех литофациальных и конседиментационных осложнений. В составе и строении угленосных отложений это выражается в характере угленосности – количестве угольных пластов, их строении, мощности, литолого-фациальном составе пород (резкая смена литологического состава, мощности разновозрастных слоев, количества породных прослоев, внутрипластовые размывы, выклинивание, расщепление угольных пластов, наличие аномальных примесей в органическом веществе и золе углей).

II этап – тектогенез (складкообразование, развитие разрывной тектоники и инверсия) и связанные с этим постдиагенетические преобразования

(катагенез, метагенез, ранний метаморфизм), которые накладываются на первые. В этот период формирование неоднородностей в составе и строении угленосных отложений обусловлено эпигенетическими процессами, с которыми связаны аномальные концентрации химических элементов, неравномерное уплотнение осадков, образование надразломных и приразломных структур.

III этап – ландшафтогенез и связанные с ним поверхностные, гипергенные преобразования угленосных толщ, отложение и размыв молодых покровных образований – определяется степенью активности современных геодинамических процессов и явлений, с которыми связаны аномалии напряженности горного массива, зоны повышенной трещиноватости, газовыделения (эманационные, углекислотные, метановые, гелиевые), зоны флюидизации и т.д., проявляющиеся в том или ином виде в современном ландшафте, а также фиксирующиеся и опознаваемые на МДЗ.

В зависимости от сочетания периодов активизации и покоя в развитии КФСТ выделяются 7 типов, объединенных в три группы.

Таблица 1. Типизация космофотоструктур по относительному времени их активизации

ГРУППА		А		В		С				Формы проявления КФСТ в угольных залежах и угленосных отложений
ТИП		1	2	3	4	5	6	7		
Этапы развития угольного бассейна	III этап Ландшафтогенез + гипергенез								Трещиноватость, разрывные нарушения, аномалии: геохимические (в угле вмещающих породах), гидрогеологические, газовые, геотермические, геодинамические, поздние гидротермальные проявления	
	II этап Тектогенез + катагенез + метагенез								Трещиноватость, разрывные нарушения, раздувы, пережимы угольных пачек, гидротермальные образования, геохимические аномалии в угленосной толще, магматические тела	
	I этап Седиментогенез + диагенез								Сингенетические аномалии в строении угольных залежей, выклинивание, замещение угольных пачек, аномалии зольности и геохимии ОВ, "литоструктуры", сингенетические размывы угольных пачек и слоев пород, аномалии литологического состава толщ, другие конседиментационные образования	

Группа А представлена одним типом КФСТ, развитие которого завершилось в процессе осадконакопления и диагенеза и в дальнейшем не возобновлялось. На МДЗ такие объекты могут вообще не проявляться или выражаться зонами с набором признаков, связанных с неоднородностью литологического состава угленосных отложений в областях отсутствия или маломощного чехла покровных отложений. Ландшафтные признаки, благодаря которым КФСТ этой группы все же проявляются на МДЗ, обычно связываются с изменениями фототона, обусловленными косвенным воздействием на почвенно-растительный покров циркулирующих в осадочных толщах водных растворов, а также тепловых и газовых потоков.

Группа В включает два типа КФСТ, активизация которых происходила в постседиментационный этап или на протяжении первых двух этапов, но завершилась до периода современного ландшафтообразования. На МДЗ признаки этой группы выражены более четко, в основном комплексом ландшафтных признаков, связанных с неодинаковой денудационной способностью пород угленосной толщи, препарированием зон трещиноватости, наличием деструктивных микроформ рельефа, фототонном изображении.

Группа С включает четыре типа КФСТ, развитие которых продолжалось и в процессе ландшафтообразования, а фазы активизации захваты-

вали в различных сочетаниях как процесс осадконакопления, так и постседиментационные преобразования угленосной толщи. Крайним, и, видимо, наиболее широко распространенным является 4-й тип космофотоструктур, развитие которых продолжалось на всех трех этапах становления угольного бассейна. Отличительной особенностью этой группы является то, что на МДЗ преобладают признаки, выраженные в современном рельефе и связанные с тектоническими процессами в покровных отложениях, а также с газодинамическими явлениями (эманациями радона и торона), сопровождающими современную активность структур.

Из приведенного видно, что некоторые типы КФСТ имеют длительную историю формирования и могут быть отнесены к трансхронным структурам.

Трансхронные структуры – это КФСТ, развитие которых продолжалось в течение нескольких этапов формирования осадочных бассейнов. К этим структурам могут быть отнесены такие их типы, как В2, С4, С5 и С6 (см. табл. 1). Наиболее полный (непрерывный) процесс развития характерен для структур типа С4. Структуры С5 в общем аналогичны типу С4 и отличаются тем, что в их развитии имелся перерыв на этапе тектогенеза (они не активизировались), что определяет их особенность – отсутствие тектонических признаков в угленосной толще, хотя все прочие призна-

ки трансхронных структур, в том числе и дешифровочные признаки, присутствуют в полной мере. Тип Сб также отчетливо дешифрируется на МДЗ, но в этом случае не обнаруживаются аномалии строения и состава угленосной толщи и угольных залежей, связанные с конседиментационным этапом развития. Тип В2 объединяет структуры, у которых развитие завершилось перед этапом ландшафтообразования. Эти трансхронные структуры более бедны дешифровочными признаками, поскольку они не выражены в элементах современного рельефа. Их отражение в ландшафте реализуется через гидрогеохимические и другие косвенные связи почвенно-растительного покрова со структурой подстилающих отложений.

Благодаря трансхронности развития перечисленных типов КФСТ они наиболее четко выявляются на МДЗ и к ним приурочен весь комплекс осложнений и геодинамических явлений в угленосной толще и перекрывающих отложениях, чем и определяется важность выявления таких структур для прогнозирования связанных с ними явлений и процессов в угленосной толще. Трансхронные КФСТ могут являться зонами локализации тектонической трещиноватости и, как следствие, отличаться повышенной проницаемостью осадочных толщ для подземных и поверхностных вод, гидротермальных растворов, углеводородных флюидов, пониженной устойчивостью углевмещающих пород в горных выработках, газодинамическими и геодинамическими явлениями, осложняющими угледобычу, но также и зонами, обогащенными различными минеральными компонентами, как полезными, так и вредными. Отдельно стоит отметить приуроченность участков повышенной газоотдачи в угольных месторождениях, благоприятных для организации добычи угольного метана как сопутствующего полезного ископаемого, к зонам углеводородной флюидизации угольных залежей [9], связанных с трансхронными КФСТ.

В связи с выделением трансхронных КФСТ как самостоятельных типов тектонических структур угольных бассейнов появляется необходимость решения ряда проблем, в том числе таких, как разработка методов выделения и идентификации таких структур на стадии анализа МДЗ с использованием современных технологий (нейронных сетей, ландшафтных масок и т.п.) и способов наземной экспресс-заверки выявленных аномалий с применением портативных газоанализаторов и другой аппаратуры. Следует также продолжить изучение характера влияния трансхронных структур на горно-геологические условия эксплуатации угольных месторождений – водопритоки, тектоническую нарушенность, газоносность, устойчивость кровли. Важное значение имеет оценка выбросоопасности, удароопасности, а также со-

держания попутных полезных ископаемых, в том числе извлекаемого угольного метана, возможных негативных экологических последствий разработки месторождений, расположенных в зонах влияния трансхронных КФСТ. В перспективе изучение КФСТ должно привести к выявлению таких дешифровочных признаков, которые позволили бы еще на стадии дешифрирования не только определять тип выделенной трансхронной КФСТ, но и прогнозировать с достаточной степенью достоверности связанные с ней структурно-вещественные особенности угольных пластов и вмещающих толщ.

Прогностическое значение трансхронных структур осадочных бассейнов состоит в возможности предсказания многих характеристик угольных пластов и вмещающих пород месторождений уже на современном уровне их изученности. Так, приуроченность участков, характеризующихся осложнениями в строении, залегании или горно-геологических условиях эксплуатации угольных пластов к зонам трансхронных КФСТ дает основание прогнозировать пространственную ориентировку этих осложнений, встреченных разведочными скважинами или горными выработками шахт, с учетом уже выявленной ориентировки КФСТ как вмещающей структуры.

Дальнейшее совершенствование методики прогнозных построений, связанных с трансхронными структурами, должно базироваться на углубленном анализе объективно существующих связей между дешифровочными признаками этих структур и характером проявления последних в угольных пластах и вмещающих толщах.

Изучение полигенетического характера КФСТ, вследствие которого они по-разному проявляются в строении и составе стратиграфических горизонтов, степени эпигенетических преобразований пород, гидрогеологических и других характеристиках угленосных отложений, имеет первостепенное значение для понимания механизмов формирования осадочных бассейнов, геодинамического состояния горного массива, закономерностей распределения вещественно-породных комплексов и локализации зон возможных горно-геологических осложнений.

Практическое значение изучения трансхронных КФСТ в угольных бассейнах состоит в обеспечении возможности более обоснованного выбора объектов для поисково-разведочных работ, повышения детальности и достоверности прогноза горно-геологических условий разработки месторождений, прогнозирования и предотвращения многих опасных ситуаций, а также выявления наиболее перспективных зон в отношении добычи и утилизации такого ценного попутного полезного ископаемого, каким является угольный метан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астахов В.И. // Геоморфология, 1976. № 2. С. 3–10.
2. Погребнов Н.Н. // Материалы XXVII МКГ. М.: Наука, 1984. С. 209–210.
3. Погребнов Н.Н. // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Уральская государственная горно-геологическая академия, 1998. Вып. 8. С. 92–96.
4. Погребнов Н.Н. // X Всероссийское совещание “Ресурсный потенциал твердых горных ископаемых на рубеже XXI в.: изучение, воспроизводство, использование и охрана”, 27–30 сент. 1999 г.: Тез. докл. Ростов н/Д: ВНИГРИ-уголь, 1999. С. 278–279.
5. Погребнов Н.Н., Позднышева Д.П. Дистанционные методы при поисках, оценке и разведке угольных месторождений. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 248 с.
6. Погребнов Н.Н. // Отечественная геология, 2000. № 8. С. 59.
7. Погребнов Н.Н. // Методика и технические средства геоиндикационного дешифрирования: Всесоюзное совещание. Свердловск, 1986. С. 34–36.
8. Погребнов Н.Н., Чистилин И.Ф. // Геологический журнал, 1984. Т. 44. № 5. С. 97–100.
9. Труфанов В.Н., Гамов М.И., Рылов В.Г., Майский Ю.Г., Труфанов А.В. Углеродородная флюидизация ископаемых углей Восточного Донбасса. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2004. 272 с.
10. Филькин В.А. Современные движения земной коры. Тарту: Изд-во Института физики и астрономии АН ЭССР, 1973. С. 106–111.
11. Pogrebnov N.N. International symposium on Coal development in Asia/Pacific. Vietnam. Hanoi: NSA, 1990. P. 54–55.

TRANSCHRONOUS TYPES OF SPACE-PHOTO-STRUCTURES IN COAL BASINS

N.N. Pogrebnov, V.V. Troshenko

At the space-photo-images there are singled some structures that manifest themselves as anomalous zones of structure and composition of coal beds and measure rocks, geothermal and geochemical anomalies. The structures in most cases have a long history of development with periods of activation and periods of rest.

A classification of the structures based on relationship of their formation time, periods of their activation and different sets of deciphering features, depending on the history and intensity of their development and manifestation in modern landscape, has been elaborated.

REFERENCES

1. Astakhov V.I. 1976. *Geomorfologiya*. (2): 3–10. (In Russian).
2. Pogrebnov N.N. 1984. In: *Materialy XXVII MGK*. M., Nauka: 209–210. (In Russian).
3. Pogrebnov N.I. 1998. In: *Geologiya ugol'nykh mestorozhdeniy*. Issue 8. Yekaterinburg, Ural's State Mining-Geological Academy: 92–96. (In Russian).
4. Pogrebnov N.N. 1999. In: *X Vserossiyskoye soveshchaniye "Resursnyy potentsial tverdykh poleznykh iskopaemykh na rubezhe XXI v.: izuchenie, vosproizvodstvo, ispol'zovanie i okhrana"*, 27–30 sentyabrya 1999 g. *Tez. dokl. [X All-Russian conference "Resource potential of hard fossil fuels at the brink of XXI century: study, reproduction, using and preservation", Sept., 27-30, 1999: Abstracts of reports]*. Rostov-on-Don, VNIGRIugol: 278–279. (In Russian).
5. Pogrebnov N.N., Pozdnysheva D.P. 2000. *Distancionnye metody pri poiskah, ocenke i razvedke ugol'nykh mestorozhdeniy*. [Remote methods at search, estimation and prospecting of coal deposits]. Rostov-on-Don, SKNTs publishers: 248 p. (In Russian).
6. Pogrebnov N.N. 2000. *Otechestvennaya geologiya*. (8): 59. (In Russian).
7. Pogrebnov N.N. 1986. In: *Metodika i tekhnicheskie sredstva geoindikatsionnogo deshifirovaniya. Vsesoyuznoe soveshchanie*. [Technology and technical means of geoindicational deciphering. All-Union conference]. Sverdlovsk: 34–36. (In Russian).
8. Pogrebnov N.N., Chistilin I.F. 1984. *Geologicheskiy zhurnal*. 44(5): 97–100. (In Russian).
9. Trufanov V.N., Gamov M.I., Rylov V.G., Mayskiy Yu.G., Trufanov A.V. 2004. In: *Uglevodorodnaya flyuidizatsiya iskopaemykh ugley Vostochnogo Donbassa*. [Carbohydrate fluidization of the Eastern Donbas fossil coals]. Rostov-on-Don, Rostov State University publishers: 272 p. (In Russian).
10. Fil'kin V.A. 1973. *Sovremennye dvizheniya zemnoy kory*. [Contemporary movements of the Earth's crust]. Tartu, The Institute of physics and astronomy publishers, Academy of Sciences of Estonian Soviet socialist Republic: 106–111. (In Russian).
11. Pogrebnov N.N. 1990. In: *International symposium on coal development in Asia/Pacific*. Vietnam, Hanoi, NSA: 54–55. (In English).