

УДК 552.573  
DOI: 10.23885/2500-0640-2017-13-2-41-49

## ТЕРРИГЕННЫЙ КОМПАУНД КАК МАКРОФАЦИЯ СРЕДНЕКАРБОНОВОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

© 2017 В.В. Трощенко<sup>1</sup>

**Аннотация.** На примере Восточного Донбасса показано, что при построении трехмерных геологических моделей угольных месторождений зачастую удается адекватно геометризовать структурные формы только выдержанных по литологической принадлежности и мощности маркирующих горизонтов, к которым в Донбассе относятся слои известняков, угольные залежи и отдельные слои «региональных» песчаников, а промежуточные интервалы, представленные комплексом геологических тел песчано-глинистых пород непостоянного состава и сложной морфологии, не поддаются детальной геометризации и рассматриваются как «межпластовые интервалы», или «междупластья». Графическая модель угольного месторождения традиционно включает комплект взаимно увязанных вертикальных геологических разрезов, гипсометрических планов промышленных угольных пластов, план выходов пластов на поверхность продуктивной толщи, а при необходимости и погоризонтные планы на нескольких уровнях. Современные ГИС-технологии позволяют строить трехмерные модели многопластовых месторождений, но для их построения необходимо заранее выделить маркирующие горизонты, составляющие литолого-структурный каркас месторождения, при этом для отображения строения промежуточных стратиграфических интервалов существующая плотность разведочных сетей оказывается недостаточной. Комплексы различных по литологическому составу геологических тел, слагающих междупластья, составляют в совокупности более или менее выдержанные полифациальные образования.

Предложено для удобства геометрических построений рассматривать такие сложные геологические тела, как надпородные образования, присвоив им наименование «терригенный компаунд». Практически все слои угленосных отложений, включая угольные пласты, формируются в водном бассейне за счет отложения осадков, образующихся при денудационном размыве горных пород, слагающих области питания бассейна, исключение составляют только хемогенные и некоторые органогенные породы – известняки и водорослевые компоненты углей. Скорость накопления осадков максимальна для песчаников, минимальна для углей и известняков, терригенные компаунды занимают промежуточное положение.

**Ключевые слова:** Восточный Донбасс, геологические модели, маркирующие горизонты, генерализация, макрофация.

### TERRIGENE COMPOUND AS A MACROFACIES OF MIDDLE-CARBONIFEROUS SEDIMENTATION IN THE EASTERN DONBAS

V.V. Troshchenko<sup>1</sup>

**Abstract.** On the example of the Eastern Donbas, it is shown that at the construction of 3D geological models of coal deposits it is often possible to represent geometrically adequate structural forms only of stable by lithology and thickness marker layers, in Donbas these being limestone beds, coal deposits and some layers of “regional” sandstones, but the interim intervals represented by a complex of geological bodies of unstable composition and complicated morphology do not yield to detailed geometrical depiction and are considered as “interstratal intervals” or “interbeds”. Graphic model of coal deposit traditionally includes a suit of mutually

<sup>1</sup> Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук (Institute of Arid Zones, Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: vtrosh@ssc-ras.ru

coordinated vertical cross-sections, hypsometric plans of industrial coal seams, plan of outcrops of the seams at the surface of productive series, and, if necessary, horizontal sections at several levels. Modern GIS-technologies allow to build 3-D models of multilayer deposits, but for their construction it is necessary to pick out beforehand the marker horizons making the lithologic-structural framework of the model, but the existing density of the prospecting network turn out to be insufficient for depiction of structure of the interim stratigraphic intervals. It is marked that complexes of different by lithological composition bodies making “interbeds”, compose in the aggregate more or less stable polyfacies formations. For the convenience of geometrical constructions, it is suggested to regard such complex geological bodies as super-rock formations and to name them “terrigenic compound”. Practically all layers of coal-bearing deposits, including coal seams, are formed in an aquatic basin by means of deposition of sediments formed at the denudational washout of rocks making areas of water supply, exception being only chemogenic and some organogenous rocks – limestones and algal components of coals. The velocity of the sediments accumulation is maximal for sandstones and minimal for coals and limestones, terrigenic compounds occupying an intermediate position.

**Keywords:** Eastern Donbas, geological models, marker horizons, generalization, macrofacies.

В процессе геологического изучения Донецкого каменноугольного бассейна за период более чем столетней истории разведочных работ были выработаны ставшие традиционными и служащие примером для углеразведчиков других угольных бассейнов приемы и методы создания графической модели месторождения или шахтного поля. Построение обычно начинают с создания структурной модели в виде взаимно увязанных вертикальных геологических разрезов и гипсометрических планов угольных пластов, причем в построении участвуют также и другие маркирующие горизонты, если таковые присутствуют (для Донбасса это слои известняков и некоторых песчаников). В состав графической модели входит также план выходов маркирующих горизонтов на поверхность продуктивной толщи; кроме того, могут строиться погоризонтные планы. Другим компонентам угленосной толщи уделяют меньшее внимание ввиду их площадной невыдержанности, что при существующей плотности разведочной сети не всегда позволяет провести их адекватное графическое моделирование. Как правило, на вертикальных геологических разрезах сплошными линиями показывают лишь маркирующие слои, остальные обозначают соответствующими условными знаками только вдоль осей разведочных скважин, а в промежутках между последними занимаемое неустойчивыми слоями пространство оставляют незаполненным. На погоризонтных планах такие слои также не отражают, а на планах поверхности (планах выходов пластов) их показывают только там, где они зафиксированы геологической или геофизической съемкой.

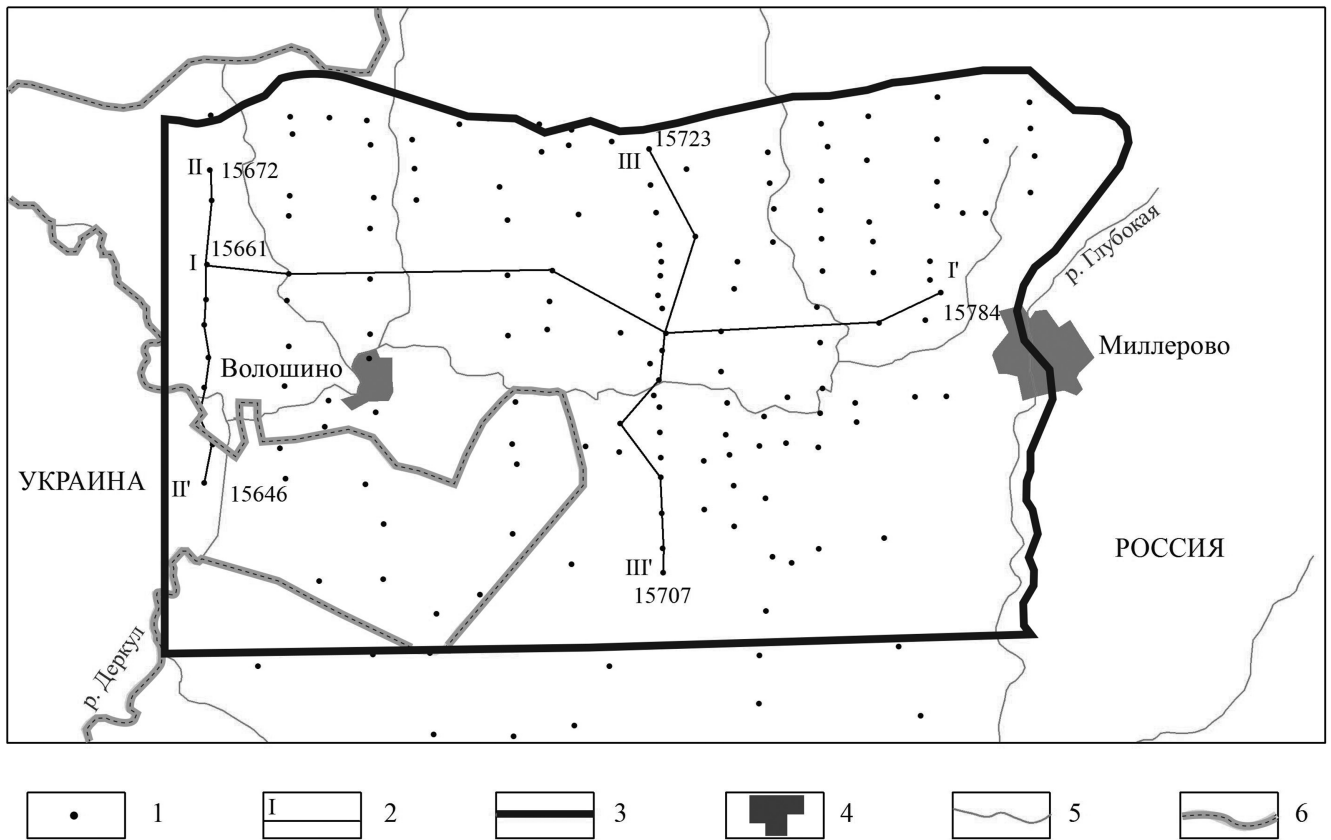
Современные ГИС-технологии позволяют строить трехмерные модели пластовых поверхностей поодиночке и в комплексе, однако такие построе-

ния выполняются лишь после того, как маркирующие горизонты определены и отмечены по всем разведочным выработкам и материалам съемок. Такие модели наглядны, но не вполне удовлетворяют требованиям к исходным материалам для проектирования угледобывающих предприятий.

Литотипы, слагающие угленосную формацию Донецкого бассейна, существенно различаются между собой по признаку площадной выдержанности. Наибольшей площадной выдержанностью (и, вместе с тем, наибольшей устойчивостью к выветриванию) отличаются слои известняков, что послужило благоприятной основой для создания классической методики детального прослеживания выходов стратиграфических горизонтов в процессе геологической съемки, а также для дробного стратиграфического расчленения разреза каменноугольных отложений [1]. Второй литотип, характеризующийся максимальной выдержанностью, это угольные залежи, однако их стойкость в гипергенных процессах минимальна, что препятствует непосредственному прослеживанию их выходов даже в условиях хорошей обнаженности. Угольные залежи и пласты известняков связаны между собой общностью условий образования: и те, и другие формировались в водном седиментационном бассейне в периоды длительной остановки воздымания блоков земной коры, составляющих область питания бассейна.

Еще один, хотя и менее распространенный литотип, слагающий обширные слои, это «региональные» песчаники, известные почти на всей площади бассейна.

Площадная выдержанность межпластовых расчленений, мощностей отдельных литологических слоев и компонентов угольного пласта – пачек,



**Рис. 1.** Схема размещения литолого-фациальных профилей на Миллеровской Западной площади, Восточный Донбасс (по В.Н. Фролову [1]). 1 – буровые скважины, пятизначные числа – их номера; 2 – линии профилей; 3 – граница Миллеровской Западной площади; 4 – населенные пункты; 5 – реки; 6 – государственная граница

**Fig. 1.** Chart of location of lithological-facies profiles at the Western Millerovo area, Eastern Donbas (by V.N. Frolov [1]). 1 – boreholes, five-digit figures – their numbers; 2 – profile lines; 3 – border of the Western Millerovo area; 4 – localities; 5 – rivers; 6 – state border

прослоек, антраколитовых слоев – свидетельство того, что скорость процессов горизонтального переноса осадков в водном бассейне течениями, волнением, сейшмами и т.п. многократно превышает скорость поступления твердого стока в водоем. Это общее правило, а отступления от него, конечно же, существуют, и связаны с нарушениями хода обычных процессов – природными катаклизмами типа цунами или землетрясения, паводками, селями, подводными оползнями, эвстатическими явлениями, сменами климата, глобальных тектонических циклов и т.п. Так возникают всяческие осложнения нормального напластования.

Различия площадной выдержанности фаций хорошо просматриваются при литолого-фациальном анализе даже небольшого стратиграфического интервала на детально изученной площади. Такой анализ проделан В.Н. Фроловым [2] в отношении стратиграфического интервала среднего карбона Восточного Донбасса, заключающего в себе угольную залежь  $k_2$ , на территории Западно-Миллеровской

угленосной площади (рис. 1). Выбор этого интервала удобен тем, что угольная залежь  $k_2$  в Восточном Донбассе является одной из наиболее выдержанных и разрабатывалась в течение долгого времени большим количеством шахт. Угольная залежь  $k_2$  имеет сложное строение, ее основные компоненты это пласты  $k_2^H$  и  $k_2^B$ , приобретающие кондиционную мощность и являющиеся предметом эксплуатации на различных участках и шахтных полях, а местами расщепляющиеся на более дробные горизонты.

В.Н. Фролов отмечает присутствие сапрогумолитов в самой нижней пачке пласта  $k_2^{H-1}$  в юго-восточной части Миллеровской Западной площади и в самой верхней пачке  $k_2^B$ , где в западном направлении они начинают преобладать, что является прямым свидетельством накопления исходного материала угольной залежи в водном бассейне (эпиконтинентальном море).

Детальное исследование стратиграфического интервала между слоями известняков  $K_2$  и  $K_3$ , включающего в себя угольный пласт  $k_2$ , показало, что

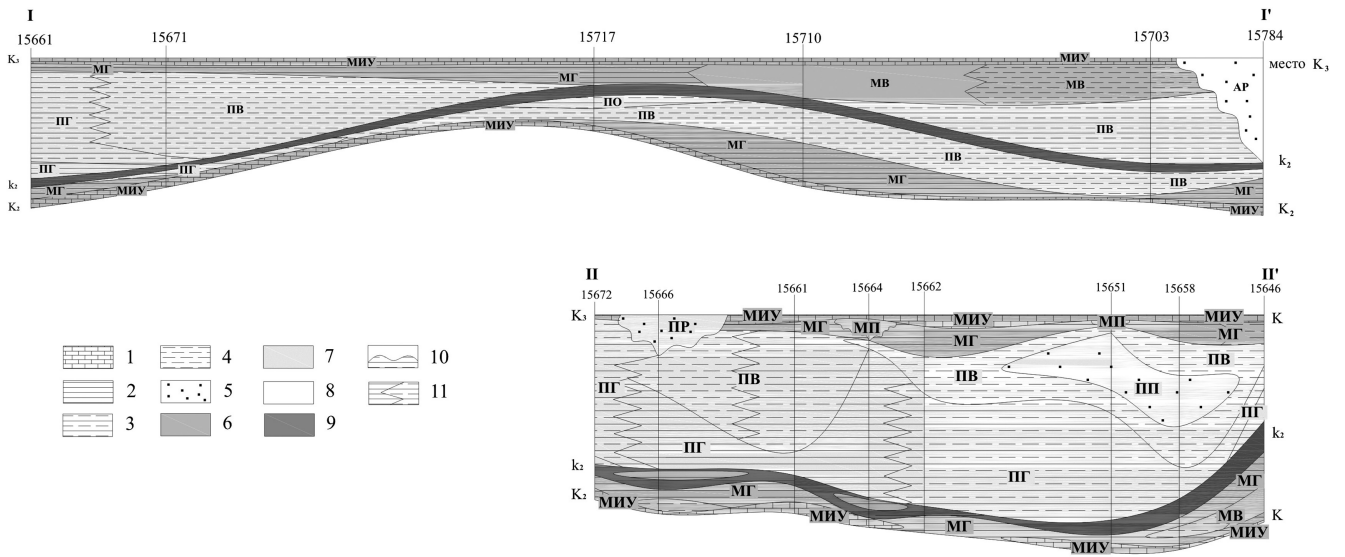
только эти три литологических горизонта сохраняют свою идентичность на всей исследованной территории, в то время как два разделяющих их интервала  $K_2-k_2$  и  $k_2-K_3$ , сложенные комплексом породных тел песчано-алевро-аргиллитового состава, демонстрируют быструю смену литологических разностей по латерали и по нормали к напластованию, причем суммарная мощность каждого из этих интервалов также изменяется, хотя и не столь быстро (рис. 2, 3).

Рассматривая всю территорию Донецкого бассейна, можно заметить, что к известнякам и угольным пластам приближаются по выдержанности состава и строения только некоторые особо выделяющиеся по мощности и площадному распространению слои песчаников, которым были присвоены собственные названия («софиевские», «табачковые», «рубужные» и т.п.). Такие маркирующие песчаники вместе с пластовыми телами известняков и углей составляют своеобразный литолого-структурный каркас угленосной толщи, являясь стратиграфическими реперами, по отношению к которым определяется положение в разрезе всех иных его элементов. Основная же масса песчаниковых тел представляет собой русловые отложения меандрирующих подводных рукавов дельт, реже субаэральных потоков. Их тела, имеющие в разрезе форму, близкую к линзовидной, перемежаются с телами аналогичной формы более мелкозернистых пород – алевролитов и аргиллитов, создавая видимую беспорядочность сложения терригенных интервалов, разделяющих пласты угля и известняка. Их формирование связано с восходящими движениями (в области сноса) умеренных скоростей, когда в седиментационный бассейн сносятся продукты денудации разной степени переработки и сортировки. Характерной особенностью аргиллитов и алевролитов угленосных толщ является присутствие в их составе углефицированного вещества разной степени дезинтеграции, что придает этим породам характерный темно-серый цвет, по которому они легко идентифицируются. Если в аргиллитах это преимущественно рассеянное органическое вещество, то в алевролитах встречаются тонкие листовые ткани, а в песчаниках можно встретить крупные фитолеймы – обугленные стволы, крупные ветви, а совсем редко – пни и корни древесной и древовидной флоры. Эта особенность угленосных формаций привела Т.А. Ягубянца [3] к введению понятия об антраколите, в которое включаются все разновидности угленосных пород с широким

спектром процентного отношения органической части к минеральной, теоретически от 100 до 0 %, где границу между собственно углем и угленосной породой устанавливают директивно, исходя из различных, чаще всего утилитарных соображений, – обычно это число, соответствующее максимальной зольности угля порядка 40–50 %.

Периоды наиболее скоростных и длительных воздыманий областей сноса, особенно если они захватывают площади, близко примыкающие к седиментационному бассейну, создают условия для формирования мощных и обширных слоев песчаников, являющихся стратиграфическими реперами, по площадной выдержанности приближающимися к пластам угля и известняка. В таких песчаниках вероятность встретить фитолеймы и обугленный растительный детрит невелика, поскольку интенсивный и длительный размыв воздымающихся блоков препятствует широкому развитию растительного покрова и образованию болот. В отличие от этого, при кратковременных событиях, связанных с интенсивным привнесом песчаного материала, поверхность осадка в водоеме не успевает выровняться. Впоследствии поступающий алевропелитовый материал, заполняя локальные углубления, препятствует равномерному распределению псаммитового осадка по площади водоема, фиксируя положение песчаных тел в форме линз и рукавов. Пласты угля и морских известняков, наоборот, формируются в условиях полного и длительного тектонического покоя в области сноса [4] при сохранении достаточной глубины бассейна, о чем свидетельствует их облик классических пластовых залежей.

На литолого-фациальных профилях (рис. 2, 3) интервалы, разделяющие устойчивые элементы разреза (известняки, угольные пласты и маркирующие песчаники), слагаются достаточно пестрыми породными комплексами, в которых их составные части – тела песчаников, алевролитов и аргиллитов – сменяют друг друга как по латерали, так и по нормали к напластованию, по резким границам и с постепенными переходами, без видимой закономерности, не позволяя уверенно проследивать их подобно пластовым телам от скважины к скважине даже при достаточно густой разведочной сети. И в то же время, если рассматривать такой породный комплекс как одно целое, то оказывается, что ему присуща площадная выдержанность не меньшая, чем у каркасных реперных слоев. Наиболее вероятное предположение – это отложения подводной дельтовой системы, рукава которой, постоянно ми-



**Рис. 2.** Литолого-фациальные профили I-I' и II-II' (по В.Н. Фролову [2]). Соотношение горизонтального масштаба к вертикальному 250 : 1.

1 – известняк; 2 – аргиллит; 3 – аргиллит алевроитистый; 4 – алевролит; 5 – песчаник; 6–9 – группы фаций: 6 – морские (известняки  $K_2$  и  $K_3$ ); 7 – переходные; 8 – континентальные; 9 – болотные (угольная залежь  $k_2$ ); 10 – эрозионный контакт; 11 – постепенное замещение пород. Фации: AP – русла; АП – поймы; ПР – выносов рек; ПВ – зоны волновой ряби заливно-лагунного побережья; ПГ – глинистых осадков лагун и заливов; ПП – пересыпей, кос и баров; МВ – зоны волнений прибрежной части моря; МГ – глинистых осадков материкового моря; МИУ – карбонатных осадков материкового моря; ПО – приморских озер. Вертикальные линии – буровые скважины, пятизначные числа – их номера

**Fig. 2.** Lithological-facies profiles I-I' and II-II' (by V.N. Frolov [2]). Ratio of horizontal scale to vertical 250 : 1.

1 – limestone; 2 – argillite; 3 – aleuritic argillite; 4 – aleurolite; 5 – sandstone; 6–9 – groups of facies: 6 – marine (limestones  $K_2$  and  $K_3$ ); 7 – transitional; 8 – continental; 9 – swampy (coal deposit  $k_2$ ); 10 – erosional contact; 11 – gradual substitution of rocks. Facies: AP – channel; АП – flood-land; ПР – river drift; ПВ – zone of the bay-lagoon undulation ripples; ПГ – clayey sediments of bays and lagoons; ПП – bars, bay-bars and tongue bars; МВ – oscillation zones of littoral part of sea; МГ – clayey sediments of inland sea; МИУ – carbonate sediments of inland sea; ПО – maritime lakes. Vertical lines – boreholes, five-digit figures – their numbers

грируя по территории бассейна, многократно пересекают полосы ранее отложившихся осадков, которые подвергаются вторичному размыву, переносятся на новые места, и этот процесс прекращается только с остановкой восходящих движений блоков области сноса, когда скорость потоков падает, а возросшая глубина бассейна не позволяет волновым процессам и течениям участвовать в перераспределении осадка. Такие переплетающиеся блуждающие рукава – полосы современных осадков – можно видеть с высоты птичьего полета, например, над широкой поймой реки Воркута при подлете с юга к одноименному городу. Как показывает практика, закономерности формирования подводных дельт мало отличаются от таковых наземных дельт. Вполне естественно, что в результате такого многократного переотложения осадка он может приобретать признаки, считающиеся характерными для самых разнообразных фаций аллювиального, дельтового и прибрежно-морского комплексов, чем и объясняется пестрый фациальный состав монопородных линз и рукавов, слагающих стратиграфические интервалы между выдержанными опорными слоями,

приписываемый этим телам на основе традиционного фациального анализа. Кроме того, в мелких водоемах рельеф дна и распределение различных типов осадков находятся под влиянием достаточно сложных гидродинамических явлений, таких как донные течения, штормовые волны, просадочные явления, сползание жидких глинистых и мелкоалевритовых илов по рельефу дна. Как показал на примере Азовского моря академик Г.Г. Матишов [5], результатом проявления этих процессов являются такие специфические элементы морфологии дна, как валы, гряды, борозды, ложбины, «блюдца», по сочетанию которых можно судить об общем характере бассейна и о том, к какой его части относится тот или иной участок бывшего дна водоема.

Таким образом, просматривается необходимость выделения в составе угленосных формаций неких надпородных геологических тел, промежуточных между угленосной формацией в целом и монопородными слоями (их предлагается именовать «терригенными компаундами» (ТК)). На профилях I-I', II-II' и III-III' для примера оставлены индексы, отражающие результаты фациальных определений,

выполненных В.Н. Фроловым [2] на основе традиционных представлений, но даже беглое ознакомление с расположением и взаимоотношениями монопорodных тел приводит к выводу, что эти фациальные определения неверны, и совместное нахождение таких разнородных фациальных образований противоречит фациальному закону Головкинского – Вальтера. Логичнее присвоить всему ТК принадлежность к одной макрофации аллювиально-дельтового комплекса. Можно также отметить, что показанные на профилях формы монопорodных компонентов ТК отражают только общий характер их индивидуальных размеров и пространственных взаимоотношений и что при сгущении сети скважин, к примеру, вдвое, картина выглядела бы еще более сложной, хотя общий объем, занимаемый ТК, остался бы неизменным.

Следует отметить, что не всегда промежутки между каркасными маркирующими слоями бывают заполнены терригенными компаундами, иногда это более или менее мощные однопорodные слои, представленные аргиллитом, алевролитом, алевролитистым аргиллитом или толщей с постепенной градационной сменой упомянутых литологических разностей, отложение которых происходило при установившемся в области сноса режиме вялотекущих восходящих движений.

Нетрудно заметить, что стратиграфические интервалы, занимаемые терригенными компаундами, будучи сложены невыдержанными по мощности и литологическому составу монопорodными телами, тем не менее сами обладают в целом достаточно выдержанной по площади мощностью, и в этом отношении аналогичны маркирующим (каркасным)

слоям. Можно также отметить, что изменение режима осадкообразования (то есть условий размыва областей сноса и переноса кластического материала) совершается как некий дискретный процесс, в результате которого к моменту начала накопления очередного каркасного слоя или терригенного компаунда поверхность предыдущего оказывается выровненной, как бы подготовленной к началу очередного эпизода литогенеза. Каждый ТК обычно ограничен снизу и сверху достаточно гладкими поверхностями стратиграфического раздела, редко нарушаемыми последующими размывами.

Невозможно отрицать необходимость как можно более детальной литологической характеристики всех порodных тел, слагающих угленосную толщу. Это требуется в первую очередь для практических целей прогнозирования горно-геологических условий эксплуатации угольного месторождения – оценки устойчивости боковых пород в очистных и подготовительных выработках, прогноза газоносности, водообильности, склонности угля и вмещающих пород к динамическим проявлениям и т.д. Однако в целях историко-геологических и палеотектонических реконструкций, как это ни парадоксально, оказывается целесообразной некоторая литологическая генерализация, которая позволила бы рассматривать в качестве самостоятельных равноправных стратиграфических единиц не только монопорodные слои регионального значения, сохраняющие свою идентичность на обширных территориях, которые могут считаться региональными маркерами, но и некие укрупненные литолого-стратиграфические образования надпорodного класса, занимающие по рангу промежуточное положение

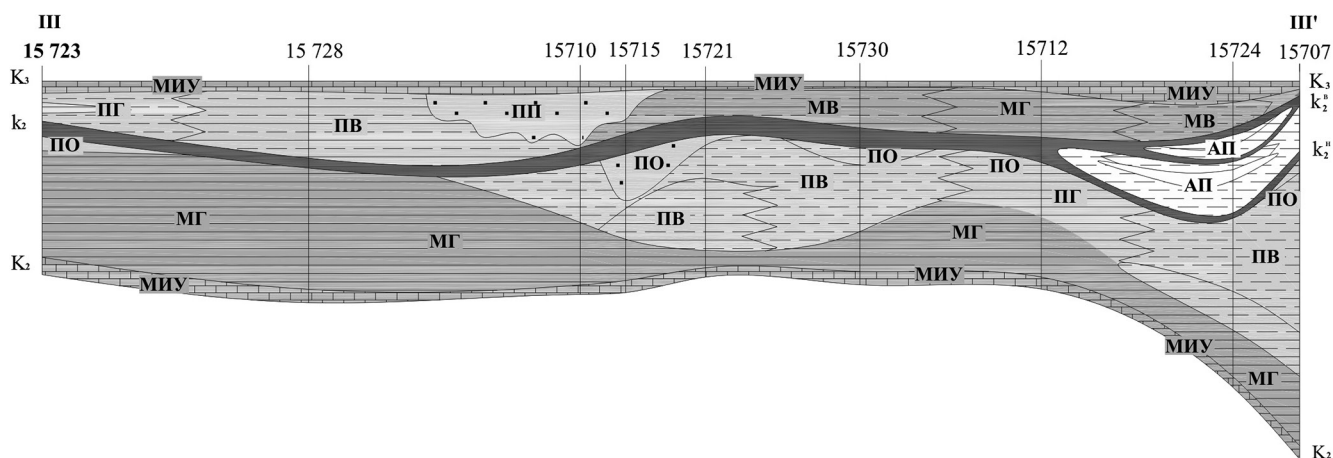


Рис. 3. Литолого-фациальный профиль III–III' (по В.Н. Фролову [2]). Соотношение горизонтального масштаба к вертикальному 250 : 1. Условные обозначения см. на рис. 2

Fig. 3. Lithological-facies profile III–III' (by V.N. Frolov [2]). Ratio of horizontal scale to vertical 250 : 1. See legend in Fig. 2

между монопородным слоем и угленосной формацией в целом. Такой подход позволит при анализе истории геологического развития территории выделять временные интервалы формирования монопородных маркирующих слоев – углей, известняков и региональных песчаников, – а также равноценные им (не по длительности, но по единству фациальной обстановки) интервалы дельтаво-аллювиальных условий формирования терригенных компаундов.

К сожалению, низкая разрешающая способность существующих методов изучения литологического состава осадочных формаций не позволяет дать исчерпывающую характеристику палеогеографических условий формирования всех элементов угленосной толщи даже такого изученного бассейна, как Донецкий, однако некоторые общие соображения могут быть высказаны. Так, например, нигде на территории бассейна, даже в его окраинных частях, не выявлены литоструктуры, обычные для прибрежных акваторий эпиконтинентальных морей – косы и характерные продолговатые острова с субаэральными почвенными образованиями и остатками флоры. Это свидетельствует о том, что Донецкий бассейн в его современных границах представляет собой всего лишь фрагмент древнего бассейна осадконакопления, пограничные области которого в результате последующих тектонических дислокаций и деструктивных процессов оказались либо погребенными под толщей более молодых отложений, либо уничтоженными денудацией.

Вопреки общепринятым представлениям о болотном происхождении углей, что подразумевает длительное нахождение территории в субаэральных условиях, настоящими континентальными, точнее, субаэральными образованиями в угленосной формации Донбасса могут считаться только почвенные горизонты с корешками растений, пресловутые «кучерявчики». Однако они не локализируются в виде кос или островов, а формируют обширные площадные образования незначительной мощности, обычно в почве угольных пластов, хотя встречаются и как обособленные горизонты. Они являются манифестацией кратковременных эпизодов осушения всей акватории бассейна или его значительной части за счет эвстатического понижения уровня моря. Погребенные болотно-лесные горизонты с фоссилизированными пнями, стволами и корнями деревьев и иной наземной флоры в мировой практике известны, описаны, но крайне редки и в Восточном Донбассе не встречены. Имен-

но эти ограниченные по мощности и площадям залегающие, низкокачественные и не представляющие промышленного интереса как полезное ископаемое образования могут считаться автохтонными угольными залежами. Условия, необходимые для автохтонного накопления растительного материала, создаваемые эвстатическими понижениями уровня Мирового океана, длились недостаточно долго для образования сколько-нибудь существенной угольной залежи, в то время как задержки восходящих движений области сноса могли быть практически неограниченно долгими, о чем свидетельствует широкий диапазон значений мощности обычных, то есть аллохтонных, угольных слоев и пачек, от миллиметров до метров, а в других бассейнах и до сотен метров.

Собственно торфяные залежи самых разных масштабов, от малых торфяников речных пойм и дельт до крупнейших торфяных бассейнов типа Мещёрской низменности, Васюганских болот, торфяников Индонезии и т.п., как открыто залегающие, так и погребенные, представляют собой атрибут четвертичного периода. Все они в геологическом масштабе времени представляют собой временные хранилища ископаемой органики, которые находятся на воздымающихся блоках земной коры и рано или поздно, но в пределах текущего периода, будут неминуемо уничтожены денудацией. Современные торфяники размываются речными водами, при этом дезинтегрированные продукты размыва сносятся в бассейны конечного стока, подвергаясь при этом различным процессам сортировки и биодеструкции. И только та часть этих скоплений, которая достигнет конечного бассейна, имеет шанс, пройдя этапы погребения, диагенеза, катагенеза, возможно, метагенеза, сформировать угольные залежи будущего.

О скорости накопления осадков, формирующих пластовые тела известняков, углей, мощных песчаников и ТК, на нынешнем уровне знаний можно только догадываться, однако эта задача не безнадежна, и дальнейшие исследования вполне могут дать ключи к ее разгадке.

В рамках автохтонной теории торфоугленакопления скорость накопления первичного материала угольных залежей, то есть торфа, приравнивалась к скорости роста современных торфяников, в грубой оценке это 1 мм в год. С учетом последующего диагенетического уплотнения эта величина могла быть уменьшена для угля в два и более раза. Однако автохтонная теория не находит подтверждения в

морфологических особенностях угольных залежей и других признаках седиментационной структуры угленосных формаций [6]. Единственная теория, удовлетворительно объясняющая все особенности строения угольных залежей и вмещающих толщ, трактует углеобразующий процесс как аллохтонное отложение на дне водного бассейна (эпиконтинентального моря, лагуны, озера) дисперсной органики, образующейся в областях сноса за счет размыва континентальных торфяников [4], однако критерии, которые могли бы служить основой для оценки скорости накопления углеобразующего осадка в рамках этой теории, пока не найдены. Можно лишь предполагать, что скорость накопления этого осадка значительно ниже, чем скорость отложения терригенного компаунда, и сопоставима со скоростью накопления известняков. Из всех литотипов, слагающих угленосную формацию, наибольшей скоростью накопления отличаются грубозернистые породы – песчаники и гравелиты, причем для них эта скорость может достигать величин до нескольких метров в год, то есть на несколько порядков больше, чем для углей. Об этом свидетельствуют достоверно задокументированные, хотя и очень редкие, примеры захоронения в мощных слоях песчаника целых вертикально стоящих древесных стволов, подвергшихся в процессе диагенеза углефикации или замещению минеральным веществом (окремнению).

Высокие скорости накопления некоторых песчаников могут показаться парадоксальными, если учесть, что исходным материалом для формирования необходимых для этого масс песка являются кристаллические изверженные и метаморфические породы, наиболее устойчивые в условиях гипергенеза, что исключает возможность быстрого образования песков в необходимых количествах. Дело в том, что разрушение кристаллических пород происходит в результате достаточно медленно протекающих процессов гипергенного преобразования изверженных пород и формирования кор выветривания, и только после этого рыхлые продукты гипергенеза размываются и переносятся водными потоками, попутно подвергаясь сортировке.

При этом тонкие илистые фракции могут транспортироваться непосредственно в седиментационный бассейн, тогда как менее подвижные песчано-гравелистые фракции аккумулируются во временных внутриконтинентальных хранилищах – аллювиальных аккумулятивных равнинах, песчаных пустынях и т.п. Их активизация и быстрый снос в

конечный седиментационный бассейн наступает в результате экстраординарных событий типа катастрофических паводков, селей и т.п., способных одновременно привести в движение огромные массы рыхлого осадка.

Таким образом, период накопления угольного слоя даже небольшой мощности может многократно превышать длительность формирования соседнего по разрезу слоя песчаника мощностью в несколько метров и даже десятков метров. Относительно скорости накопления терригенных комплексов можно предположить, что интегральная скорость накопления столь разнородной совокупности кластических осадков должна иметь некоторое среднее значение между максимальной скоростью отложения песчаного осадка и минимальной – глинистого ила. В.И. Седлецкий и А.А. Байков [7] приводят данные о скоростях сверхбыстрой терригенной седиментации, достигающей сотен миллиметров в 1000 лет, и это не предел.

По данным А.П. Лисицына, приведенным в книге Н.В. Логвиненко [8], скорость осадконакопления в Индийском океане изменяется от 1 до 100 мм в 100 лет. Скорость осадконакопления в окраинных и внутренних морях значительно выше, чем в океанах. Так, например, в Черном море у кавказского побережья скорость накопления осадков достигает 400 мм/100 лет, в центральной части 10–40, в Азовском море 2400, в Беринговом море 300–500 мм. Параметры водного бассейна карбонового осадконакопления в Донбассе в целом неизвестны, можно лишь уверенно утверждать, что в осевой области прогиба скорость накопления осадков была максимальной, а в окраинных районах много меньшей.

Процессы осадкообразования и осадконакопления отличались наибольшей стабильностью и наименьшей динамикой среды во время формирования залежей угля и слоев известняков, а максимальная динамика соответствует периодам отложения слоев «региональных» песчаников. Накопление терригенных компаундов происходило в условиях нестабильной динамики водных потоков в области сноса и водных масс в бассейне седиментации.

Трактовка стратиграфических промежутков между маркирующими слоями как надпорodных геологических тел в принципе не меняет технологию графического моделирования угольных месторождений, позволяя, однако, проводить с ТК те же процедуры графического и статистического анализа изменения их мощности, вещественного состава и других характеристик по площади объ-



екта разведки, которые обычно выполняются с угольными залежами. Введение термина «терригенный компаунд» позволит также отказаться от неудобных понятий «межпластовый промежуток», «междупластье», как бы лишенных материального наполнения.

Разумеется, предлагаемый термин не предполагает тотальную замену послыного описания интервалов между маркирующими горизонтами обобщенным представлением последних как «тер-

ригенные компаунды», а предназначен лишь для облегчения и упрощения геологических описаний и построений. Во всех тех случаях, когда документируемая толща сложена выдержанными слоями уверенно выделяемых литологических разностей, необходимость в таких обобщениях отпадает.

Исследование выполнено в рамках работ по проекту Института аридных зон ЮНЦ РАН (№ госрегистрации 01201363185).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев А.А. (ред.). 2000. Обзор геологических исследований и освоения бассейна. В кн.: *Угольная база России. Том I. Угольные бассейны и месторождения европейской части России (Северный Кавказ, Восточный Донбасс, Подмосковный, Камский и Печорский бассейны, Урал)*. М., Геоинформмарк: 56–57.
2. Фролов В.Н. 2010. *Морфология, вещественный состав и генезис угольного пласта k<sub>2</sub> Миллеровской Западной площади*. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Ростов н/Д, изд-во ЮФУ: 22 с.
3. Ягубянц Т.А. 1988. *Морфоструктурный анализ угольных залежей*. М., Недра: 126 с.
4. Трошенко В.В. 2012. *Седиментологический аспект углеобразования*. Под ред. Д.Г. Матишова. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 112 с.
5. Матишов Г.Г. 2006. Геоморфологические особенности шельфа Азовского моря. *Вестник Южного научного центра*. 2(1): 44–48. doi: 10.23885/1813-4289-2006-2-1-44-48
6. Трошенко В.В. 2014. Морфогенез торфяников и угольных пластов. В кн.: *Основные направления геологоразведочных и научно-исследовательских работ на твердые горючие ископаемые в современных экономических условиях. Тезисы докладов XIII Всероссийского угольного совещания 22–25 апреля 2014 г.* Ростов н/Д, изд-во ВНИГРИУголь: 104–107.
7. Седлецкий В.И., Байков А.А. 2009. Скорости протекания геологических процессов. В кн.: *Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования. Материалы VII Международной научно-практической конференции, Новочеркасск, 1 декабря 2008 г.* Новочеркасск, изд-во ЮРГТУ: 4–9.
8. Логвиненко Н.В. 1980. *Морская геология*. Л., Недра: 343 с.

## REFERENCES

1. Timofeyev A.A. (Ed.). 2000. [Survey of geological research and opening up of the basin]. In: *Ugol'naya baza Rossii. Tom I.*

2. Frolov V.N. 2010. *Morfologiya, veshchestvennyy sostav i genезis ugol'nogo plasta k<sub>2</sub> Millerovskoy Zapadnoy ploshchadi*. [Morphology, material composition and genesis of the coal seam k<sub>2</sub> of the Western Millerovo area. PhD Abstract]. Rostov-on-Don, Southern Federal University Publishers: 22 p. (In Russian).
3. Yagubiants T.A. 1988. *Morfostrukturnyy analiz ugol'nykh zalezhey*. [Morphostructural analysis of coal deposits]. Moscow, Nedra: 126 p. (In Russian).
4. Troshchenko V.V. 2012. *Sedimentologicheskiy aspekt ugleobrazovaniya*. [Sedimentological aspect of coal formation]. D.G. Matishov (Ed.). Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publishers: 112 p. (In Russian).
5. Matishov G.G. 2006. [Geomorphologic peculiarities of the Sea of Azov shelf]. *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra*. 2(1): 44–48. (In Russian). doi: 10.23885/1813-4289-2006-2-1-44-48
6. Troshchenko V.V. 2014. [Morphogenesis of peatbogs and coal seams]. In: *Osnovnye napravleniya geologorazvedochnykh rabot na tvordye goryuchie iskopaemye v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh*. [Main directions of geological-prospecting works on hard fossil fuels in modern economical conditions]. Rostov-on-Don, VNIGRIUgol Publishers: 104–107. (In Russian).
7. Sedletskiy V.I., Baykov A.A. 2009. [Velocities of the geological processes proceeding]. In: *Problemy geologii, planetologii, geoekologii i ratsional'nogo prirodopol'zovaniya*. [Problems of geology, planetology, geoecology and rational nature use]. Novocherkassk, South-Russian State Technical University Publishers: 4–9. (In Russian).
8. Logvinenko N.V. 1980. *Morskaya geologiya*. [Marine geology]. Leningrad, Nedra: 343 p. (In Russian).

Поступила 25.01.2017