

ТРАНСГРЕССИВНЫЕ И РЕГРЕССИВНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЦИКЛАХ УГЛЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

Ю. А. Жемчужников

Предисловие

Вопрос о трансгрессивных и регрессивных явлениях при накоплении осадков вступил в новую фазу. Это произошло благодаря изучению угленосных формаций с учетом цикличности их строения.

В литологических работах по Кузнецкому, Карагандинскому и другим бассейнам, а особенно по Донецкому, выяснилось значение осадочных циклов, состоящих из регрессивных и трансгрессивных частей. В дальнейшем было установлено, что регрессия не повторяет в обратном порядке пород и фаций трансгрессивной части цикла. Она характеризуется рядом фаций с особыми признаками, если даже они развиваются на тех же глубинах и тех же расстояниях от берега, что и трансгрессивные фации. Соответственные признаки пород также несут на себе черты отличий, которые все более и более выявляются. Ряд работ Л. Н. Ботвинкиной [2—5], А. П. Феофиловой [1, 20] и других уже раскрыли некоторые закономерности этого явления, которые имеют значение для генезиса угольных пластов и углей, т. е. для угольной практики.

Поэтому освещение данной проблемы требует внимания геологов-угольщиков тем более, что до сих пор она решалась далеко не однозначно. Несмотря на обилие материала, все еще дискутируются вопросы о самом наличии циклов осадкообразования в угольных бассейнах, о начале циклов, о наличии или отсутствии аллювиальных фаций в параличских угленосных толщах, о принадлежности аллювия и пластов угля к регрессивной или трансгрессивной фазе цикла.

В настоящей работе я поставил своей целью еще раз пересмотреть эти вопросы в свете новых данных, поставить точки над «и» и сделать вытекающие отсюда выводы.

Имеет значение даже постановка указанных вопросов, так как привлечение к ним внимания исследователей несомненно вызовет накопление новых фактов в смысле различия трансгрессивных и регрессивных явлений, типов пород и соответствующих фаций, что поведет к углублению познания угленосных формаций.

Введение

Под трансгрессией в геологии обычно понимают широкое наступление моря на сушу. Оно выражается в залегании морских осадков над континентальными или над явно наметившимся перерывом в отложении осадка. В первом случае имеется просто трансгрессивное залегание, во

втором — элементы некоторого несогласия в залегании, хотя бы и скрытого.

Однако эта картина, приложимая к крупным или мировым трансгрессиям, не исчерпывает всего комплекса трансгрессивных явлений, более наглядно выступающих в мелких или кратковременных наступлениях моря или ингрессиях (инвазиях), сравнительно недалеко проникающих в глубь континента. Ингрессии быстро сменяются регрессиями — отступлениями моря и обнажениями суши. Далее эта последовательность неоднократно повторяется снова. Так, для среднего карбона Донецкого бассейна доказано свыше сотни таких наступаний и отступаний [1, 3] морских вод, т. е. трансгрессий (ингрессий), проникающих в глубь континента на сотни километров, и регрессий такого же масштаба.

Изучение отдельных фаз подобных наступлений показывает, что если в одних точках суши начавшаяся трансгрессия проявляется уже в формировании морских отложений, то в других точках, более удаленных от морского бассейна, куда морские воды еще не дошли, она должна обнаружиться в чем-то другом, т. е. не обязательно в морских отложениях. Но в каких? И почему они будут означать трансгрессию? Это нуждается в некоторых разъяснениях.

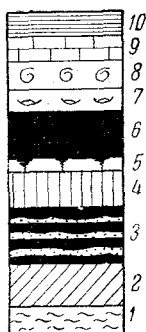


Рис. 1. Морской угленосный цикл (по Л. Н. Ботвинкиной):

1 — алевритовые осадки зоны морских волнений; 2 — алевритовые осадки зоны морских течений; 3 — осадки морского мелководья; 4 — застойные водоемы; 5 — «кучерявичик» — почва угольного пласта; 6 — уголь; 7 — опресненная лагуна с антракозидами; 8 — аргиллит с фауной нормальной солености; 9 — известняк; 10 — морской аргиллит

Если геолог-стратиграф рассматривает трансгрессию как надвигание и расширение морского покрова на площади, то для тектониста или литолога подход может быть и несколько иным. Трансгрессия моря происходит вследствие *опускания* его дна вблизи берега и известной части суши. Напротив, регрессия является следствием *поднятия* в данной точке. Таким образом, смена трансгрессий и регрессий в глазах литолога является только другим выражением для поднятий и опусканий морского дна.

Но во всех ли точках однозначнодвигающихся участков отлагаются одинаковые осадки? И отчего это зависит?

Обратимся к типичным угленосным циклам паралического бассейна, в котором явления трансгрессии и регрессии представлены наиболее наглядно (Донбасс). Возьмем два типа цикла. В одном случае помимо угля цикл будет состоять исключительно из морских и лагунных отложений, в другом — под угольным пластом и его почвой непосредственно лежат континентальные, именно аллювиальные отложения (рис. 1).

В цикле над угольным пластом залегают сначала лагунные или прибрежно-морские отложения (не всегда), а выше — типичные морские осадки нормальных соленых вод с соответственной фауной в аргиллитах и известняках. Здесь обычно можно отметить направленность изменений в сторону все большей удаленности от берега, а нередко и большей глубины. Это, несомненно, тоже *трансгрессивный* ряд фаций.

Если обратиться к подугольной части цикла, то мы увидим чередование мелководных (прибрежных) отложений, все более и более приближающихся (кверху) к береговой линии. Морские осадки выражены в несколько иных фациях, чем надугольные, и находятся в другом чередовании. Это, несомненно, регрессивный ряд.

Таким образом, цикл в основном состоит из двух рядов неодинаковых морских фаций, между которыми находится угольный пласт. Эти ряды — осадки трансгрессий и регрессий.

Обратимся к другому типичному циклу, содержащему под углем развитую толщу аллювиальных, преимущественно русловых¹, отложений. В самом основании цикла (рис. 2) найдем маломощную толщу морских осадков с признаками регрессивного чередования, на размытой поверхности которых (с врезом) «несогласно» залегают речные осадки.

При сопоставлении этих двух типов цикла, которые могут сменять друг друга по простиранию, естественно возникают вопросы: 1) куда

Рис. 2. Аллювиально-морской угленосный цикл Донецкого бассейна, в котором континент представлен аллювием и угольным пластом с автохтонной почвой («кучерявчиком»):

1 — русловой аллювий; 2 — пойменный аллювий; 3 — почва угля — алевролит с корешками («кучерявчик»); 4 — уголь; 5 — лагунные слои с пресноводной фауной; 6 — аргиллит с морской фауной; 7 — известняк; 8 — известковистый аргиллит



отнести накопление аллювия — к регрессии или трансгрессии; 2) к какому ряду принадлежит накопление угольного пласта.

От правильного разрешения этих двух вопросов зависит отвечающее истине представление об угленакоплении и осадконакоплении в параллических бассейнах. Это представление чрезвычайно важно потому, что в зарубежных статьях и руководствах широко распространены совершенно неприемлемые схемы формирования угленосных формаций параллического типа. Эти схемы, исходящие из неправильных тектонических, фациальных и генетических (для угля) предпосылок, нередко находят приверженцев и у нас, правда, главным образом среди геологов, не занимающихся специально угольными месторождениями.

В трансгрессивную или регрессивную стадию цикла накапливается аллювий?

Этот вопрос пока еще не находит единодушного решения. Многие геологи считают, что аллювиальные отложения целиком накапливаются и захороняются во время начавшейся трансгрессии (ингрессии) моря. Согласно этому взгляду наступление моря, вызванное погружением береговой полосы, образует в области морского берега некоторый подпор морских вод, повышение базиса эрозии и замедление течения потока. Последнее ведет к уменьшению подвижности осадка в русле реки и, следовательно, его накоплению, а в случае полного исчезновения речного потока — захоронению его осадков все далее и далее продвигающимися осадками наступающего моря.

Такой ход рассуждения имеет свои основания, когда дело идет об одном русле, прodelывающем цикл эрозии от начала разработки эро-

¹ В верхней части их могут быть и пойменные отложения, которые хорошо развиты, например, в Кузбассе и менее выявлены в Донецком бассейне.

зионного размыва, т. е. углубления русла, до его полного занесения сначала русловыми, а затем и пойменными осадками. Несомненно, этот процесс, начавшись в регрессивную фазу (врезание русла в континент), может закончиться в момент подпора морских вод, т. е. во время трансгрессии.

Однако обязательно ли это? Так ли идет развитие речной долины и нарастание аллювиальных отложений? Требуют ли они неизменного изменения базиса эрозии и колебательных движений или цикл накопления аллювия в речной долине может проходить и независимо от них?

Работы Н. И. Николаева [17] и Е. В. Шанцера [22] убедительно показали, что разработка речной долины равнинных рек идет в боковом направлении, причем все три этажа аллювия (базальный галечный слой, русловые отложения и пойменные осадки) формируются в геологическом смысле одновременно (рис. 3). Но вследствие размывания одного

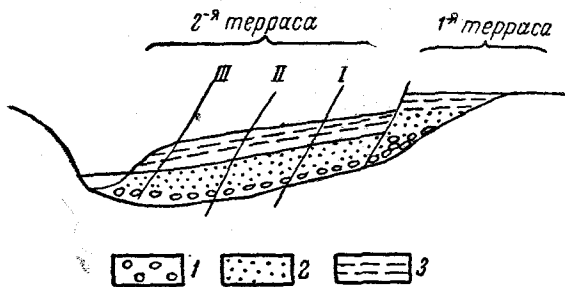


Рис. 3. Боковое нарастание аллювиальных отложений в речной долине:

1 — базальный галечник; 2 — русловой песок; 3 — пойменная сушь; I, II, III — моменты развития долины и перемещения русла

коренного берега речная долина неуклонно расширяется, а действующее русло отклоняется от своего первоначального положения. Вместе с расширением долины идет боковое наращивание аллювия мощностью до 15—25 м. При этом углубление (врезание) речного русла может продолжаться в соответствии с продолжающейся регрессией (т. е. поднятием дна). И если в сечении живого русла осадки перемещаются и не накапливаются, то в широкой долине сформировавшейся за все время регрессии русловые и пойменные отложения нелегко поддаются абразии наступающего моря. Поэтому они, находясь в широких и достаточно глубоко врезанных впадинах, действительно захороняются в том виде, в каком отложились во время регрессии, т. е. в виде не только руслового, но и пойменного аллювия, который почти не размывается.

В среднем карбоне Донецкого бассейна, как выяснено работами Донбасской угольной экспедиции, существовали речные долины [1]. Ширина долин достигала иногда 5—10 и 20—30 км при гораздо большей длине. Такая ширина не могла, конечно, соответствовать одному живому сечению равнинной реки или рукаву наземной дельты, а представляла собой, несомненно, поперечное сечение аллювия разраставшейся речной долины.

Это обстоятельство обычно забывают, когда пытаются доказать, что ископаемый аллювий сформировался в начале трансгрессивной фазы колебательного движения. Между тем, если перед этим в данной точке господствовало море (морские отложения), а в следующий момент наблюдалась врезанная долина с аллювиальными отложениями, то это не могло произойти иначе, как путем превращения моря в сушу, т. е. путем поднятия или регрессии в обычном смысле. Если для последнего живого потока момент окончательного закрепления его верхних осадков может совпадать с началом трансгрессии подпора и исчезновения течения, то аллювий речной долины в целом формируется гораздо раньше. Именно

его пойменный этаж образовался раньше, чем создавалось и углублялось русло последнего потока, т. е. он образовался во время регрессии.

Таким образом, в общем случае захоронения речного аллювия нельзя согласиться с теми, кто относит его накопление целиком к трансгрессиюному ряду фаций.

Однако прекращение деятельности реки и начало зарастания (заболачивания) речной долины действительно знаменует собой стабильный момент перед началом трансгрессии, т. е. поворотный момент в колебательном движении земной поверхности. Обычно этот момент соответствует более или менее широкому заболачиванию и развитию застойных водоемов. Он отвечает наибольшему развитию континента перед его сокращением и находится на границе некоторого застоя в эпейрогенических (вертикальных) движениях, т. е. на переломе.

Итак, подходя к вопросу о времени формирования и захоронения аллювия (А. П. Феофилова, Ю. А. Жемчужников [1]) не следует упускать из вида более широкую проблему о формировании и захоронении, т. е. фиксации в разрезе речных долин. Если захоронение осадков *последнего* по времени русла в данной долине и приходится на момент стабилизации перед новым опусканием (трансгрессией), то врезание речной долины и оставление ею террас — процесс, связанный с поднятием континента и регрессией бывшего здесь или поблизости моря. Речная долина развивается вглубь и вширь вместе с регрессией и накапливает свои русловые и пойменные осадки в стабилизированных частях долины¹.

Время накопления пластов угля внутри цикла

Вопрос о времени накопления пластов угля в угленосном цикле, хотя и менее спорный, чем вопрос о накоплении аллювия, подвергается различным толкованиям. Геологи, которые даже в паралических бассейнах отрицают наличие трансгрессивных и регрессивных рядов или видят только трансгрессии и псевдорегрессии, этот вопрос ставят в другую плоскость, или он у них вообще не возникает [15].

Я не буду останавливаться на представлениях о закономерных перемещениях береговой линии без соответственных тектонических движений, так как подобные взгляды, имевшие место в устных высказываниях, еще не нашли обоснования в печати. Что же касается псевдорегрессий, т. е. появления участков суши, быстро зарастающей болотной растительностью *вследствие обмеления* и без поднятий, но с приостановкой погружения [15, 25], то против такого представления можно высказать ряд соображений.

Во-первых, ввиду закономерности и многочисленности таких возможных псевдорегрессий, достигающих сотен в Донецком бассейне, необходимо допустить более или менее правильную периодичность в смене подлинных трансгрессий и псевдорегрессий. Иными словами, нужно принять периодическую смену погружений и остановок в этих погружениях, однако без доказательств это столь же затруднительно, как и признание периодических колебательных движений с переменной знака движения (опускания и поднятия).

Во-вторых обмелением можно объяснить прирост суши на нулевом уровне (уровне океана) или появление плоских островов. Но если констатировано многочисленными фактами наличие рек на этих новых участках континента и врезание их ложа на 20—30 и даже 50—100 м, то

¹ Сборник, посвященный аллювиальным отложениям, дает богатый фактический материал для уточнения и развития указанных представлений, весьма существенных для понимания процессов осадконакопления вообще [1].

без допущения тектонических поднятий данных точек эти явления понятия быть не могут. Врезание русла, мощность и многоярусность аллювия, как распространенные факты, свидетельствуют о невозможности принять псевдорегрессии вместо поднятий [1—5, 8—13, 20, 21 и др.].

Следовательно, проще и правдоподобнее периодические движения береговой линии взад и вперед объяснять истинными трансгрессиями и регрессиями вследствие смены опусканий и поднятий в области отложения.

В-третьих, сами масштабы этих перемещений береговой линии свидетельствуют об отсутствии обмеления и наличии поднятия. Так, работами Донбасской экспедиции на палеогеографических картах для двух моментов каждого цикла первого порядка было показано сокращение или разрастание суши на сотни километров (с ЮЗ на СВ) в течение короткого отрезка времени (50—100 тыс. лет). Это становится понятным только при вертикальных движениях переменного знака.

Не углубляясь далее в этот вопрос, переходим к непосредственной задаче настоящей главы. Она исходит из представлений о циклическом строении многих (если не всех) угленосных формаций и составе цикла отложений из трансгрессивных и регрессивных фаций [5, 13]. К какому из этих двух рядов фаций отнести пласт угля и к какому месту в соответствующем ряду?

Изучение осадконакопления паралических бассейнов, например, Донецкого, может лучше разрешить этот вопрос, так как здесь легче всего отличить морские отложения от континентальных.

В Донецком бассейне (по работам Донбасской экспедиции) многие угольные пласты покрываются непосредственно морскими отложениями, охарактеризованными фауной нормальной соленой воды. В этих многочисленных случаях трансгрессивный характер кровли угольного пласта не вызывает сомнений. Но когда началась эта трансгрессия: 1) только после образования всего угольного пласта; 2) до начала накопления угольного вещества (торфа); 3) во время его формирования?

Рассмотрим эти три предположения. Если допустить, что трансгрессия начинается только после накопления всего угольного пласта, а до тех пор шло поднятие, то между образованием пласта и его кровли намечался бы момент перемены знака движения. Однако этого не заметно. Иногда породы кровли вначале чередуются с углем или переходом между ними являются углистые аргиллиты, а затем идут настоящие глинистые или алевроитовые породы. Это указывает на постепенность перехода углей в глинистую породу. Постепенность же свидетельствует о том, что и изменение условий накопления осадка происходило постепенно, по крайней мере, в верхней части пласта и в его кровле. Поэтому трудно предположить, что переломный момент движения относится именно к этой точке— началу отложения кровли пласта.

Противоположная точка зрения (т. е. отнесение начала образования угольного пласта к регрессии) свойственна защитникам «гипотезы обмеления» (П. Прюво и его последователям) или гипотезы накопления растительного материала для угля в море под водой (П. Прюво, В. А. Банковский и др.). При стабильном тектоническом положении это накопление, согласно этим представлениям, начавшись в море на глубине до 0,4 м, постепенно выходит из-под уровня воды и образует наземное торфяное болото. Последнее существует вплоть до тех пор, пока новое наступление моря не погребет торфяник под морскими осадками. Само накопление исходного материала повышает уровень суши (если это можно назвать сушей) и отражает наиболее континентальные условия в

каждом цикле осадконакопления и во всей толще, а конец формирования будущего угольного пласта — наиболее регрессивный его момент.

Такое представление о морском происхождении каменных углей, распространенное в середине прошлого столетия (гипотеза Моора), вскоре было развенчано фактами. М. Д. Залесский [14] опроверг его на основании микроскопического изучения углей и известковых почек в донецких углях, показав, что угли состоят из наземных, а не водных растений. Это представление возникло снова в тридцатых и сороковых годах нашего века [14, 23, 25].

Такие представления не уделяют места аллювиальным отложениям внутри паралической угленосной толщи, а признают в ее составе лишь морские и озерные осадки. С нашей точки зрения, подкрепленной всем опытом Донбасской угольной экспедиции, самыми континентальными отложениями в паралических толщах являются аллювиальные — при наибольшей глубине вреза русла. Этот момент оказывается моментом наибольшего распространения континента и наименьшего развития морских образований. Этому соответствует и наибольшая высота континента, которая только (десятки метров) и могла быть следствием поднятий, а отнюдь не обмелений при заполнении прибрежной части моря терригенными осадками при стабильном тектоническом состоянии. Защитники последней точки зрения (обмеления) оперируют представлением об очень ровной плоской полосе выросшего континента или острова с выдающимися валами в несколько метров (1—3 м) высотой.

Как показано выше, большая часть аллювия, закрепленного в речной долине, была образована всеми своими частями (базальным галечным слоем и пойменными осадками) в самом конце регрессивного периода. Осадки последнего русла долины могли закрепиться и в самом начале трансгрессии (водного подпора). Иными словами, захоронение аллювия имеет наибольшее развитие в переломный момент от регрессии к трансгрессии. Далее после этого перелома должен развиваться трансгрессивный ряд осадков.

Если пересмотреть все разрезы, в которых имеются речные осадки, то увидим тот вначале поражающий факт, что аллювиальные накопления нормально залегают *всегда* под угольным пластом. Если же встречается аллювий над углем, то он всегда налегает с размывом и пропуском ряда отложений (и фаций), в чем нетрудно убедиться при сравнении с соседними разрезами того же цикла, но теми, где аллювий отсутствует.

Таким образом, из положения аллювия на переломе от регрессии к трансгрессии и из залегания угольного пласта над аллювием неизбежно вытекает, что формирование угольного пласта с самого начала и до конца следует отнести к трансгрессивной половине цикла. Поэтому полностью отпадает третье предположение, что этот перелом в знаке движений произошел где-нибудь внутри угольного пласта или на границе с его кровлей. Остается только одно реальное представление — пласт угля образуется целиком в трансгрессивную фазу цикла. Это соответствует всему комплексу фактов.

Чтобы еще яснее был этот вывод, следует рассмотреть вопрос о трансгрессивном и регрессивном рядах фаций в едином (каждом) основном цикле седиментации. Этот вопрос основательно разобран Л. Н. Ботвинкиной [5], потому наша задача значительно упрощается изложением ее аргументации. Чтобы подойти к разрешению поставленной задачи, следует сначала ввести понятия о разделении самих циклов по тектоническому принципу, т. е. исходя из представления о колебательных движениях разного порядка.

Особенности трансгрессивных и регрессивных циклов и морских фаций

Учение о цикличности в угленосных отложениях все время развивается. Большим вкладом в это учение являются работы Донбасской угольной экспедиции. Основанные на анализе огромного фактического материала, они позволили выдвинуть ряд новых понятий и представлений, касающихся закономерной последовательности и чередования пород и фаций, а также целых циклов в угленосной толще Донецкого бассейна. В строении бассейна большое значение имеют морские фации и, как показало исследование, в толще широко участвуют и континентальные фации (помимо углей) — аллювия (русла и поймы) и болот.

Таким образом, для Донецкого бассейна характерны многофациальность и сложный состав (из морских, лагунных и континентальных осадков) угленосных отложений. Циклы, т. е. закономерно сложенные комплексы отложений, естественно, состоят из двух рядов фаций: в одном

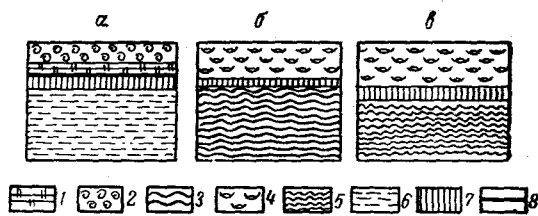


Рис. 4. Трансгрессивные (а), регрессивные (б) и однородные (в) циклы (по А. П. Феофиловой [20]):

1 — морские карбонатные илы (известняки); 2 — морские глинистые илы; 3 — отложения морского побережья, преимущественно алевритовые; 4 — алеврито-глинистые отложения лагун; 5 — песчано-алевритовые отложения лагуно-заливного побережья; 6 — песчано-глинистые отложения озер; 7 — алевритовые отложения застойных водоемов и болот; 8 — отложения торфяного болота (угольный пласт)

смена происходит в направлении от морских к континентальным (регрессивный ряд), в другом — от континентальных к морским (трансгрессивный ряд). В конце цикла, начинающегося с регрессивного ряда и заканчивающегося трансгрессивным, как будто восстанавливаются прежние условия, однако вследствие поступательного хода осадконакопления лишь более или менее сходные, но не тождественные с исходными. Так, каждый новый цикл отложений, повторяя основные черты предыдущих циклов, свидетельствует и о некотором движении вперед.

Чтобы показать поступательную особенность циклов, А. П. Феофилова [20] предложила выделить три типа циклов: регрессивный, трансгрессивный и однородный (рис. 4). К регрессивным циклам относятся все циклы, у которых фации верхней трансгрессивной части стоят ближе к континентальным условиям, чем фации нижней части цикла. Трансгрессивным циклом называется такой, у которого фации верхней части цикла стоят ближе к морским условиям, чем фации нижней части цикла. Наконец, к однородным относятся все циклы, у которых верхняя и нижняя части по отношению к указанному выше признаку не представляют прогресса ни в ту, ни в другую сторону.

Введение этих терминов очень помогает видеть в разрезе периодичность высших порядков (мезоциклы, мегациклы и т. д.) и подмечать направленные изменения циклов. Обычно наблюдается такое чередование циклов: несколько нижних регрессивных циклов сменяется одним-тремя однородными, а выше следует несколько трансгрессивных циклов. Все

они составляют мезоцикл — цикл высшего порядка, имеющий, несмотря на большое разнообразие, некоторое подобие с элементарным циклом. Среди мезоциклов можно различать также три группы: трансгрессивные, регрессивные и однородные, выделенные по тому же принципу, что и для простых циклов [20].

Предложенное А. П. Феофиловой и принятое в Донбасской угольной экспедиции разделение циклов является по существу их тектонической классификацией, причем за основу приняты нисходящие или восходящие движения, погружения или поднятия, трансгрессии и регрессии. Исследования сотрудников экспедиции в Донбассе показали большое значение направленности колебательных движений не только для общих закономерностей осадко- и угленакопления, но и для самих особенностей фаций, участвующих в разрезе.

Вопрос об особенностях фаций регрессивного ряда начала цикла и трансгрессивной верхней его части разработан Л. Н. Ботвинкиной [5]. На основе большого фактического материала работ в Донецком бассейне она подводит теоретическую базу и дает рациональное объяснение тому, что давно было известно из практики: надугольная часть цикла сильно отличается от подугольной по литологическому, но более всего фациальному составу. Действительно, подугольная часть элементарного комплекса заключает над линией эрозионного размыва русловой и иногда пойменный аллювий, сменяющийся болотными отложениями («кучерявчик»), затем углем. Эта подугольная часть (до аллювия включительно), как выяснено выше, является результатом регрессии. Отсутствие аллювиальных отложений не меняет дела. Обычно после завершения нижележащего цикла идут морские отложения следующих генетических типов: морских, алевролитовых осадков зоны течений, осадков мелководья, осадков лагуны (застойные опресненные водоемы). Эта часть разреза представлена песчаниками, алевролитами и реже аргиллитами. Выше же угольного пласта залегают преимущественно аргиллиты с фауной моря или сначала опресненной лагуны (антракозиды), а потом нормального моря, затем известняки (несомненно, морские с фауной) и снова аргиллиты. Все эти горизонты, кроме лагунных внизу, представляют разные зоны мелководного моря, начинающиеся с прибрежных, а выше — все более удаленные от морского берега. Таким образом, надугольные слои относятся, несомненно, к трансгрессивному ряду, который начинается, как указано выше, углем.

Сравнивая особенности фаций трансгрессивного и регрессивного рядов, Л. Н. Ботвинкина пришла к интересным обобщениям [20]. Она показала, во-первых, что осадки регрессивного ряда более разнообразны по составу пород и по фациям, чем осадки трансгрессивного ряда. Отложения регрессивного ряда при этом представлены более грубозернистыми породами и никогда не содержат известняков. Во-вторых, при формировании фаций регрессивного ряда большую (и возрастающую к углю) роль играет палеогеографическая обстановка, включая рельеф суши и морского дна, изрезанность береговой линии и количество поступающего в водоем терригенного материала. При формировании же фации трансгрессивного ряда ведущую роль играет характер и сила тектонического движения (погружение).

Эти положения подтверждаются данными палеогеографических карт трансгрессивного и регрессивного рядов. На трансгрессивных картах наблюдается ярковыраженная фациальная зональность, а регрессивные карты характеризуются пестротой распределения литогенетических типов. Это объясняется указанными различиями в движущих силах осадконакопления. Чтобы более конкретно показать это различие трансгрессив-

ных и регрессивных фаций, остановимся на некоторых литогенетических типах. Так, в Донецком бассейне встречаются очень характерные песчаники или алевролиты, так называемые «алевролиты переслаивания». Это морские породы, изредка охарактеризованные фауной и находящиеся в регрессивном ряду. Эти алевролиты характеризуются своеобразной волнисто-линзовидной слоистостью, причем в линзах заключены более грубые разности (песчаные алевролиты, тонкозернистые песчаники), а их волнисто огибают тонкозернистые алевролитовые породы. Линзы выделяются светлыми оттенками, а тонкие озерные алевролиты — темными. В светлых линзах бывает видна мелкая косоволнистая слоистость. Местами порода имеет ленточный характер. Такая порода встречается исключительно среди регрессивных морских фаций (зона волнений прибрежного мелководья). По простирацию она нигде не переходит в морские фации наступающего моря.

Л. Н. Ботвинкина делает справедливый вывод о том, что на одной палеогеографической карте нельзя изобразить одновременно регрессивный и трансгрессивный ряды фаций одного цикла. Нужны по крайней мере две карты, которые будут резко отличаться набором фаций, а следовательно, и обстановкой. Если среди этих фаций и встретятся породы, близкие по гранулометрическому составу, то все же их текстурные и другие особенности и сама фациальная принадлежность будут различны. Сходство будет вызвано некоторой общностью гидродинамических условий в аналогичных фациях, а различие определится разным типом берегов и условиями приноса терригенного материала.

Дальнейшие наблюдения в этом направлении должны выявить еще более тонкие различия трансгрессивных и регрессивных литогенетических типов.

Так как смена наступаний и отступаний моря, т. е. опусканий и поднятий, свойственна не только угленосным формациям, но и многим другим, то дальнейшие изыскания в этом направлении могут привести к интереснейшим результатам.

Имеются ли трансгрессивные и регрессивные явления в чисто континентальных циклах?

Отвечая на этот вопрос, можно опереться на хорошо изученный в фациально-циклическом смысле Кузнецкий бассейн (Е. П. Брунс [7], Ю. А. Жемчужников [8], Л. Н. Ботвинкина [2], Е. А. Перелечина [18], М. И. Ритенберг [19] и др.), где цикличность отмечена в различных районах и выделены типы циклов по разным принципам. Но надугольная часть циклов более или менее отличается от подугольной. Фауна остракод и пелеципод, если она изредка и встречается, то только в надугольной части. Эта фауна имеет пресноводный характер.

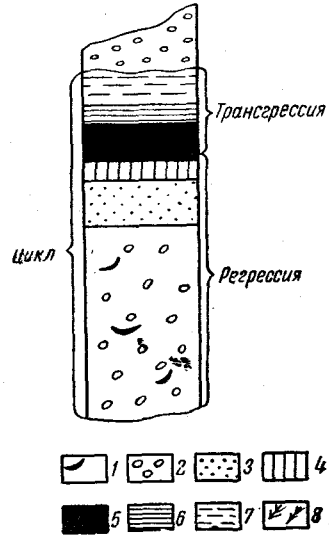
В строении циклов Ерунаковской свиты угленосной толщи Кузбасса констатируется то же явление: фации надугольной части резко отличаются от фаций подугольной. Так, М. И. Ритенберг отмечает, что «...выделенные типы фаций занимают вполне определенное место в осадочном цикле байдаевского разреза. Основание его обычно представлено речными фациями, середина — группой фаций застойных вод и верхняя часть — мелководной фацией бассейна» [19, стр. 285].

Л. Н. Ботвинкина также отмечает, что Ерунаковская свита в Ленинском районе Кузбасса сложена различными типами циклов. Однако под углем в большинстве случаев залегают аллювиальные фации (кроме чисто бассейнового цикла), около угольного пласта внизу и наверху — болотные, а выше над углем — часто бассейновые [2]. Облик надуголь-

ных пород отличается обычно большей тонкозернистостью и более правильной слоистостью, тонкой и горизонтальной. Слоистость подугольных пород — косая, мелко-косоволнистая и неправильная. Породы (разнозернистые) хуже сортированы и облик их несколько отличен. Бассейновые фации — это отложения крупного пресноводного бассейна, изредка заключающие фауну пресноводных пелеципод и остракод. Захоронение пластов углей связано с временными наступаниями вод (хотя и пресноводного) бассейна, которые можно назвать «трансгрессиями».

Таким образом, как это детально выяснено Ю. А. Жемчужниковым, Л. Н. Ботвинкиной, М. И. Ритенберг, Е. П. Брунс и другими исследова-

Рис. 5. Схематический разрез цикла юрской конгломератовой свиты в Кузбассе:
 1 — окаменелые обломки стволов; 2—3 — пролювиально-аллювиальные отложения (2 — конгломерат; 3 — песок); 4—5 — болотные отложения (4 — алевролит неслоистый; 5 — уголь); 6—7 — озерные отложения (6 — аргиллит слоистый; 7 — алевролит); 8 — остатки стеблей и листьев



телями, в Кузнецком бассейне обилие угольных пластов связано с циклическостью, трансгрессиями и регрессиями, т. е. с опусканиями и поднятиями прибрежных лесных болот, затопляемых водами бассейна.

Различие трансгрессивных (надугольных) фаций от регрессивных (подугольных) так же отчетливо выясняется, как в типичных параличских бассейнах.

Разрезы юрских чисто континентальных угленосных формаций, например Ферганских, Кузбасских и других, обнаруживают ту же характерную особенность — литологическое различие надугольной и подугольной части цикла (рис. 5). Нижняя часть цикла пролювиально-аллювиальная [11], а верхняя — связана с озерными отложениями. Это различие, давно известное практикам-угольщикам, сейчас объяснено колебательными движениями.

Не останавливаясь на других примерах, которых можно привести очень много, можно сформулировать основной вывод о различии трансгрессивных и регрессивных явлений и в угленосных формациях континентального (лимнического) типа.

Заключение

Как следует из всего вышесказанного, чисто описательный петрографический подход к осадочным горным породам в настоящее время является недостаточным и явно устаревшим. Он уже давно стал только первым шагом к более глубокому пониманию породы как свидетеля не-

когда существовавших условий, т. е. фаций. Фациальный подход в настоящее время стал широко распространенным и почти обязательным. Скоро наступит время, когда в осадочной породе или фации осадка можно будет прочесть не только стабильные условия физико-географической и экологической среды, не только условия отложения осадка и существования фауны и флоры, но и тот тектонический дифференциал, который налагает отпечаток на эти явления. Эта тенденция проявляется последние годы в стремлении объединять фации в формации, находить циклическую и ритмическую смены в различных отложениях.

С этой точки зрения породы и фации, сформированные в условиях опускания, должны быть иными, чем образованные в обстановке поднятия даже в том случае, когда мелкие поднятия и опускания происходили на фоне общего неуклонного опускания. А не должны ли отличаться какими-то особенностями толщи, накопленные в условиях временной региональной стабильности или в условиях некоторого местного подъема, т. е. вообще при местных колебаниях общего или частного режима движения?

На эти вопросы следует ответить в *общей форме* положительно. Но для конкретных ответов на них еще недостаточно наблюдений. Живой интерес к изучению формаций, разумеется, подвинет разрешение задачи. Недаром Н. С. Шатский, Л. Б. Рухин, В. И. Попов и другие выдвигают тектонический подход к фациям и формациям.

Попытки выделить особенности трансгрессивных и регрессивных осадков были и раньше и неизменно повторяются. Так, Е. П. Брунс было отмечено различие формы, величины и характера сохранения растительных осадков (Кузбасс) в разных слоях над- и подугольными пластами [6].

В грубых аллювиальных песчаниках подугольной части встречаются лишь аллохтонные кремневые обломки стеблевых частей, иногда заполненные обломочным материалом. В более тонкозернистых породах (пойменных и болотных) наблюдаются более мелкие фрагменты веток и листьев. Вблизи (в почве) угля попадаются вертикальные корешки и более автохтонные растительные остатки.

Угольный пласт — массовое скопление автохтонного растительного материала (стеблевого и листового) в большом количестве.

Породы кровли (бассейновые, хотя и не морские в Кузбассе) отличаются как характером слоистости (более ясным, чем в непосредственной почве), так и находением перенесенных явно на небольшое расстояние и хорошо сохранившихся листочков, все более аллохтонных и сокращающихся в числе при удалении от пласта. Вскоре они совсем пропадают. Это и отличает породы кровли от почвы, т. е. трансгрессивные от регрессивных.

Но это разделение начинает отмечаться и вне угленосных осадков. С. Н. Наумова, например, указывает на изменение состава спор и пыльцы, связанное с трансгрессивными или регрессивными осадками [16]. Первые отличаются преобладанием спор и пыльцы гидрофильных растений (оболочки с простой редуцированной скульптурой, тонкие со складками смятия и рыхлым периспорием). Кроме того, содержание спор гидрофильных растений резко сокращается (например, в петинских слоях франского яруса девоона).

Наконец, можно упомянуть, что и в породах одного гранулометрического состава эти различия в условиях опускания и поднятия отмечались и на самих породах, например, на конгломератах. Так, А. Гаддинг установил, что так называемые базальные конгломераты (трансгрессивные) по

составу галек можно отличить от регрессивных конгломератов и галечников отступающего моря [24].

Внутриформационные конгломераты в основном регрессивные. Их образование связано с моментами перерыва сокращения осадкообразования. Гальки регрессивных конгломератов, по А. Гаддингу, тесно связаны с вмещающими породами и состоят из них. Гальки трансгрессивных базальных конгломератов обычно своим источником имеют нижележащие породы, размываемые морской трансгрессией. Иногда это ряд различных пород.

При тщательном наблюдении это различие достаточно может вывиться и у других пород: песчаников, аргиллитов, известняков.

Таким образом, вопрос, поставленный в начале нашей статьи, не новый. Вероятно, можно собрать еще много материалов из наблюдений за угленосными формациями и перейти к более широким сообщениям о влиянии колебательных тектонических движений на осадкообразование. Но уже и сейчас можно сделать ряд выводов, имеющих большое значение в связи с выяснившимся различием фаций в трансгрессивном и регрессивном рядах. Например, Л. Н. Ботвинкина [5] на вопрос о приложимости к циклично построенным угленосным толщам *закона перемещения фаций* (так называемого закона Головкинского — Вальтера) отвечает: «Закон фаций Головкинского — Вальтера применим только в том случае, если осадки формируются при одном знаке тектонического движения (например, только в условиях опускания земной коры). При разных знаках движения соотношение фаций этому закону не подчиняется».

Это важное утверждение, высказанное на Второй угольной конференции в марте 1955 г., было некоторыми слушателями неверно понято. Пробовали делать выводы, будто Л. Н. Ботвинкина и ее единомышленники не признают перемещения береговой линии или считают, что последнее не влечет за собой миграции фаций. Такое толкование высказанного положения в корне ошибочно и не соответствует его прямому смыслу. Напротив, исходя из многократного перемещения границы моря и суши, Л. Н. Ботвинкина вносит известные коррективы, основываясь на наблюдении различия между рядами ингрессивных (трансгрессивных) и регрессивных фаций.

В условиях наступления моря закон миграции фаций остается в силе так же, как и при отступании. Но так как фации не повторяют друг друга, то в точках перелома от трансгрессии к регрессии и обратно зарождаются новые фации, а следовательно, вторая трансгрессивная фация, например, не тождественна предпоследней регрессивной, если даже обе они морские. К этим же переломным моментам относится возможное появление совершенно новых фаций, которые ранее по соседству не существовали — речные и угольные. И те и другие отражают влияние континента, которого при смене одних морских фаций другими не было. Эти фации появляются в угленосных толщах спорадически, а не мигрируют все время из одного места в другое. Угольные пласты (болота) и реки не обязательно существуют постоянно в этой части суши (на площади угольного бассейна): торфяные болота могут совершенно исчезнуть, реки могут переместиться в другое место суши или в связи с изменением климата пересохнуть.

Из этого уточненного представления о различии двух рядов фаций вытекают важные заключения, выводящие вопросы осадкообразования из некоего софистического тупика.

Как известно, отдельные исследователи вообще не были склонны признавать значение миграции фаций при перемещении береговой линии и рассматривали его в лучшем случае как некоторую наблюдательную

тенденцию. Другие, и таких было, пожалуй, меньшинство, верили в правило «корреляции фаций» как в абсолютный и непогрешимый закон.

Сторонники первого взгляда упрекали представителей второго в том, что они, в сущности, пропагандируют «гармонику», т. е. вечное передвижение одних и тех же фаций от кембрия и доныне. Представление о «гармонике» и о путешествии одних и тех же фаций из периода в период действительно противоречило фактам и законам диалектики. Оно не оставляло места для появления нового в разрезе и не могло объяснить внедрение новых фаций и вообще поступательный ход геологической истории. Противники же этого взгляда часто доходили до отрицания колебательного характера движения (трансгрессии — регрессии), т. е. известной многократной повторяемости явлений (например, во флише, в угленосных толщах), рекуррентности фауны и тому подобных подлинных фактов.

Действительно, если не замечать циклической повторяемости (т. е. сходства), а видеть только одно изменение (т. е. различие) в осадочных комплексах, например всего среднего карбона Донецкого бассейна, то это изменение покажется производным, а появление и внедрение новых фаций незакономерным. Но все получает совсем другой, вполне закономерный вид, если усвоить, что поступательное движение осадкообразования состоит из ряда колебаний (трансгрессий и регрессий), внутри которых полностью действует закон фаций. Но на переломе их и особенно при переходе от прогрессивных движений к регрессивным (и от моря к суше) могут вступить новые фации или наступить перерыв в отложении осадка, или даже размыв уже накопленных отложений, т. е. момент нарушения «правильного» напластования. Затем меняется знак движения и вступают в силу те же закономерности: в разрезе друг над другом могут лежать только те фации, которые (в трансгрессивном или регрессивном ряду) расположены рядом друг с другом. Этого нет в моменты перелома. Здесь именно зарождаются или исчезают те явления, которые позволяют чувствовать сохранение старого или наступление нового. Например, замена угленосных циклов безугольными, внедрение новых морских фаций (известняков) при общем погружении области отложения или переход от прибрежно-морской (паралической) обстановки к эгиалической¹ среде обширных внутренних бассейнов, к наземной обстановке некоторых красноцветных или конгломератовых толщ. Смена угленосных циклов чисто морскими происходит, например, в верхнем карбоне Донбасса. Переход от морских условий к континентальным (в большей степени), вероятно, имеет место в карагандинской свите Караганды. Юрское угленакопление Кузбасса резко отличается от «бассейнового» накопления его палеозойской толщи. Постепенный переход этого рода можно проследить, по-видимому, внутри и выше воркутской свиты в Печорском угольном бассейне. Резкий переход от типично угольных фаций к чисто морским на коротких расстояниях по вертикали давно констатирован Е. П. Брунс в западном крыле Подмосковного бассейна [6].

Объяснение поступательного хода при циклическом, т. е. периодически-колебательном осадконакоплении, теперь, в свете достижений Донбасской угольной экспедиции, становится на прочную эмпирическую основу.

Выявление *новой закономерности* в виде возможности появления *нового* в переломных точках изменения знака движения при подтверждении в полной мере *старой закономерности* (Головкинского — Вальтера) внутри однозначных движений дает тот выход из тупика бесконечной

¹ Под эгиалическим типом бассейна мы предлагали [8] понимать крупный бассейн, солоноватоводность или пресноводность которого не ясна или не доказана.

«гармоники», в который заходили иногда и сторонники и противники такого взгляда.

Поэтому с еще большим правом, чем прежде, можно повторить: «изучение цикличности, т. е. повторяемости, позволяет нам лучше установить неповторимость осадконакопления в общем и в целом» [9].

Второй вывод, вытекающий из новых уточненных представлений, касается строения самих циклов, в частности — угленосных. Речь идет о *неповторимости* фаций внутри одного цикла. Как неоднократно подчеркивалось, внутри цикла имеется один набор повторяющихся фаций, несмотря на то, что они изменяются в двух противоположных направлениях. Хотя к началу следующего цикла они и приходят до известной степени к близкому исходному пункту благодаря сходству условий, но не проходят при этом полного круга, когда во второй половине цикла фации чередовались бы так же, как в первой половине, но в обратном порядке. На самом деле этого нет и фации надугольной части иные, чем подугольной, т. е. угольный цикл не симметричен. Внутри него нет повторения, а есть только поступательный ход. И это свойственно не только таким циклам, где под углем находятся континентальные отложения, а выше угля — морские осадки. В чисто континентальном цикле, например юрских отложений Кузбасса, или в чисто морском цикле в некоторых восточных районах Донбасса наблюдается неповторимое, но и закономерное чередование. Закономерность его состоит в том, что в едином цикле оно сначала одного знака движения, а затем другого. И все же это движение поступательное.

Учитывая выводы о повторяемости и неповторяемости фаций в цикле и особый отпечаток, который ложится на облик фаций в зависимости от знака тектонического движения (опускания или поднятия), а также и доказательства асимметричности угольного цикла, можно утверждать, что обобщения Л. Н. Ботвинкиной [3, 4, 5] являются исходным пунктом далеко идущих соображений. Так, в широком принципиальном смысле важно показать, что в природе многие процессы колебательного характера уживаются с неуклонным поступательным ходом общего движения, что известная относительная повторяемость явлений совместима с неповторяемостью их во времени с абсолютной точки зрения. В новом цикле отложения находятся черты «нового», а иногда и направленного движения.

В теоретическом отношении важно и чревато последствиями обобщение о различии обстановок наступания и отступления моря, которые накладывают свой отпечаток на особенности горных пород и представляемых ими фаций. Это конкретные и реальные данные о влиянии тектонического режима на облик осадков и осадконакопления в целом. Выдвинутые Л. Н. Ботвинкиной факты и представления об ограничении «закона корреляции фаций» в моменты перемены знака движения выходят за пределы угленосных толщ, хотя и почерпнуты из области изучения угленосной формации. Развивая эти соображения, мы пришли к уточнению вопроса о месте угля в угленосном цикле. Это поможет сделать ряд практических заключений в конкретных условиях.

Возвращаясь к основному вопросу статьи, констатируем, что трансгрессии и регрессии играют гораздо большую роль в истории земли, чем им обычно приписывают. Уже со времен А. П. Карпинского в русской геологии утвердился взгляд на периодические опускания и поднятия в масштабе целых геологических периодов или их крупных частей. Работы по цикличности в угленосных толщах и, в частности по Донецкому бассейну, показали значение движений обоих знаков (колебательных) гораздо более мелкого масштаба (десятки тысяч, а не десятки миллионов лет). Вместе с тем они выявили значение знака движения, убывания или при-

бывания (положительного или отрицательного дифференциала), создающего хотя и сходную, но далеко неодинаковую обстановку. Вообще в истории обстановки роста и спада какого-нибудь явления неодинакова, если даже достигнутый уровень в обоих случаях один и тот же.

Литология и палеогеография являются в данном случае обоснованием тем геотектоническим представлениям, которые исходят из признания существования полных колебательных движений разного масштаба в земной коре. Если такие движения действительно существуют, то они должны отражаться в ритмике осадконакопления, что и имеет место и наглядно представлено в паралических угленосных толщах. Геологический разрез оказывается летописью периодической смены знака тектонических движений и не только опусканий, но и поднятий.

Механизм накопления осадков, выявленный и доказанный в угленосных формациях, может быть в качестве рабочей гипотезы перенесен и на некоторые другие осадочные формации, характеризующиеся явной периодичностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллювиальные отложения в угленосной толще среднего карбона Донбасса. Тр. Ин-та геологич. наук АН СССР, 1954, вып. 151, угольная серия, № 5.
2. Ботвинкина Л. Н. Условия накопления угленосной толщи в Ленинском районе Кузнецкого бассейна. Тр. Ин-та геологич. наук АН СССР, 1953, вып. 139, угольная серия, № 4.
3. Ботвинкина Л. Н. О начале циклов угленакопления в угленосных толщах. Изв. АН СССР, серия геологич., 1954, № 3.
4. Ботвинкина Л. Н. Некоторые закономерности изменения палеографии и строения угленосных отложений свит C_2^5 и C_2^6 Донецкого бассейна. Бюлл. МОИП, отд. геологич., 1955, т. XXX, вып. 3.
5. Ботвинкина Л. Н. О трансгрессивных и регрессивных рядах фаций в угленосных толщах. Изв. АН СССР, серия геологич., 1956, № 2.
6. Брунс Е. П. Основные черты строения и условий образования песчано-глинистой (и угленосной) толщи Ленинградской области. Сб. № 3. Лен. геологич. упр., 1939.
7. Брунс Е. П. О литологических исследованиях кольчугинской свиты Кузбасса. Сов. геология, 1940, № 4, стр. 119—120.
8. Жемчужников Ю. А. и Брунс Е. П. Слоистость в породах Ерунаковской подсвиты кольчугинской свиты Кузнецкого бассейна. Тр. Всес. ин-та мин. сырья, 1940, вып. 163.
9. Жемчужников Ю. А. Цикличность строения угленосных толщ, периодичность осадконакопления и методы их изучения. Тр. Ин-та геологич. наук АН СССР, 1947, вып. 90, угольная серия, № 2.
10. Жемчужников Ю. А. О некоторых очередных задачах изучения осадочных пород. Сов. геология, 1947, сб. 18, стр. 3—15.
11. Жемчужников Ю. А. Раннеюрский тип угленакопления. Записки ЛГИ, 1948, т. XXII.
12. Жемчужников Ю. А. Угленосная толща и методика ее изучения, Записки ЛГИ, 1951, т. XXV, вып. 2.
13. Жемчужников Ю. А. Угленосные толщи как угленосные формации. Изв. АН СССР, серия геологич., 1955, № 5.
14. Залесский М. Д. Очерк по вопросу о происхождении угля. Изд. Геолкома, 1914.
15. Наливкин Д. В. Учение о фациях. ОНТИ, 1933.
16. Наумова С. Н. Значение спорово-пыльцевого анализа для выяснения условий образований осадка. Бюлл. МОИП, отд. геологич., 1952, т. XXVII, вып. 1, стр. 91—92.
17. Николаев Н. И. О строении поймы и аллювиальных отложений. Вопросы теоретич. и прикл. геологии, 1947, сб. 2, стр. 17—33.
18. Перепечина Е. А. Литологическая характеристика верхов балахонской свиты юга Кузнецкого бассейна. Сб. Памяти акад. П. И. Степанова, изд. АН СССР, 1952, стр. 300—339.
19. Ритенберг М. И. Литологическая характеристика разреза Ерунаковской подсвиты Байдаевской синклинали в Кузнецком бассейне. Сб. Памяти акад. П. И. Степанова, изд. АН СССР, 1952, стр. 277—299.

20. Феофилова А. П. К вопросу о классификации циклов осадкоугленакопления в угленосной толще Донецкого бассейна. ДАН СССР, 1954, т. 94, № 5.
 21. Феофилова А. П. Методика составления палеогеографических карт Донецкого бассейна. Автореферат. Бюлл. МОИП, отд. геологич., 1955, т. XXX, вып. 3.
 22. Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. Тр. Ин-та геологич. наук АН СССР, 1951, вып. 135, геологич. серия, № 55.
 23. Широков А. З. Об угленакоплении в Подмосковном бассейне. Сов. геология, 1947, сб. 22, стр. 44—51.
 24. Hadding A. The Pre—Quaternary sedimentary Rocks of Sweden. II. The Paleozoic and Mesozoic Conglomerates of Sweden. Medd. Tran. Lunds Geologisk—Mineralogiska Institution, 1927.
 25. Pruvost P. Sedimentation et subsidens. Centenaire de la Société Géologique de France. Livre jubilaire 1830—1930. V. 2, Paris, 1935.
-