Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института, том XV—XVI, 1949

О так называемом законе Вальтера в формировании слоистых осадочных отложений и его русской предистории

Доц. Г. И. Сократов

В истории науки известен ряд примеров, когда важнейшие научные достижения русских ученых не получали достаточной известности и значительно позже первенство в них приписывалось иностранцам. Весьма характерным в этом отношении является положение, которое мы сейчас имеем в геологии с одним весьма важным принципом, лежащим в основе правильного понимания формирования слоистых осадочных толщ и причин их важнейшего свойства — слоистости. Этот принцип получил широкую известность в геологической литературе в виде так называемого закона Вальтера. Представления И. Вальтера, особенно полно изложенные им в его капитальном труде, изданном в 1893 г. (16), пользуются большой популярностью у геологов всех стран и часто используются также и советскими геологами, которые нередко ссылаются на Вальтера при объяснении явлений, связанных с образованием слоистых осадочных отложений. Так, например, в двух наиболее известных русских работах, посвященных вопросам образования осадочных отложений, Д. В. Наливкина (7) и Л. В. Пустовалова (8), особо подчеркнуто одно из важнейших положений И. Вальтера.

Д. В. Наливкин обращает внимание на указание И. Вальтера о том, что „слоистость возникает благодаря различию материала, благодаря передвижению фаций". Л. В. Пустовалов, говоря о законе соотношения фаций И. Вальтера, выделяет содержащееся в нем положение, являющееся парафразой приведенного Д. В. Наливкиным: „Только такие фации могут лежать друг над другом, которые могут располагаться рядом друг с другом". Л. В. Пустовалов сопровождает это положение составленным им графическим выражением его, которое по существу представляет собой общую элементарную схему образования слоистой структуры.

Не собираясь отрицать большого значения работ И. Вальтера в разработке вопросов слоистости и фаций, а также интересных представлений о миграции и изменении фауны в зависимости от последних, мы считаем необходимым на основании наших специальных исследований[1] отметить, что эти основные положения, получившие наименование закона Вальтера, отнюдь не И. Вальтером впервые были установлены. Первенство их установления и разработки принадлежит одному из оригинальных и талантливых

[1] Результаты этих исследований были доложены на заседании литологического кружка НИТО при ВНИГРИ и внесены Н. Б. Вассоевичем, в процессе редактирования, в его статью (Литологический сборник ВНИГРИ, I, 1948, стр. 18).

русских геологов — Н. А. Головкинскому, впервые в мировой литературе изложившему их в четкой форме в своей докторской диссертации (3), опубликованной им в 1868 г., т. е. за 25 лет до появления в печати работы И. Вальтера.

Теоретические представления Н. А. Головкинского не были правильно оценены при их появлении благодаря привходящим обстоятельствам,

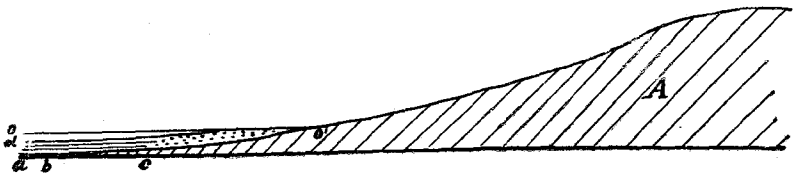


Рис. 1.

а с началом данного столетия незаслуженно оказались преданными забвению в такой степени, что не нашли даже упоминания во всей литературе, посвященной вопросам образования слоистой структуры.

Три важнейших положения, изложенных в этой работе Н. А. Головкинского, должны быть особо выделены и подчеркнуты, как лежащие в основе представлений о формировании осадочных толщ.

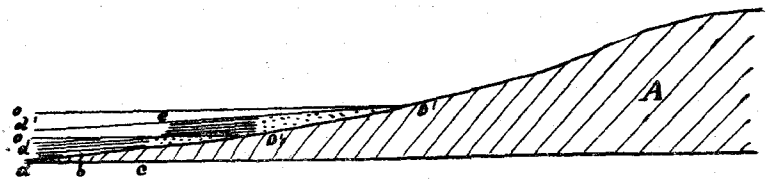


Рис. 2.

Первым из них является установленный и разработанный им основной принцип формирования слоистой структуры. Существо его, в изложении Н. А. Головкинского, заключается в том, что на основе вертикальных колебаний земной поверхности происходит положительное или отрицательное по отношению к суше перемещение береговой линии и связанное с ним пере-

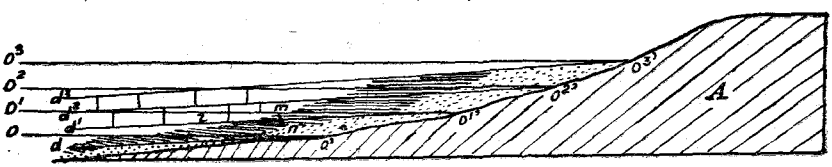


Рис. 3.

мещение фациальных зон (зон различного литологического состава), приводящее к смене по вертикали литологически различных типов пород. На нескольких схемах (рис. 1, 2, 3, 4 и 5) Н. А. Головкинский показывает положение различных типов осадков: при стационарном положении береговой линии (рис. 1), при движении ее к суше (рис. 2 и 3) и, наоборот, в сторону моря (рис. 4 и 5). На всех этих схемах *A* обозначает некоторый участок литосферы, в правой части схем дающий сушу, а в левой уходящий под поверхность водного бассейна — уровень моря, который принимает положе-

ния oo', $o^1o^{1'}$, $o^2o^{2'}$ и т. д.; линии do', $d^1o^{1'}$, $d^2o^{2'}$ и т. д. ограничивают поверхность одновременных осадков при соответствующих уровнях моря за некоторые условные отрезки времени. При стационарном положении уровня осадки располагаются так, как указано на рис. 1, где в прибрежной части co' отлагается материал, доставленный сушей (галечник, песок, глина); на участке ab образуется (насчет органического материала морских

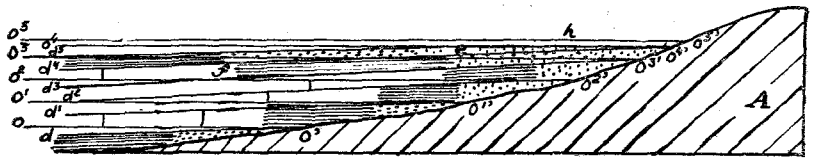


Рис. 4.

раковин) известняк, а в зоне bc отлагается мергель как промежуточное образование, благодаря смешению прибрежных осадков с известковистыми открытого моря. При опускании дна бассейна и суши, через определенный период времени при уровне $o^1o^{1'}$ (рис. 2) будут отложены новые массы известняка, мергеля и прибрежного осадка, которые расположатся анало-



Рис. 5.

гично тому, как показано на рис. 1, но при этом мергель eo', соответствующий bc в первой схеме, окажется над прибрежными осадками co', а часть известняка ed^1, соответствующая ab, над частью мергеля bc и частью прибрежных осадков co'. При условии не внезапного, а постепенного изменения уровня моря и связанного с ним смещения вправо береговой линии,

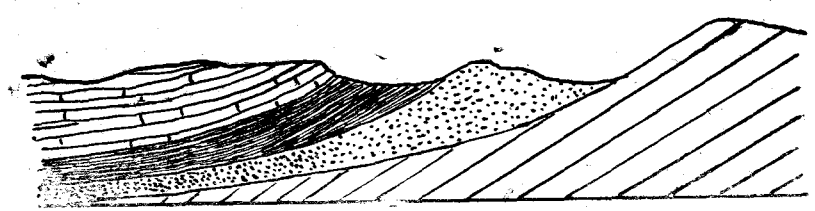


Рис. 6.

различные осадки не представят уступов (рис. 2), а вытянутся непрерывными слоями, как показывает рис. 3, где видны дальнейшие стадии того же процесса. При замедлении опускания (и соответствующем уменьшении глубин o^3o^4, o^4o^5 по сравнению с oo^1, o^1o^2 и o^2o^3) и продолжающемся приносе материала с суши, масса последнего, постепенно выполняя прибрежное мелководье, вытянется внутрь бассейна до e (рис. 4) и накроет известняк, как видно на чертеже, при уровне o^4, которому соответствует положение морского дна d^4o^4. При этом береговая линия подвинется до h. При дальнейшем, еще более медленном изменении уровня до o^5, мергель,

а за ним прибрежный осадок, еще дальше подадутся внутрь бассейна до *f*. При непрерывности процесса, наслоение примет вид, представленный на рис. 5.

„...Размеры опускания и отношение их к размерам выполнения бассейна, — пишет Н. А. Головкинский, — имеют влияние только на второстепенные черты формы геологической чечевицы (от которой мы рассматриваем только половину), как можно назвать такое наслоение, на мощность слоев, крутизну их изгибов и т. п., тогда как сущность дела неизменно та же самая. Если опускание не уменьшается, а остается равномерным или увеличивается, то получается только нижняя часть чечевицы до линии d^3o^3, если оно сменяется поднятием — чечевица вытягивается и загибается правым краем кверху, если отложение данной толщи совершалось все при поднятии, получается только верхняя часть чечевицы, выше линии d^3o^3, с относительным падением слоев от берега; если, наконец, сначала происходило поднятие, потом опускание, то является фигура, которую мы получим, поставив нижнюю часть на место верхней, а верхнюю на место нижней".

Исключительное значение имеет последующий вывод Н. А. Головкинского: „Полного внимания заслуживают вытекающие отсюда следствия. Положим, мы наблюдаем формацию, состоящую из налегающих друг на друга пластов песчаника, мергеля и известняка, имеющую вид, представленный на фиг 25 (рис. 6 в данной статье.—Г. С.). По общепринятому правилу, пласты эти считаются осажденными один после другого в последовательные эпохи; между тем, если это напластование есть только нижняя, уцелевшая от размывания часть геологической чечевицы (ниже линии $d^3o^{3\prime}$, фиг. 24, т. е. рис. 5 в данной статье.—Г. С.), то такое воззрение справедливо только для очень ограниченной местности; на фиг. 24 (рис. 5.—Г. С.) видно, что линии, проходящие через одновременно отлагавшиеся части формации, иначе говоря, показывающие положение дна, косвенно пересекают все три пласта (do', $d^1o^{1\prime}$, $d^2o^{2\prime}$ и проч.) и, постепенно следя некоторый слой, напр. песчаник слева направо, мы с каждым шагом переходим в более и более новые образования. Это дает право поставить тезис, повидимому, парадоксальный: *общепринятое убеждение в последовательности образования последовательно друг на друга налегающих слоев — неверно*".

Дальше Н. А. Головкинский указывает, что правильность и простота очертания слоев на рисунках 3 и 5 мыслима только при идеально-простом течении процесса. Она осложняется благодаря чередованию дождливых и сухих времен года, в течение которых реки приносят большее или меньшее количество материала, а также действию бурь и временных течений; в связи с этим береговые отложения постоянно меняют площадь своего распространения, что обусловливает перемежаемость тонких прослоев соседних осадков и зубчатость границ между последними. Говоря об этом явлении, он в то же время напоминает, что „не должно также упускать из виду, что мощность переходной (между соседними типами осадков. — Г. С.) толщи, даже в идеально-правильном случае, была бы только незначительной величиной в сравнении с площадью отложения этого осадка на дне моря, так же как мощность песчаного слоя *mn* (фиг. 22 — т. е. рис. 3. — Г. С.) есть незначительная часть *nч*".

В результате Н. А. Головкинский приходит к сводной схеме формирования слоистой структуры, которая показывает расположение осадков по горизонтали и вертикали при сочетании плавного трансгрессивного и регрессивного движения береговой линии (рис. 5) и по существу содер-

жит прообраз того, что в 1872 г. у Ньюберри (14) получило название цикла (вернее круга, так как Ньюберри употребил слово circle, а не cycle) отложения, в дальнейшем стало именоваться циклом седиментации и в настоящее время легло в основу теории цикличности образования слоистых осадочных толщ. Н. А. Головкинский подчеркивает, что рассматриваемый им процесс образования осадочных отложений „приводит к весьма интересным и неожиданным выводам и должен иметь значение . . . для морских формаций всех времен и местностей, потому что обусловливающие его обстоятельства принадлежат к самым простым и нормальным. В сущности он не зависит даже от нашего воззрения на причины изменения о сительного уровня моря и суши, т. е. принимаем ли мы поднятия и с скания суши, или наступления моря, или выполнения бассейнов, он п ставляет неизбежное следствие твердо стоящего факта, что относитель положение морского уровня изменяется. Я принимаю, однако, вертик ные колебания земной поверхности[1] в высшей степени вероятными". ращает внимание то, что еще в те годы Н. А. Головкинский, связывая п цесс образования слоистой структуры с вертикальными колебаниями з ной поверхности, говорит об одновременном и однозначном движении м ского дна и прилегающей суши, приводящих к изменению относительного положения морского уровня.

Вторым весьма интересным положением рассматриваемой работы, вытекающим из первого, является четкое установление понятия о геологических горизонтах: хронологическом, стратиграфическом, петрографическом и палеонтологическом. „Вообще геологическим горизонтом,—пишет далее Н. А. Головкинский, — мы называем направление, соединяющее такие части формации, которые аналогичны в одном из названных отношений. Так на фиг. 22 (рис. 3. — Г. С.) слой песчаника или мергеля представляет, на всем его протяжении, один петрографический или стратиграфический горизонт; однако, последний не однозначен с первым: при выклинивании слоя, стратиграфический горизонт его продолжается дальше, тогда как петрографического тут, понятно, нет; так например, можно сказать: что правый конец линии $d^3o^{3'}$ есть стратиграфический горизонт известняка, хотя самая порода здесь уже не существует. Тот же слой чертежа (песчаник), если мы примем, что он изображает не минеральную породу, а распределение фауны мелководья, есть палеонтологический горизонт, который . . . может не только не совпадать, но и не быть параллельным с петрографическим горизонтом. Наконец, хронологические горизонты косвенно пересекают все другие и идут в чертеже по линиям do^1, $d^1o^{1'}$, $d^2o^{2'}$ и проч. Мы обыкновенно не делаем таких различий при рассматривании формаций, но если-бы стали делать, то, я думаю, это было „бы не бесполезно".

Третьим оригинальным положением Н. А. Головкинского, покоящимся на первых двух, является представление о различных фаунах в одной формации, о которых он говорит: „это ничто иное как различные фации (facies) данного геологического периода, зависевшие от глубины (в его схемах глубина связана с расстоянием от берега. — Г. С.) и постепенно перемещавшиеся вследствие колебаний морского дна". Этому перемещению Н. А. Головкинский справедливо придает исключительное значение, связывая с ним то направление, по которому следует искать переходные формы фауны: „для наблюдения *над постепенным изменением форм во*

[1] Следует подчеркнуть, что Н. А. Головкинский еще в 1865 г. в другой своей работе, повидимому впервые, вводит термин *колебательные движения* земной поверхности.

времени мы должны знать этот путь, совершенный фаунами". Этот путь Н. А. Головкинский связывает с перемещением зон определенного литологического состава, к которым приурочены определенные формы фауны, и дальше подчеркивает: „повторяю: если существовали переходные формы во времени, то их должно преследовать в геологических формациях по направлению палеонтологических горизонтов (как они объяснены выше), иначе говоря, горизонтально, а не перпендикулярно к ним, как это обыкновенно делается". Блестящей иллюстрацией этого положения Н. А. Головкинского являются последние обобщающие работы Р. Ф. Геккера по стратиграфии и палеоэкологии Главного Девонского поля (1,2).[1]

Исходя из рассмотренных выше положений, Н. А. Головкинский предупреждает о необходимости соответствующей методики при параллелизации отложений отдельных бассейнов, когда последние могут значительно отстоять друг от друга, иметь в различных частях своего стратиграфического разреза отличную (иногда противоположную) вертикальную последовательность своих элементов. Особо он указывает на опасность в этом отношении для исторической геологии, в частности, при проведении всеобщих одновременных границ между отдельными геологическими периодами различных масштабов.

Таким образом, еще в 1868 г. в русской геологической литературе появились такие теоретические положения в вопросах образования слоистой структуры, которые по своей актуальности и глубине сохранили свое значение и в настоящее время и дают основание для утверждения, что так наз. закон Вальтера должен именоваться законом или принципом Головкинского.

Через четыре года, в 1872 г., мы имеем работу другого русского геолога А. А. Иностранцева (4), в которой эти же вопросы ставятся в ином разрезе.

А. А. Иностранцев также говорит о том, что „характер осадка находится в строгой зависимости от характера берега и распределяется в бассейне в прямом отношении к величине зерна, т. е. чем крупнозернистее осадок, тем отлагается он ближе к берегу". В его работе, в анализе фактов, явно ощущается влияние работы Головкинского, на которую он и ссылается. Но в синтезе данных А. А. Иностранцев приходит к другим, противоположным выводам.

Н. А. Головкинский рассматривал слои как литологически *однородные* образования, *разновозрастные* в разных своих частях, по нормали к береговой линии, что связывалось им с формированием слоев в результате колебательных движений земной поверхности (опусканий и поднятий), определявших плавное перемещение береговой линии, тянувшей за собой шлейф непрерывных монофациальных слоев, что и создавало слоистую структуру.

А. А. Иностранцев также отмечал, что „по литологическому составу главными осадочными породами являются: брекчия или конгломерат, песок, глина, мергель и известняк; эти породы распределены у нас пропорционально крупности зерна осадков. Если мы имеем водный бассейн с берегами, породы которых способны давать все названные осадки, то естественно, что они расположатся в том виде, в каком мы их переименовали". „Кладя в основание такое распределение осадков и, пользуясь тем общепринятым в геологии фактом, что различные местности земного шара могут подвер-

[1] Особенно интересным в этом отношении являлся доклад Р. Ф. Геккера на конференции по геологии Ленинградской области, в начале 1947 г.

гаться опусканиям и поднятиям", — А. А. Иностранцев дает схему отложения осадков при опускании дна моря, приведенную на рис. 7. Горизонтальные линии *a*, *a'*, *a''* и *a'''* изображают последовательные уровни моря; линия *вс* — очертание материка, у которого происходят осадки. Получающиеся по схеме Иностранцева слои, в противоположность слоям схемы Головкинского, литологически *неоднородны* и *одновозрастны* во всех своих частях по нормали к береговой линии. В данной схеме образование слоев связано с четырехкратным прерывистым опусканием, после каждого из коих следует полагать паузу в движениях с отложением полифациального слоя. Резкие границы между различными типами осадков внутри каждого слоя даются условно: „только для наглядности". „Различные типы пород с каждым опусканием будут все ближе и ближе подвигаться в правую сторону рисунка, т. е. к берегу ... Геолог в праве судить по характеру

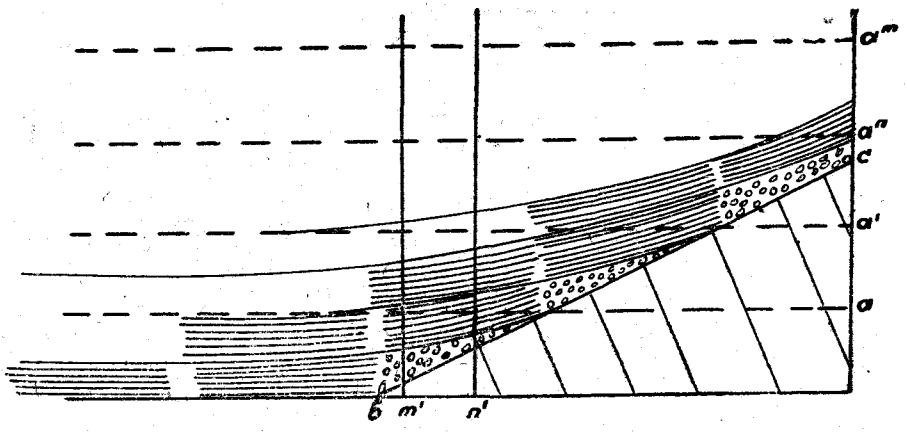


Рис. 7.

горных пород о колебаниях дна моря. Вертикальное напластование, начиная снизу: конгломерата, песчаника, глин, мергеля и т. д. или других какихнибудь пород, но расположенных относительно крупности зерна осадка в строгой постепенности, должно указывать совершившееся опускание, а обратное напластование — поднятие". Дальше А. А. Иностранцев делает следующий вывод: " ... то, что мы видим на фиг. 12 (рис. 7. — Г. С.) вертикально напластованным, должно явиться нам с тем же характером в горизонтальном направлении и обратно". Этот вывод затем поясняется следующим образом: „если действительно выполнение осадками ... моря происходило при постепенном опускании дна, то таб. II фиг. 12 (рис. 7. — Г. С.), изображающая между линиями *mm'* и *nn'* вертикальное напластование осадков, показывает нам, как они располагались в горизонтальном направлении и какой был их литологический характер".

Отсюда мы видим, что Иностранцев в 1872 г. предвосхитил вывод и замечания Л. В. Пустовалова (8), который писал: „Таким образом, мы приходим к выводу, что *вертикальные разрезы дают представление о смене пород в горизонтальном направлении.* Это чрезвычайно важное положение, прямым образом вытекающее из закона И. Вальтера, к сожалению далеко не всегда учитывается геологами...". А. А. Иностранцев повторил свой вывод в учебнике геологии, вышедшем первым изданием в 1885 г. (5), где схема образования слоистой структуры приведена с сохранением всех ста-

рых принципиальных установок (рис. 8). Мы не останавливаемся на многих других вопросах, затронутых в этой связи в работах Головкинского и Иностранцева. Приведенного достаточно для уяснения того, что основные положения так называемого закона Вальтера были сформулированы ими задолго до появления Вальтера в геологии.

Изучение истории представлений о формировании слоистой структуры осадочных отложений показывает, что Н. А. Головкинский и А. А. Иностранцев впервые заложили те основы, которые остались незыблемыми во всех современных схемах образования слоистой структуры. Эти основы закладывались в то время, когда учение о формировании осадочных отложений только зарождалось, освобождаясь от оков нептунизма, пытавшегося все горные породы втиснуть в рамки осадочного происхождения, что препятствовало установлению закономерностей в образовании собственно осадоч-

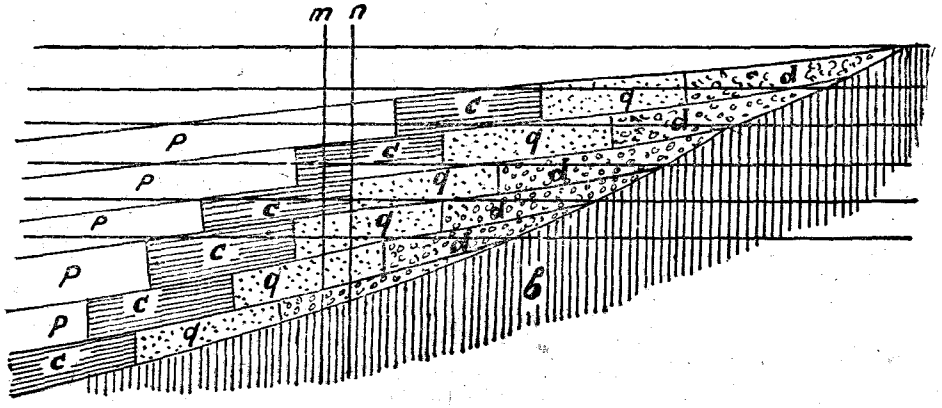


Рис. 8.

ных пород. Поэтому в работах первой половины прошлого столетия мы не встречаем более или менее цельной концепции этого процесса, а имеем только фрагментарные представления об отдельных его элементах. Это относится как к одной из первых в этом роде интересной работе с попыткой классификации слоев (12), так и к работам более широкого значения (6, 13, 18). Все подобные работы содержат многое по вопросам слоистости, но слабо освещают основное — ее генезис, закономерности ее формирования.

Схемы Головкинского и Иностранцева знаменуют переход к овладению теоретическими основами вопроса и выражают собой возникновение двух противоречивых концепций, существо той или иной из которых можно обнаружить в любой из последующих вплоть до нашего времени. Существо это заключается в том, что любая схема образования слоев в общем виде имеет в своей основе или литологическую однородность слоев и неодновременность образования их (Головкинский), или литологическую разнородность и одновременность образования (Иностранцев).

Представления Головкинского и Иностранцева не получили заметного распространения в среде их современников и забыты были в дальнейшем. Основной причиной этого, очевидно, является то, что к тому времени еще недостаточным было накопление фактического материала, который толкал бы геологическую мысль на его теоретическое истолкование, как это имеет место в настоящее время. Только к концу прошлого столетия и в начале настоящего в мировой литературе находят развитие

представления, в которых обобщается большой фактический материал и создаются общие схемы процесса образования слоистой структуры, аналогичные схемам Головкинского и Иностранцева (15, 16, 17, 11, 10, 9 и др.).

Таким образом, Н. А. Головкинский и А. А. Иностранцев являются создателями двух противоположных концепций в теории формирования слоистой структуры. Существо этих концепций сохраняется и во всех современных представлениях, определяя развитие взглядов на образование слоистой структуры. Это развитие совершается в борьбе двух указанных концепций и ведет к разработке единой теории этого сложного процесса, в основе которой выступает концепция Н. А. Головкинского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геккер Р. Ф. Отложения главного девонского поля. Тр. Ленингр. Геол.-разв. треста в. 2, 1932.
2. Геккер Р. Ф. Жизнь в девонском море. АН СССР, 1935
3. Головкинский Н. О Пермской формации в Центральной части Камско-Волжского бассейна. СПБ, 1868.
4. Иностранцев А. А. Геологические исследования на Севере России в 1869 и 1870 гг. СПБ, 1872.
5. Иностранцев А. А. Геология, т. I, СПБ, 1885.
6. Ляйэль Ч. Руководство к геологии, СПБ, 1866—1867.
7. Наливкин Д. В. Учение о фациях, 1932.
8. Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, ч. I, 1940 г.
9. Тетяев М. М. Основы геотектоники, 1934.
10. Boswell P. C. H. Sedimentation environment and evolution in past ages. Proc. Liverpool. Biolog. Soc., vol. XXXV, 1921.
11. Grabau A. W. Types of Sedimentary Overlap. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. XVII, 1906.
12. Leymerie. Séance du 15 Juin 1840. Bull. de la Soc. Geol. de France, t. XI, Paris, 1840.
13. Naumann C. F. Lehrbuch der Geognosie, Leipzig, 1858.
14. Newberry I. S. Circles of deposition in American Sedimentary rocks. Proc. Am. Assoc. Adv. Scien., vol. 22, 1872.
15. Rutot A. Les phénomènes de la sédimentation marine. Bull. du musée royal d'hist. natur. de Belg., t. II, 1883.
16. Walther J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1893—1894.
17. Wilson A. W. G. The theory of the formation of the sedimentary deposits. Canadian Rec. Sci., vol. 9, 1903.
18. De la Beche G. T. Researches in Teoretical Geology, 1834.