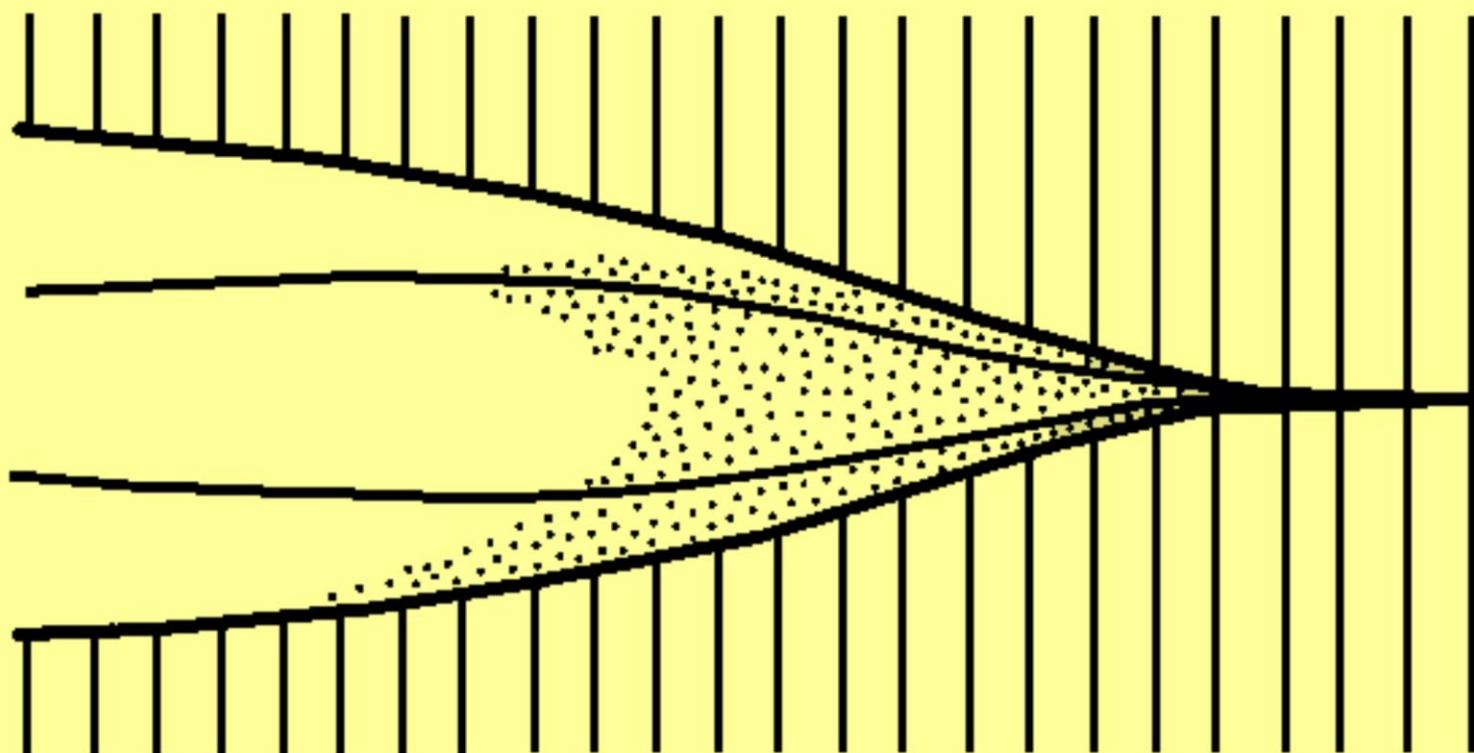


Литология и геология горючих ископаемых



**Екатеринбург
2009**



Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

ЛИТОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЯ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Межвузовский научный тематический сборник

**Приложение
к выпуску III (19)**

Екатеринбург

2009

УДК 552.5 (09+92)

Л 64

Литология и геология горючих ископаемых: Межвуз. науч. темат. сб. Приложение к вып. III (19), посвященное 175-летию Н. А. Головкинского / составители: С. Б. Шишлов, В. П. Алексеев; Редкол.: В. П. Алексеев (отв. ред.) и др. Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного ун-та, 2009. 270 с.

Имя Николая Алексеевича Головкинского (1834-1897) прежде всего связано с законом миграции фаций (законом Головкинского), впервые рассмотренным им в работе «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна», опубликованной в 1868 г. В предлагаемом издании приводится репринт этой ни разу не переиздававшейся монографии. Кроме того, значительное место отведено разделам из серии работ С. И. Романовского (1937-2005), всесторонне осветивших биографию и творческое наследие Н. А. Головкинского. Фрагментарно намечены некоторые пути в развитии непреходящих идей о миграционном процессе слоеобразования.

Предназначается широкому кругу геологов и геофизиков, занимающихся изучением осадочных толщ.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского гос. горного университета

Редакционная коллегия:

Проф. В. П. Алексеев (ответственный редактор) – Уральский гос. горный ун-т; проф. С. И. Арбузов – Томский политехнический ун-т; проф. М. В. Голицын – Московский гос. ун-т; проф. В. В. Кирюков – С.-Петербургский гос. горный ин-т (технический ун-т); доц. В. Н. Кошевой (отв. секретарь) – Уральский гос. горный ун-т; проф. В. Г. Кузнецов – Российский гос. ун-т нефти и газа; чл.-корр. РАН А. В. Маслов – Ин-т геологии и геохимии УрО РАН; проф. Б. С. Панов – Донецкий гос. технический ун-т; проф. В. И. Русский (зам. отв. ред.) – Уральский гос. горный ун-т; проф. А. К. Седых – Дальневосточный гос. технический ун-т.

© Уральский гос. горный
университет, 2009

© Авторы, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2009 году исполняется 175 лет со дня рождения выдающегося отечественного геолога Николая Алексеевича ГОЛОВКИНСКОГО (1834-1897), имя которого навсегда вошло в историю развития геологической науки. Ему принадлежат многие остающиеся непреходяще актуальными идеи в области геоморфологии, четвертичной геологии, палеонтологии, стратиграфии, тектоники, седиментологии и гидрогеологии. Их путь к признанию был длительным и нелегким. При жизни Н. А. Головкинский был известен как крупный региональный геолог, талантливый педагог, воспитавший не одно поколение русских геологов, и прогрессивный общественный деятель, непреклонно отстаивавший демократические традиции русских университетов. Однако его теоретические разработки (законы образования речных террас, модель слоеобразования и др.) современники ученого должным образом не оценили. Более того, они часто подвергались резкой и несправедливой критике (В. В. Докучаев, А. А. Иностранцев, В. О. Ковалевский, Ф. Ф. Розен). Это привело к тому, что работы Н. А. Головкинского на долгие годы были преданы забвению, а вместе с ними из памяти потомков постепенно стирался и облик этого выдающегося человека, одного из лучших и талантливейших представителей «идеалистов-шестидесятников» XIX века. Возрождение интереса к личности и научным идеям Головкинского произошло в середине XX века во многом благодаря работам доцента Ленинградского горного института Г. И. Сократова. К примеру, Н. Б. Вассоевич в одной из своих основополагающих для седиментологии статей* прямо указывает: «Знакомством с работой Н. А. Головкинского я обязан Д. И. Выдрину (Грозный) и Г. И. Сократову (Ленинград)». Абзац же, которым начинается данная статья, по-нашему мнению, стоит того, чтобы привести его целиком: «Впервые вопрос о связи между передвижением фациальных зон и образованием слоев (в самом широком смысле слова) был поставлен талантливым русским геологом середины прошлого столетия Н. А. Головкинским. В своей замечательной работе [1869], к сожалению недостаточно известной, он рассмотрел проблему соотношения во времени и в пространстве различных геологических горизонтов – стратиграфических, петрографических и палеонтологических. В этой же в работе Н. А. Головкинский впервые ввел в русскую литературу слово *фация*, без которого теперь не может обойтись ни один геолог».

Для специалистов, занимающихся стратиграфией, литологией и геологией горючих ископаемых, наиболее интересна монография Н. А. Головкинского «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна», изданная в одном варианте дважды – в 1868 и 1869 гг. (отсюда нередко встречающаяся путаница в годах установления

* Вассоевич Н. Б. Слоистость и фации // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1949. № 2. С. 129-132.

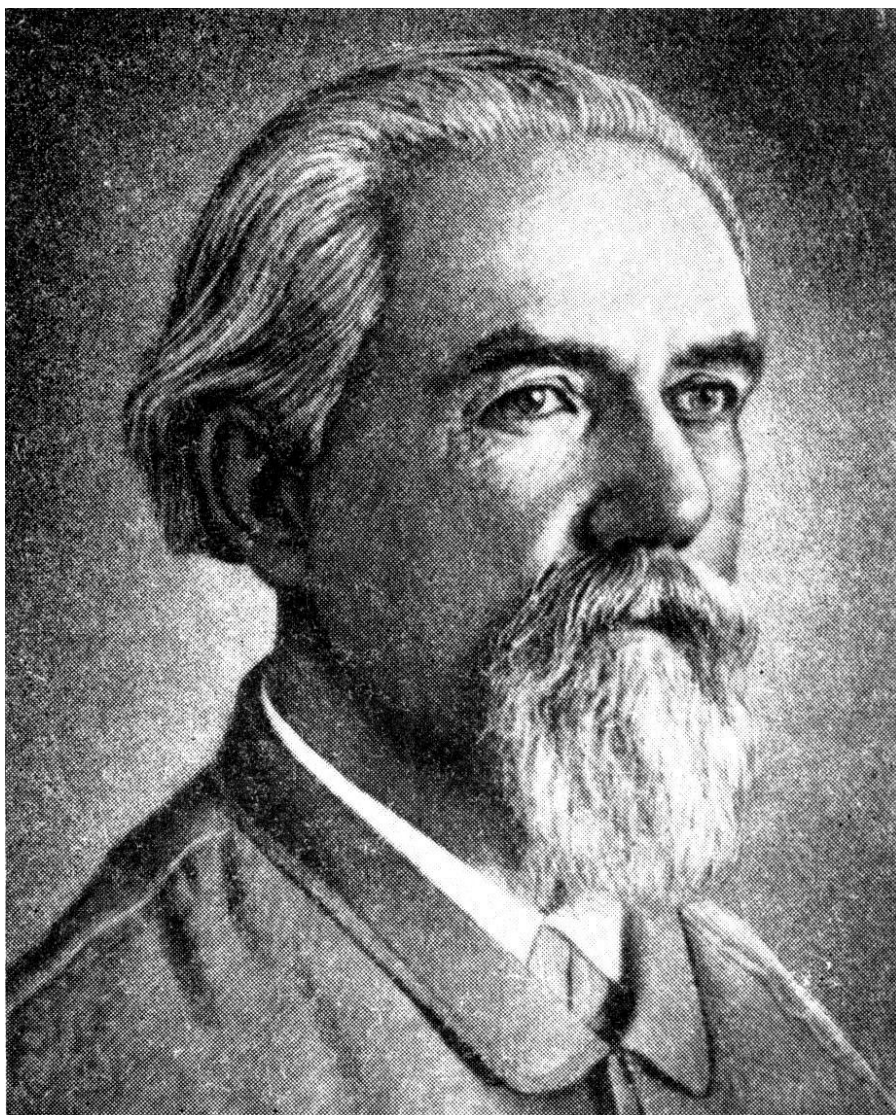
соответствующего закона). Таким образом, ныне исполнилось 140 лет с момента издания этой работы. К идеям, высказанным в ней, обращались Н. Б. Вассоевич, И. А. Вылцан, Г. П. Леонов, С. И. Романовский и многие другие, а помещенные в ней схемы слоеобразования стали классическими и приведены во многих учебниках по исторической геологии и литологии. Вместе с тем данная работа никогда не переиздавалась и в настоящее время практически недоступна широкому кругу специалистов.

Изложенное послужило основой для репринтного воспроизведения монографии Н. А. Головкинского. Идея данного процесса всецело принадлежит С. Б. Шишлову. При его реализации, уже у дуумвирата составителей, сформировалась потребность освещения идей, высказанных в работе Головкинского, со стороны многочисленных геологов-специалистов в разных областях знаний. Тем самым уже наметились контуры самостоятельного издания, со «стержнем» в виде анонсированного репринта. На всех этапах его оформления у составителей не возникло ни малейшего сомнения в том, что неизмеримо глубже, чем кто-либо иной, и биографию Н. А. Головкинского, и его идеи проанализировал известнейший отечественный седиментолог, публицист и биограф ряда выдающихся геологов Сергей Иванович РОМАНОВСКИЙ (1937-2005). Поэтому мы взяли на себя смелость «сопроводить» репринт обильными выдержками из его работ, которые отчасти тоже уже являются раритетами, особенно для молодых исследователей. Разрешение на их воспроизведение любезно дано Людмилой Васильевной Романовской.

В процессе составления предлагаемого издания появилась идея оформить его в виде приложения к очередному выпуску Межвузовского сборника, имеющего некоторую аудиторию среди исследователей осадочных толщ и связанных с ними горючих ископаемых. Надеемся, что представленное издание будет интересно достаточно широкому кругу геологов.

Составители

Редакционная коллегия



Николай Алексеевич
ГОЛОВКИНСКИЙ

(17 ноября 1834 г. – 9 июня 1897 г.)

БИОГРАФИЯ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО*

Николай Алексеевич Головкинский родился 17 ноября 1834 г. (здесь и далее даты – по старому стилю) в уездном городке Ядринске Казанской губернии и был старшим сыном в семье. Его отец, Алексей Васильевич – из духовного сословия, родился в 1791 г., окончил Казанскую духовную академию, но служил сначала копиистом при Симбирской казенной палате, а с 1833 г. – следователем Ядринского земского суда. В 1832 г. он женился на дочери нижегородского помещика Юлии Федоровой. С 1844 г. род Головкинских стал дворянским, что позволяло детям получать высшее образование в университетах. Семья Головкинских была большая – пять сыновей и две дочери. Жили дружно, весело и трудолюбиво. Два домашних учителя – Лапарский и Несчастливцев – обучали детей языкам, истории, географии и другим наукам.

В 1844 г. Николая отдают в частный пансион Бруна в Казани. Однако в нем он проучился недолго и перешел во 2-ю казанскую мужскую гимназию. Здесь изучали российскую словесность, латинский язык и греческую классику. Из естественных наук в программу входили физика и география. Много часов посвящалось математике и истории. Полный курс гимназии он, по неизвестным причинам, не прошел и впоследствии экстерном сдавал экзамены для получения аттестата.

1 сентября 1951 г. Н. А. Головкинский зачислен вольнослушателем на медицинский факультет Казанского университета. Этот путь он избрал, так как вольный слушатель был недостижим для «осведомительного ока» инспекторского надзора, который устанавливался за каждым студентом, согласно университетскому уставу 1835 г. Можно предположить, что профессия врача была выбрана по совету родителей, поскольку гарантировала в то время безбедную жизнь и приличное положение в обществе.

В увлеченных занятиях анатомией пролетели два с лишним года. Но одних этих занятий для Николая Алексеевича становится явно недостаточно, а другой подходящей пищи для ума профессора медицинского факультета дать не могли, так как в медицине того времени господствовали натурфилософские идеи, и она представляла собой скорее дитя филологии, чем естествознания. Наступает горькое разочарование в выбранном пути, а за ним – долгий и мучительный поиск «своего я». Поиск внезапно прерывает разразившаяся Крымская война.

26 апреля 1854 г. Н. А. Головкинский подает прошение об отчислении из Казанского университета и становится унтер-офицером сводного уланского полка. Возможно, толчком к такому решению явилось его разочарование в медицине, а перейти на другой факультет, по существовавшим в то время законам, было невозможно. В Крыму со своим полком он

* Раздел составлен С. Б. Шишловым по изданию: *Романовский С. И.* Николай Алексеевич Головкинский (1834-1897). Л.: Наука, 1979. 192 с.

делит все тяготы военной службы. Уже 13 октября 1854 г. уланский полк участвует в известном Кадыкойском сражении. Очевидно, и в условиях военной службы проявились исключительные способности и добросовестность Николая Алексеевича, так как за неполные три года службы он получает чин поручика и награждается памятной бронзовой медалью на андреевской ленте. 1 февраля 1857 г. Н. А. Головкинский выходит в отставку.

2 сентября 1857 г. Николай Алексеевич вновь поступает в Казанский университет, но уже на естественное отделение физико-математического факультета. Он слушает чуть ли не всякий курс, читаемый на его факультете, желая за отведенные для обучения четыре года освоить основы всех естественных наук. Первые два курса проходят в интенсивных занятиях. В этот период он еще не определил свое истинное призвание, но все же на первое место выходит... ботаника. Н. А. Головкинский выписывает многочисленные монографии по ботанике, собирает гербарии, все свободное время excursionирует по окрестным лесам и болотам, а на летнее время уезжает в свою нижегородскую деревню и там продолжает сборы гербария. Однако увлечение ботаникой, хотя и было поначалу серьезным, на поверку оказалось чисто ученическим. Собирая растения, изучая их признаки и отличия, он сомневается – занимается ли ботаникой как наукой, подразумевая под наукой исследование законов.

В 1858 г. кумиром Н. А. Головкинского становится возвратившийся из-за границы А. М. Бутлеров, а увлечение его личностью и лекциями перерастает в серьезное увлечение химией, которой он посвящает «три четверти времени». Помимо чтения лекций, А. М. Бутлеров вел интенсивную исследовательскую работу, к которой с большой охотой привлекал наиболее способных своих учеников, среди которых был и Н. А. Головкинский. То, что уже в 1859 г. на третьем курсе Николай Алексеевич выполняет и публикует свои первые работы по химии [1, 2], он обязан не только своим природным способностям, но и особому методу обучения Бутлерова.

В 1858 г. Николай Алексеевич женился на дочери полковника фон Пистолькорса – Вильгельмине Васильевне, которая подарила ему четырех детей: дочь Ольгу – в апреле 1859 г., сына Алексея – в мае 1860 г., дочь Юлию – в 1861 г. и сына Виктора в 1862 г., рождение которого стоило ей жизни.

Начиная с 1860 г. Николай Алексеевич проводит серьезные исследования химического строения кремнекислых соединений, тем самым наметив постепенный переход в своих научных устремлениях к минералогии. Эти исследования получают высокую оценку гениального А. М. Бутлерова, становятся основой кандидатской (т. е. дипломной) работы «О кремнекислых соединениях» [3], которая получила право быть опубликованной в «Ученых записках Казанского университета». Таким образом, Николай Алексеевич блестяще окончил Казанский университет со степенью кандидата, а 9 июня 1861 г. после защиты своей дипломной работы и сдачи всех

необходимых экзаменов, он по рекомендации П. И. Вагнера остается в университете при минералогическом кабинете.

Николая Алексеевича отправляют за границу для совершенствования знаний в области минералогии, геогнозии и палеонтологии. В конце лета 1862 г, получив «безденежный заграничный паспорт», Н. А. Головкинский выехал из Петербурга в Германию. В начале сентября он приезжает в Берлин, но не задерживается там, а спешит в знаменитый Гейдельбергский университет к началу осеннего семестра и записывается на лекции по геогнозии и геологии (Leonhard), специальной минералогии (Blum), общей химии (Bunsen), истории развития теории общей химии и представлений о конструкции химических соединений (Erlenmeyer).



Н. А. Головкинский. Петербург, август 1862 г.

Однако слушать лекции этих выдающихся профессоров пришлось недолго. В ноябре он сильно простудился и заболел воспалением легких. Болезнь протекала в очень тяжелой форме. Даже пойдя на поправку, он долго не мог выйти из состояния моральной и физической депрессии. В довершение всего из дома пришло трагическое известие: от родов скончалась жена, оставив сиротами четверых малолетних детей. Сам еще прикованный к постели, он не мог даже поехать на похороны. С возвращением физических сил уныние и отчаяние постепенно отступили, и Н. А. Головкинский вернулся к интенсивным занятиям наукой.

В первую зиму (в Гейдельберге) Николай Алексеевич еще делит свой интерес между химией, минералогией и геологией, но к весне окончательно расстается с химией и склоняется к чистой геологии, даже в ущерб занятиям минералогией. Пользуясь временем между зимним и летним семестрами, он на три месяца отправляется в Италию для исследования вулканической страны в окрестностях Неаполя и третичной подапennинской формации. Затем Н.А. Головкинский поселился в Тюбингене, где нашел все нужные удобства для занятий. Гейдельбергский семестр он считает ошибкой, так как полученные знания можно было бы приобрести и при книжных занятиях в Казани.

Николай Алексеевич твердо решает заниматься только геологией, и по возвращении в Россию посвятить себя изучению геологии и стратиграфии Казанской и прилегающих губерний. В письме А. М. Бутлерову от 18 ноября 1863 г. он пишет: «Не могу Вам и сказать, что за неукладистая специальность – геология! При ней и зоологией занимайся, и ботанику почи-тывай, не чуждайся и химии, заглядывай в физику, без отдыха географию зубри. Журналы всякие толстые читай и много еще другого..., да при всем этом, на горы лезь, в грязи копайся... Право, не успеваю (химические книги за все это время почти в руки не брал.... Понимаю, что преступно, да иначе не приходится)».

Николай Алексеевич лихорадочно собирает недостающие ему сведения для своей уже наполовину выполненной магистерской диссертации. В последние месяцы своей командировки он интенсивно работает в Тюбингене, едет на некоторое время в Гейдельберг и Фрейберг, проводит кратковременные полевые работы во Франции. На август 1864 г. он едет в Швейцарию, в Цюрих, и, проведя сентябрь в Берлине, 1 октября возвращается в Казань.

В осеннем семестре 1864/65 г. Н. А. Головкинский начинает преподавательскую работу в Казанском университете. 9 января 1865 г. он получает звание приват-доцента геологии. Этому предшествовал публичный диспут по его диссертации *Pro venia legendi* (на право чтения лекций) – «О последовательности организмов в геологические времена», которая получила прекрасные отзывы коллег по факультету.

Когда он начинал свою работу в университете, существовали три авторитета в геологической науке. Это прежде всего К. Бишоф, а также Ч. Лайель и Д. Дэна. Во всяком случае, именно по их учебникам и статьям он готовил свой курс лекций. Помимо чтения лекций Н. А. Головкинский ведет активную работу по популяризации своей науки, продолжавшуюся не один год. В феврале 1865 г. он читает свою первую публичную лекцию «Об образовании торфа и каменного угля».

В первые же месяцы после возвращения на родину он исследует в полевых условиях четвертичные образования в среднем течении р. Волги, в районе Казани и ее окрестностей. Эти материалы в сочетании с геологическими наблюдениями, которые он вел во Франции, Италии, Швейцарии и Германии, а также описания эталонных разрезов четвертичных отложений, почерпнутые из литературных источников, стали основой магистерской диссертации «О послетретичных образованиях по Волге в ее среднем течении» [4], которую Николай Алексеевич защитил 8 мая 1865 г.

В начале 1866 г. Н. А. Головкинский проводит один из первых в истории геологии сбор информации путем опроса сотрудников уездных училищ и уездных земских управ по составленной им анкете [6], которую отпечатали в 1000 экземплярах. Среди массы сведений, полученных при опросе, выяснилось, что в Ядринском уезде обнаружен целый скелет мамон-

та. Николай Алексеевич в сопровождении студента И. Синцова 26 сентября выезжают на место находки. Установив научную важность этой находки [9, 10] Н. А. Головкинский настаивал на приобретении скелета для Казанского университета, и Совет одобрил это предложение.

25 мая 1866 г. физико-математический факультет ходатайствует перед советом об утверждении Н. А. Головкинского в степени «магистра геогнозии и палеонтологии». 28 мая 1866 г. он становится доцентом геологии Казанского университета.

Уже в первые годы своей преподавательской деятельности Н. А. Головкинский активно перестраивает учебные планы по геологии и начинает знакомить студентов с новейшими идеями геологической науки. Уже с 1866/67 учебного года, помимо «Общей геологии», которую он читал студентам II курса, Николай Алексеевич по собственной инициативе начинает вести предмет – «Некоторые специальные вопросы геологии» для студентов IV курса. В этот период он ведет большую популяризаторскую работу, читая публичные лекции. В 1867 году он прочел лекцию «О наслоении в окрестной стране», в которой разъяснил жителям города возможности артезианского водоснабжения Казани. В 1868 г. он рассказывает «О приволжье в эпоху первых его обитателей». Много времени и сил отдает руководству исследовательской работой студентов и пишет отзывы на их кандидатские диссертации. В 1867 г. выходит в отставку П. И. Вагнер, и Николаю Алексеевичу временно поручают заведование кафедрой геогнозии и палеонтологии.

В сентябре 1867 г. Н. А. Головкинский становится действительным членом Петербургского минералогического общества, которое сыграло большую роль в его исследовательской работе. Дело в том, что с 1866 г. Общество предпринимает систематическое геологическое исследование России и привлекает для этой цели многих ведущих геологов. Н. А. Головкинский взял на себя исследование пермской системы в пределах Казанской и частично Вятской губерний. Эту работу он вел в течение трех полевых сезонов, с 1866 по 1868 гг. Уже в феврале 1867 г. он присылает свой первый «Отчет о геологических исследованиях 1866 г.» [15].

Н. А. Головкинский принимает активное участие в I съезде русских естествоиспытателей и врачей, который работал в Петербурге с 28 декабря 1867 г. по 4 января 1868 г. Николай Алексеевич председательствовал на одном из заседаний геологической секции, и сам сделал два доклада. В первом он рассказал о распределении фауны в «формации пермского известняка», развитой на Волге и Каме, и изложил при этом свою новую трактовку слоеобразования. Дискуссии по этому докладу не было – присутствующие оказались не способны оценить исключительную значимость представленной концепции. Второе сообщение – «Древние остатки человека в Казанской губернии» [17] – вызвало большой интерес у слушателей. В последующих съездах Н. А. Головкинский принимал уже не столь ак-

тивное участие. Мы видим его среди участников II съезда в Москве в 1870 г., VI – в Петербурге в 1879 г., куда он приехал как ректор Новороссийского университета, чтобы официально пригласить следующий съезд в Одессу, и, наконец, VII съезда в Одессе в 1883 г.

В начале апреля 1868 г. Н. А. Головкинский представил в физико-математический факультет рукописный вариант докторской диссертации «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна» [16], созданной на материалах экспедиций 1866 и 1867 гг. Сама защита диссертации состоялась лишь 20 декабря 1868 г. из-за затянувшегося на несколько месяцев ее издания в типографии Академии наук. Защита прошла блестяще. Первые восторженные отзывы об этой работе, вышедшей первым томом серии «Материалы для геологии России», дали П. А. Пузыревский (секретарь Минералогического общества) и Н. П. Барбот-де-Марни (профессор Петербургского горного института).

30 декабря 1868 г. Совет Казанского университета 23 голосами против 5 избрал Николая Алексеевича экстраординарным профессором. Через год, 30 декабря 1869 г., Совет избирает его ординарным профессором геологии. Казалось бы, все идет гладко. Он занимается любимым делом, чрезвычайно быстро продвигается по служебной лестнице, достиг уже крупных успехов в науке. Но это только на первый взгляд. В связи с усилившейся реакцией после покушения в 1866 г. студента Казанского университета Дмитрия Каракозова на Александра II, выразившейся в бурной деятельности Министерства народного просвещения по уничтожению самоуправления университетов, предусмотренного уставом 1863 г., в Казанском университете идет скрытая борьба между Советом и попечителем. Сам совет, расколовшись на две враждующие партии, превращал любое заседание в нечто среднее между испанской корридой и казанским базаром. Работать становится физически невозможно, и Николай Алексеевич, как это ему ни горько, принимает решение оставить родной ему Казанский университет. Одно время он собирался перейти в Петербургский университет, тем более, что туда уехал А. М. Бутлеров. В начале 1869 г. Николай Алексеевич получает еще одно приглашение – из Киевского университета. Он принимает твердое решение перебраться туда и отправляет документы на конкурс, который состоялся в мае 1869 г. Его результаты оказались более чем неожиданными. Н. А. Головкинский получил 7 избирательных и только 2 неизбирательных голоса членов факультетского совета, а его конкурент К. М. Феофилакт – 4 избирательных и 5 неизбирательных голосов. На заседании Университетского совета 30 мая 1869 г. факультет рекомендует к избранию Н. А. Головкинского. Но тут произошло неожиданное: не вдаваясь ни в какие объяснения, Совет избирает... К. М. Феофилактова. Известием о результатах конкурса в Киеве Николай Алексеевич был подавлен. От Петербургского университета он отказался, а в Киевский не прошел.

Узнав о том, что он вынужден остаться в Казани еще на неопределенное время, Николай Алексеевич принимает предложение И. Любимова, строившего железную дорогу через Урал, о поиске в осваиваемой полосе месторождений каменного угля, и сразу после окончания весеннего семестра уезжает в экспедицию. Во время этой поездки была значительно уточнена геологическая карта западного склона Уральских гор (бассейн р. Чусовой), обнаружены перспективные на уголь отложения каменноугольного возраста, а также собрана богатая коллекция карбоновой фауны [20].

В 1869 г. при Казанском университете было создано Общество естествоиспытателей, одним из инициаторов организации которого был Н. А. Головкинский. Через год, когда стало известно о намерении первого президента Общества Н. П. Вагнера перейти в Петербургский университет, Николая Алексеевича единодушно избрали на должность вице-президента для фактического руководства всеми делами, а на первом годичном собрании – на пост президента Общества, на котором он оставался до своего ухода из университета. Именно на этом посту проявились его незаурядные способности организатора и популяризатора научных знаний.



Н. А. Головкинский. Казань, 1870 г.

Весной 1870 г. Николай Алексеевич предлагает организовать курсы лекции по предметам естествознания. В сентябре 1870 г. он пишет заметку для «Казанского биржевого листа», чтобы привлечь внимание публики к этим лекциям, а 12 сентября того же года делает доклад «О чтении публичных курсов членами Общества естествоиспытателей» [24], в котором, в частности, перечисляет требования к программе лекций. Курсы взяли читать В. Г. Имшенецкий (геометрия), В. В. Марковников (химия), Н. А. Головкинский (геология), Н. Ф. Леваковский (ботаника), П. Ф. Лесгафт (анатомия человека) и др.

Первая лекция была прочитана 8 января 1871 г.

Н. А. Головкинский и остальные организаторы этих курсов не могли и предполагать, что они соберут столько желающих. Уже первый (геометрический) цикл лекций посещали до 500 человек. При этом надо учесть, что

большая часть лекций была платной, и желающие заранее вносили деньги за их посещение.

На годичном собрании Общества 12 мая 1871 г. Н. А. Головкинский вновь избирается президентом. Он произносит великолепную программную речь [25] и предлагает избрать первыми почетными членами общества Дарвина, Лайеля и Гукера.

В 1871 г. реакция в Казанском университете усилилась, и Николай Алексеевич, в знак протеста против увольнения по царскому указу активнейшего члена прогрессивной группы, профессора П. Ф. Лесгафта, в ноябре демонстративно ушел в отставку во главе группы из семи профессоров. Этот коллективный протест лучших преподавателей Казанского университета против чиновно-бюрократической машины царской России вызвал широкий резонанс в среде интеллигенции высших учебных заведений. Прогрессивные силы Петербургского, Московского, Новороссийского университетов были на их стороне. Это видели и понимали чиновники Министерства народного просвещения, и они были вынуждены на некоторое время ослабить нажим на демократические «университетские нравы». Они бдительно следили за трудоустройством уволившихся профессоров, но в большинстве случаев ему не препятствовали, хотя все семеро были взяты под своеобразный «негласный надзор».

Когда исход «дела Лесгафта» был предreshен, Николай Алексеевич подает документы на конкурс в Новороссийский (Одесский) университет и 22 ноября 1871 г. избирается единогласно ординарным профессором по кафедре минералогии.

В феврале 1872 г. Н. А. Головкинский покидает Казань и переселяется в Одессу с детьми и женой Ольгой Ивановной Аксентович, на которой он был женат вторым браком (детей от этого брака не было).

Новороссийский университет был молод. Его открыли 13 мая 1865 г. на базе старого Ришельевского лицея. В нем было три факультета: историко-филологический, физико-математический и юридический. Настоятельная потребность в кадрах позволила привлечь в стены этого университета многих выдающихся ученых, трудами которых он быстро выдвинулся в число наиболее передовых. Здесь еще не успели обостриться отношения враждующих партий профессоров. Студенчество жило полнокровной и, по возможности, независимой жизнью, живо откликаясь на все прогрессивные течения. В первые месяцы своей одесской жизни Николай Алексеевич, ставший членом коллектива профессоров физико-математического факультета, вздохнул, наконец, полной грудью после подавляющего казанского воздуха.

7 и 9 марта 1872 г. он прочел свои две вступительные лекции [26]. Их темой стали общее описание геологической науки, история и пути ее развития, методы и средства получения теоретического знания в геологии. Общность поднятых проблем, глубина их решения, замечательная образ-

ность стиля и ясность изложения произвели большое впечатление на слушателей. Новороссийский университет действительно мог гордиться, что в его стенах теперь будет работать этот выдающийся ученый-мыслитель.

Н. А. Головкинский считает, что программа преподавания минералогии устарела и ее необходимо пересмотреть. Поэтому 19 марта 1872 г. на заседании Совета он выступает с заявлением, в котором обосновывает настоятельную необходимость своего командирования за границу для ознакомления с современным состоянием этой науки [27]. Совет пошел на встречу Николаю Алексеевичу и 15 апреля 1872 г. он с женой и детьми отправляется в Германию. На этот раз он едет за границу уже не начинающим, а вполне сложившимся ученым, имеющим за плечами ряд серьезных исследований. И неудивительно, что никаких «откровений» из пребывания в Германии и Австрии, куда переехал в конце 1872 г., он не извлек и, не дождавшись официального срока окончания своей командировки, вернулся в Одессу.

В 1873 г. Николай Алексеевич начал свой первый учебный год в Новороссийском университете с преобразования минералогического кабинета, который был в весьма запущенном состоянии. Кабинет этот занимал 11 комнат, но имеющихся экспонатов едва хватало, чтобы занять 7 из них, а 4 пустовавшие комнаты с разрешения Совета занял сам Н. А. Головкинский. Таким образом, он в буквальном смысле дневал и ночевал в университете, используя каждую свободную минуту для работы в минералогическом кабинете.

С 1874 г. Н. А. Головкинский помимо минералогии начинает читать курс кристаллографии (или кристаллологии, как он ее называл), а с 1875 г. – еще и спецкурс кристаллофизики. Кроме этого, он ведет собственный курс геологии, который резко отличался от курса, читаемого его учеником И. Ф. Синцовым. Еще в Казанском университете Николай Алексеевич читал геологию с акцентом на объяснении процессов развития земной коры. В его лекциях геология жила: образовывались и разрушались горы, в отступающих и наступающих морях накапливались слоистые осадки, и изменялось население морского дна; извергались вулканы, и изменялся климат планеты – одним словом, он читал курс «динамической геологии» с учетом новейших достижений, изложенных в учебниках Лайеля, Бишофа и других крупных ученых.

Уже к концу 1874 г. Николай Алексеевич понял, что ошибся, думая, что в Одессе он сможет «дышать полной грудью». Совет Новороссийского университета, по существу, ничем не отличался от Совета Казанского университета – те же перепалки между профессорами, дразги, сведение личных счетов в ущерб делу и т. п. Н. А. Головкинский сближается с маленькой группой профессоров, в состав которой входят И. М. Сеченов, И. И. Мечников, А. О. Ковалевский, Н. А. Умов и др. Этот «одесский кружок профессоров» сыграл большую роль в сплочении ученых университе-

та и имел значительное влияние на культурную жизнь Одессы того времени. В условиях наступившей вскоре жесточайшей реакции этот кружок вел непримиримую борьбу за сохранение университетских традиций, за права профессоров и студенчества.

Часто друзья не расставались и во время летних каникул. В Крыму, на окраине Алушты, в месте, которое в те годы официально именовалось «профессорским уголком», имели свои дачи Н. А. Умов, А. И. Кирпичников, Н. А. Головкинский и др. На лето 1874 г. дачу в «профессорском уголке» снял И. М. Сеченов. Летом 1875 г. в имении «Кастель» (так называлась дача Н. А. Головкинского) жил А. О. Ковалевский. Кружок профессоров просуществовал до начала 80-х годов, но с уходом из университета И. М. Сеченова, а затем и И. И. Мечникова, постепенно распался.

Н. А. Головкинский развернул активную деятельность в Одесском Обществе естествоиспытателей, которое было создано в 1870 г. Он вошел в состав совета Общества и стал одним из вице-президентов. Общество ставило целью изучение природных ресурсов юга России и на свои средства организовывало экспедиции и публиковало в «Записках» их материалы. По инициативе Н. А. Головкинского были организованы публичные курсы лекций по всему циклу естественных наук. Они читались в течение 1872-1877 гг. и сыграли большую общественно-просветительскую роль. В рамках этого цикла в пользу славян, пострадавших при восстании в Герцеговине, 6 декабря 1875 г. Николай Алексеевич прочел лекцию «Мысли о прошедшем и будущем нашей планеты» [29]. Она произвела на слушателей неизгладимое впечатление, дав пищу для размышлений и ученым, и просто любознательной публике.

3 апреля 1875 г. Я. Я. Вальца (по его просьбе) освобождают от должности декана, и ему на смену факультет выбирает Н. А. Головкинского. Николай Алексеевич начал свою деятельность на посту декана с предложения о «специализации курсов, читаемых на факультете», которое было принято единогласно. Выполнять административные обязанности при непрерывном нажиме «сверху» (ввиду активизации студенческого движения и его участия в открытой революционной борьбе), а также постоянной оппозиции профессоров из «новороссийской партии» было невероятно сложно. Должность декана требовала много времени и большой затраты физических и нравственных сил. Свободных от занятий часов у Николая Алексеевича почти не было, да и здоровье его стало сильно пошаливать. Начиная с 1875 г. не было ни одного месяца, в котором бы «проф. Головкинский не пропустил ряд лекций по болезни», и с каждым годом число пропущенных по этой причине лекций росло. Он понимает, что такого рода деятельность не для него, и подает в Совет прошение «об увольнении его от должности декана». На заседании Совета 27 января 1877 г. факультет выразил предельное доверие Николаю Алексеевичу, несмотря на его отказ, вновь избрав его деканом подавляющим большинством голосов (14 : 2), но

так как Н. А. Головкинский, поблагодарив Совет, все же отказался от этой должности, то деканом избирается профессор физики Ф. Н. Шведов.

Недолго Николай Алексеевич был свободен от административных хлопот – всего два месяца. 12 апреля 1877 г. Совет единодушно выбирает его ректором Новороссийского университета. С одной стороны, университет выразил этим избранием единодушное доверие Н. А. Головкинскому, поскольку в это время еще сохранялись традиции устава 1863 г. и ректор выбирался на Совете при условии баллотирования всех его членов. С другой – эта должность была не по характеру Николаю Алексеевичу, так как совпала по времени с наступлением жесточайшей реакции, и «идеалисту в лучшем смысле этого слова» было практически невозможно управлять университетом, искусно балансируя между «полицейскими» инструкциями попечителя и шаткими возможностями сохранить хоть видимость университетской автономии в преддверии одного из самых реакционных университетских уставов 1884 г. Безусловно, ректорский период – самая героическая страница биографии Н. А. Головкинского, который ценой собственного здоровья сумел весьма искусно провести университетский корабль через четыре самых тяжелых года его предреволюционной истории.

В этих условиях, для преодоления застоя и апатии студенчества к учебным и научным делам Николай Алексеевич предложил организовать «поездки педагогического характера профессоров вместе со студентами». При этом Николай Алексеевич ссылаясь на свою богатую практику организации подобных экскурсий (прообраз будущих геологических практик), которые он проводил ежегодно начиная с 1874 г. в Крыму. Это предложение ректора Совет с благодарностью принял. Однако и эта мера улучшила положение дел лишь на непродолжительное время. Головы студентов в то время были заняты не учебными делами, а революционной борьбой.

8 августа 1879 г. были введены «временные изменения порядка управления и надзора за студентами университетов», которые сопровождались циркулярным письмом министра. Это был страшный документ. Впору было студентам переодевать в полосатые пижамы, зарешечивать окна университетского здания, а преподавателям выдавать форменную одежду надзирателей со связкой звенящих на поясе ключей от аудиторий. Это было уже выше сил Николая Алексеевича: он, русский интеллигент, профессор, человек прогрессивных и демократических взглядов, не мог быть полицейским надзирателем за своими студентами, и не в состоянии был призывать к этому подчиненных ему профессоров. Н. А. Головкинский слег. В течение ноября и декабря 1879 г. он почти не ведет занятий из-за непрекращающихся сердечных приступов.

Однако и Н. А. Головкинский, и весь университет ожили, когда по распоряжению министерства в университете создали Комиссию по анализу инструкции об университетской инспекции. Это был последний шанс что-либо изменить. Отповедь министерским чинушам оказалась настолько

убийственной, что правительство вынуждено было пойти на некоторые послабления введенных жандармских правил.

Н. А. Головкинский не мог дожидаться конца своего ректорского четырехлетия. И физические и нравственные его силы были на исходе. Когда, наконец прошли эти четыре тяжелых ректорских года, Николай Алексеевич день в день, 19 мая 1881 г., ушел в отставку с поста ректора. Ему стало невыносимо тяжело работать в таких условиях, но оставалось еще пять лет до выслуги пенсии, и он скрепя сердце продолжает службу в Новороссийском университете. Николай Алексеевич часто болеет и пропускает до половины лекций. Врачи находят у него «болезненные припадки со стороны сердца», а также «воспаление некоторых нервных ветвей левого плечевого сплетения».

С 18 по 28 августа 1883 г. в Одессе состоялся VII съезд русских естествоиспытателей и врачей. Н. А. Головкинский принял активное участие в его работе, председательствовал на ряде заседаний, сам сделал сообщение «Об изопериферических расколах горных пород и о непригодности съемок, производимых с помощью горного компаса». Текст доклада, к сожалению, не опубликован. Но его необычное название в совокупности с незаурядной личностью автора не оставляет сомнений в том, что оно было весьма интересным. После окончания съезда многие участники отправились на геологическую экскурсию в Крым, которую с большим мастерством организовал и провел Н. А. Головкинский. В Крыму он задержался до 15 сентября, заканчивая начатые еще весной 1882 г. геологические исследования. Результатом этих работ явилась крупная статья Н. А. Головкинского «К геологии Крыма» [33], изданная в 1883 г. отдельной брошюрой в «Записках Новороссийского общества естествоиспытателей».

1883-1886 гг. не были отмечены значительными событиями в жизни и научной деятельности Н. А. Головкинского. Шли своим ходом занятия со студентами, в Совете уже творилось откровенное беззаконие, общественная и научная жизнь в университете практически заглохли. Николай Алексеевич почти не ходит в совет, часто болеет и под любым предлогом уезжает в Крым, на свою дачу «Кастель». Там он много гуляет, пишет маслом крымские пейзажи, навещает и принимает друзей, занимается геологическими исследованиями. В самом начале 1886 г. Николай Алексеевич уезжает в четырехмесячную командировку в Крым и оттуда присылает в Совет Новороссийского университета «прошение об отставке». 1 мая 1886 г. исполнилось ровно 25 лет его преподавательской деятельности, и он «день в день» покидает ставший ему чужим университет и переезжает из Одессы в Крым, в свое имение «Кастель», специально приспособленное к тому времени для круглогодичного пребывания.

Вскоре он принимает предложение Таврической земской управы занять должность земского гидрогеолога для решения проблемы поиска артезианских вод на страдавшем от отсутствия пресной воды Крымском по-

луострове. В круг его обязанностей входили: гидрогеологическая съемка местности с целью составления гидрогеологической карты губернии; гидрогеологические изыскания по просьбе землевладельцев с целью поиска подземных вод на территории их имений; комплекс обводнительных мероприятий для снабжения технической и питьевой водой промышленных предприятий, сельскохозяйственных угодий и т.п. Н. А. Головкинский как никто другой в России был подготовлен к этой деятельности и в кратчайший срок настолько успешно справился с возложенными на него обязанностями, что уже через несколько лет после своего переселения в Крым стал одним из самых популярных и уважаемых людей края, за советом к которому шли и крупные землевладельцы, и мелкие служащие. Никому он не отказывал, всем старался помочь и вскоре заслужил громадную любовь во всех слоях местного общества. Его имя стало весьма популярным. Местные жители знали, что здесь живет знаменитый профессор, умный и добрый человек, всегда готовый помочь в трудном деле, даже если это и не входило в его обязанности.

Н. А. Головкинский с увлечением отдался своему любимому делу – геологическому и гидрогеологическому исследованиям Крымского полуострова, который он за 10 лет работы исколесил буквально вдоль и поперек, знал досконально каждую складку, все выходы источников, все колодцы и пробуренные ранее скважины. Вскоре он стал одним из лучших специалистов по геологии Крыма и лучшим знатоком его гидрогеологических условий. В первые же годы своей работы он тщательнейшим образом обследовал гидрогеологические условия Феодосийского, Симферопольского, Евпаторийского, Ялтинского и Днепропольского уездов.

Полевой сезон в Крыму у Николая Алексеевича продолжался до шести месяцев. С наступлением лета он садился верхом на свою серую лошадку и в сопровождении татарина, которого он брал в качестве переводчика для разговоров с местными жителями, отправлялся в маршруты, план которых он заранее тщательно продумывал. Маршрут обычно продолжался до 10-15 дней. Запасшись консервами, сухарями и специально им сконструированной палаткой из овечьих шкур, Николай Алексеевич никогда не заезжал для ночлегов в попадавшиеся им на пути села, а старался найти уютную полянку у родника с чистой водой и вечером у костра приводил в порядок свои дневные записи. С рассветом он уже снова был в седле. Зимой обрабатывал добытый им за лето материал, писал для губернского земства ежегодные «Отчеты гидрогеолога», чертил геологические и гидрогеологические профили, писал многочисленные заключения о гидрогеологических изысканиях на дачах местных землевладельцев и т. д.

Н. А. Головкинский не замыкался в узком кругу практически важных задач, над которыми ему приходилось работать. Он выписывает все вновь выходящие книги по геологии и многим другим областям знания, все специальные журналы и много «толстых» литературных журналов. Трудился

он по 8-10 часов в день и был в курсе всех событий, происходивших в литературном и научном мире. Однако основными объектами его деятельности этого периода были гидрогеологические исследования. Он с большой тщательностью и предельной щепетильностью подходил к поискам артезианских вод в пределах небольших по площади территорий усадеб, плантаций и т.д., так как приходилось с ювелирной точностью указывать место бурения дорогостоящих скважин, и это ему удавалось благодаря доскональному знанию геологического строения местности. Из-за обилия частных заказов, которые Николай Алексеевич обязан был выполнять, страдала (в первое время) основная часть его работы – планомерная гидрогеологическая съемка территории Крыма, но и эту работу Н. А. Головкинский в конечном счете выполнил блестяще. На составленную им карту были нанесены все известные ему выходы подземных вод, все пробуренные скважины и отрытые колодцы, а высококачественная геологическая основа этой карты гарантировала и ее высокую гидрогеологическую информативность.

Летом 1897 г. в Петербурге состоялся VII Международный геологический конгресс. Подготовка же к нему велась в течение нескольких лет. В составе оргкомитета конгресса был и Н. А. Головкинский. Он содействовал организации крымских экскурсий и вел активную переписку с президентом конгресса академиком А. П. Карпинским. Николай Алексеевич, несмотря на свои чисто гидрогеологические исследования последних лет, по-прежнему считался в среде геологов авторитетнейшим специалистом по геологии Крыма и должен был экскурсировать с участниками конгресса по Крымскому побережью, от Алушты до Севастополя. К этому поручению Николай Алексеевич отнесся с величайшей тщательностью и добросовестностью. Вместе со своим другом, профессором Варшавского (ныне Ростовского-на-Дону) университета А. Е. Лагорио, он в течение двух недель сделал крупномасштабную геологическую съемку в полосе крымских гор западнее Алушты, вычертил геологические профили через наиболее интересные структуры, составил подробное геологическое описание местности и т. д. Интенсивная и изнурительная работа, которой Николай Алексеевич отдался с юношеским пылом, оказалась не под силу его расшатанному организму. Участились сердечные приступы. Он подолгу оказывается прикованным к постели. Однако крепкая и закаленная натура Николая Алексеевича не хотела мириться с бурно развивающейся болезнью. Малейшие признаки улучшения здоровья он использует для работы, которую делает с лихорадочной поспешностью: надо успеть окончить «геологический гид» для послеконгрессной экскурсии и обобщить накопившиеся за многие годы материалы по тектонике Крыма, которую он хотел изложить в одной большой работе. Было желание написать и о гидрогеологических условиях Крымского полуострова, изучению которых он посвятил последние десять лет жизни. К сожалению, не всем планам удалось осуществиться. Николай Алексеевич успел закончить лишь геологический путеводитель по горному Крыму, который был издан в Петербурге к началу конгресса в 1897 г.

9 июня 1897 г. Николай Алексеевич проснулся рано, в 6 часов утра, разговаривал и сам пошел из одной комнаты в другую; вдруг упал... и, когда его перенесли на постель, он был уже мертв. Так оборвалась жизнь этого удивительного человека – великого ученого и гражданина в самом высоком смысле этого слова, «благородного и бескорыстного труженика науки».

19 сентября из Судака в Алушту прибыл пароход «Великая княгиня Ксения», на борту которого находилось около 160 русских и иностранных участников конгресса. 50 человек высадились в Алуште и в сопровождении А. Е. Лагорио отправились на гору Кастель, к могиле Н. А. Головкинского. Участники экскурсии почтили память выдающегося ученого и единодушно поддержали предложение Таврического земства воздвигнуть интернациональный памятник. Как решили, так и сделали. Уже в 1900 г. у въезда в усадьбу Н. А. Головкинского на скале красовался величественный монумент в знак международного признания заслуг русского ученого. Памятник этот стоит и поныне.



Памятник Н. А. Головкинскому в Лазурном.
Рисунок П. К. Тыглиянца – правнука Н. А. Головкинского

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО

1. О действии некоторых двуатомных галоидных соединений // *Liebig und Wöhler Annalen*, 1859, Bd III, S. 252.
2. Действие некоторых двуатомных галоидных соединений на щавелево-кислое серебро // *Химический журнал* Н. Соколова и А. Энгельгардта, 1859, т. II. (Перевод статьи из «*Rtpertoire de chemie*», 1858-1859).
3. О кремнекислых соединениях. Казань, 1861.
4. О послетретичных образованиях по Волге и в ее среднем течении. Казань, 1865.
5. Руководство к геологии Ч. Лайеля. Т. I. Пер. с VI англ. изд. 1865 г. СПб., 1866.
6. Заявление в Совет о рассылке анкеты с целью приобретения сведений по геологии Камско-Волжского бассейна // *Изв. Казанского ун-та*, 1866, вып. 2.
7. Заявление в Совет о состоянии геологического музея при университете // *Изв. Казанского ун-та*, 1866, вып. 4.
8. Журнал Комитета по устройству в Казани водопровода. Казань, 1867.
9. О находке в Ядринском уезде полного скелета мамонта // *Изв. Казанского ун-та*, 1867, вып. 6.
10. Отчет о геологической экскурсии в Ядринский уезд // *Уч. зап. Казанского ун-та*, 1867, т. 4.
11. О летних геологических экскурсиях 1867 г. // *Изв. Казанского ун-та*, 1867, вып. 4.
12. Отзыв о кандидатской диссертации Островского «Несколько наблюдений над торфяниками в окрестностях Казани» // *Изв. Казанского ун-та*, 1867, вып. 5.
13. Отзыв о кандидатской диссертации В. Верцелиуса «Несколько слов о переносящей силе воды» // *Изв. Казанского ун-та*, 1867, вып. 6.
14. Несколько слов по поводу рецензии доцента барона Розена на диссертацию Н. Головкинского «О послетретичных образованиях на Волге в ее среднем течении». СПб., 1867.
15. Описание геологических наблюдений, произведенных летом 1866 г. СПб., 1868. То же: «Материалы для геологии России», т. I, 1869.
16. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб., 1868. То же: «Материалы для геологии России», т. I, 1869.
17. Древние остатки человека в Казанской губернии // *Труды I съезда русских естествоиспытателей*. СПб., 1868.
18. Отзыв на отчет преподавателя Пермской гимназии Ал. Орлова // *Изв. Казанского ун-та*, 1868, вып. 6.
19. Краткая автобиография // *Киев. Унив. изв.* 1869. № 8.
20. Геологические наблюдения в полосе каменноугольной формации

на западном склоне Уральских гор (материалы к проекту Пермско-Уральской железной дороги И. Любимова). СПб., 1870.

21. Отчет о геологической поездке по Казанской губернии // Уч. зап. Казанского ун-та, 1870, т. 7.

22. Отзыв о диссертации И. Ф. Синцова на степень магистра минералогии и геогнозии. // Изв. Казанского ун-та, 1871, вып. 3.

23. Отзыв о статье И. Ф. Синцова «Мезозойские образования общего сырта» // Протоколы заседаний общества естествоиспытателей при Казанском университете. Год 2-й. Казань, 1871.

24. О чтении публичных курсов членами общества естествоиспытателей // Протоколы заседаний общества естествоиспытателей при Казанском университете. Год 2-й. Казань, 1871.

25. Речь президента общества естествоиспытателей Н. Головкинского на годовичном собрании общества. Протоколы заседаний общества естествоиспытателей при Казанском университете. Год 2-й. Казань, 1871.

26. Две вступительные лекции, читанные в Новороссийском университете 7 и 9 марта 1872 г. // Зап. Новороссийского ун-та, 1872, т. 8.

27. О состоянии минералогической науки (обоснование заграничной командировки) // Зап. Новороссийского ун-та, 1872, т. 8.

28. Замечания о палеозойских формациях по северным притокам р. Чусовой, на западном склоне Уральского хребта // Изв. Об-ва любителей естествознания при Московском ун-те, 1874, т. 14.

29. Мысли о прошедшем и будущем нашей планеты // Зап. Новороссийского ун-та, 1876, т. 14.

30. Руководство к геологии Ч. Лайеля. Т. II. СПб., 1878.

31. Заметка читателя на статью А. М. Бутлерова «Четвертое измерение и медиумизм» // Русский вестник. 1878, т. 136.

32. Записки по минералогии (Литографированный курс лекций). Одесса, 1879.

33. К геологии Крыма. Изыскания и разведка в окрестностях Балаклавы // Зап. об-ва естествоиспыт. при Новорос. ун-те, 1883.

34-43. Гидрогеологические исследования в Таврической губернии (Годовые отчеты за 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896 гг.). Симферополь.

44. Артезианские колодцы Таврической губернии. Одесса, 1890.

45. Щелочно-железные воды близ г. Курска // Тр. Об-ва испытателей природы при Харьковском ун-те, 1891, т. 25.

46. Краткий гидрогеологический очерк Днепровского уезда. Симферополь, 1892.

47. Источники Чатырдага и Вадучана. Симферополь, 1892.

48. Мамонт в Сотере. Симферополь, 1893.

49. Артезианские условия Херсонского уезда. Херсон, 1894.

50. Путеводитель по Крыму. 6-е изд. Симферополь, 1895.

51. Крымский полуостров // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. 32-й полутом. 1895.

52. Объяснительная записка к крымским геологическим профилям // Каталог отдела почвоведения и климатологии Всероссийской сельскохозяйственной выставки 1895 г. М., 1895.

53. Наблюдения над осадками в почве. Симферополь, 1896.

54. О современном положении артезианского дела в Таврической губернии. Симферополь, 1896.

55. Путеводитель по Крыму. Симферополь, 1896.

56. Itine'raire géologique d'Alouchta á Sévastopol par Ialta, Bakhtschis-saraï et Mangoup kalé. (Guide des excursions du VII Congrès Géologique International. XXIII), 1897 (Совместно с А. Е. Лагорио).

57. Геологические профили Таврического полуострова. Симферополь, 1905.

О ПЕРМСКОЙ ФОРМАЦИИ

ВЪ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ

КАМСКО-ВОЛЖСКАГО БАСЕЙНА.

Н. ГОЛОВКИНСКАГО.

1868.

~~~~~  
Изъ «матеріалы для геологіи Россіи. Томъ I.»  
~~~~~

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

(В. О., 9 линія, № 12.)

1868.

Напечатано по распоряженію Императорскаго С.-Петербургскаго
Минералогическаго Общества.

Весною 1866 года, Императорское С.-Петербургское Минералогическое Общество пригласило меня къ участию въ детальномъ, геологическомъ обслѣдованіи Россіи, которое оно рѣшилось начать въ нѣсколькихъ мѣстностяхъ одновременно. Принявъ это лестное для меня предложеніе, я занимался лѣтомъ 1866 года, на предоставленныя Минералогическимъ Обществомъ средства, геологическими наблюденіями въ Казанской и частію Вятской губерніяхъ, обращая преимущественное вниманіе на Пермскую формацию и въ особенности на ту часть ея, которая можетъ быть названа формациею Пермскаго Известняка. Я руководствовался при этомъ тѣмъ, что вышележащіе полосатые мергели, глины и песчаники, причисляемые многими геологами къ Триасу, не обѣщали достаточно положительныхъ результатовъ, по крайней бѣдности въ нихъ органическихъ остатковъ; между тѣмъ первой и настоятельнѣйшей потребностью было обслѣдованіе самыхъ надежныхъ геологическихъ горизонтовъ, которыхъ можно было ожидать только въ формации Известняка. Въ 1866 году я осмотрѣлъ мѣстность между городами — Елабугой на востокѣ, Чистополемъ на югѣ, Тетюшами на юго-западѣ, Свіяжскомъ на сѣверо-западѣ и на сѣверѣ.

Такъ какъ однолѣтнія наблюденія были лишены характера законченной работы, то отчетъ, представленный мною Минералогическому Обществу въ началѣ 1867 года, состоялъ просто изъ описанія самыхъ наблюденій, въ видѣ матеріала для геологіи нашей страны, требующаго дополненій и повѣрки. Кромѣ того, вся палеонтологическая часть, также какъ собственно геологическая, т. е. обсужденіе геологическихъ процессовъ, требовавшія болѣе аккуратной обработки, въ него не вошли и были отложены до другаго времени.

1*

Хотя въ 1867 году Минералогическое Общество должно было отложить дальнѣйшія изслѣдованія Казанской губерніи и сосѣднихъ мѣстностей; но я нашелъ возможность сдѣлать нѣсколько экскурсій съ цѣлью провѣрить и дополнить прошлогоднія наблюденія. Такимъ образомъ, обзоръ Пермской формаціи былъ продолженъ на востокъ до г. Малмыжа. Въ теченіе зимы 1867—68 года я привелъ въ порядокъ большую часть собраннаго мною матеріала по Пермской формаціи и ради нѣкоторыхъ общихъ выводовъ, къ которымъ онъ приводитъ, рѣшаюсь теперь предложить эту работу вниманію публики. Хотя настоящая статья содержитъ все, что нужно для уясненія предположенной въ ней задачи, но, не смотря на то, она такъ тѣсно связана съ «Описаніемъ геологическихъ наблюденій въ Казанской и Вятской губерніяхъ», составляющемъ мой отчетъ Минералогическаго Общества, за 1866 годъ, что я смотрю на послѣдній, какъ на *первую часть* работы и даже можно было бы соединить обѣ части въ одно цѣлое, подъ общимъ названіемъ. Имѣя въ виду это единство статей и пользуясь тѣмъ, что Отчетъ оставался до сихъ поръ ненапечатаннымъ, я выдѣлилъ въ немъ изъ главнаго текста особеннымъ шрифтомъ все то, что не относится прямо къ Пермской формаціи. При этомъ я имѣлъ возможность внести въ описаніе наблюденій поправки и нѣкоторыя дополненія, хотя въ цѣломъ, т. е. въ программѣ и характерѣ, онъ остался въ первоначальномъ видѣ, согласно съ постановленіемъ Минер. Общества, которое еще прежде, чѣмъ я заявилъ намѣреніе написать цѣльную статью, опредѣлило напечатать его въ «Матеріалахъ для Геогнозіи Россіи», въ первой книжкѣ которыхъ онъ и помѣщенъ впереди предлагаемой статьи.

Въ трехъ главахъ, составляющихъ настоящую статью, я послѣдовательно рассмотрю, въ первой — геогностическія и геологическія явленія въ Пермскомъ бассейнѣ, во второй — главнѣйшія органическія остатки формаціи Известняка и въ третьей — распредѣленіе этихъ остатковъ.

Глава I.

Въ «Описаніи геологическихъ наблюдений въ Казанской и Вятской губерніяхъ», я изложилъ всѣ главнѣйшія данныя, которыя позволяютъ судить о составѣ и строеніи Пермской формации въ мѣстности, обслѣдованной мною въ 1866 году. Въ настоящей главѣ я постараюсь представить въ общей связи геогностическія отношенія этого бассейна, основываясь на упомянутомъ «Описаніи» и на тѣхъ дополненіяхъ, которыя я сдѣлалъ лѣтомъ 1867 года. Въ 1866 г. я началъ осмотръ камскаго берега на востокъ съ города Елабуги, какъ самаго восточнаго пункта, при которомъ наблюдался Пермскій Известнякъ. Убѣдившись въ послѣдствіи, что этотъ ярусъ утолщается къ западу довольно медленно и постепенно, а слѣдовательно окончательное выклиниваніе къ востоку должно произойти на значительномъ разстояніи за Елабугой, подозрѣвая, кромѣ того, нѣкоторыя особенности въ хронологическомъ и стратиграфическомъ соотношеніяхъ пермскихъ породъ на востокъ и западѣ, я рѣшился хотя бѣгло осмотрѣть мѣстность между Елабугой и Сарапуломъ. Съ этого послѣдняго пункта могу я начать теперь мой общій стратиграфическій взглядъ.

Наслоеніе по Камѣ. Обрывистыя прибрежныя высоты праваго берега Камы у верхняго конца города имѣютъ непостоянную вышину въ 30 и 50 метровъ надъ уровнемъ рѣки. Въ нижней половинѣ ихъ обнажены темнокрасные песчаники, прослоенные темнокрасною сланцевою глиной. Однообразный цвѣтъ этихъ породъ разнообразятъ только зеленоватыя полосы, окаймляющія или переслаивающія песчаникъ и глины. Надъ темнокраснымъ ярусомъ лежитъ сѣроватожелтый, известковый песчаникъ, раз-

дѣленный узкимъ поясомъ полосатыхъ глинъ на два пласта метровъ на 5 толщиною. Выше снова идутъ красныя и сѣрозеленыя полосы, но болѣе свѣтлыхъ цвѣтовъ, чѣмъ внизу; кромѣ того, этотъ верхній ярусъ содержитъ, по крайней мѣрѣ, въ нижней части, тонкія известняковыя прослойки, часто болѣе, или менѣе мергелистыя. На бичевникѣ, въ обломкахъ сѣроватаго известняка, происходящихъ повидимому изъ слоя надъ желтымъ песчаникомъ, я нашелъ кристаллическое, изъ известковаго шпата состоящее ядро косої раковины, въ которой безъ труда узналъ *Gervillia ceratorphaga*. Какъ ни интересна была эта находка, но я располагалъ слишкомъ ограниченными временами для поисковъ и расколотивъ нѣсколько десятковъ кусковъ, не встрѣтилъ ничего больше, кромѣ неправильныхъ пустотъ и кристаллическихъ конкрецій. Слои падаютъ нѣсколько градусовъ на ССЗ (въ плоскости обнаженія). Въ нѣсколькихъ верстахъ ниже по Камѣ паденіе слоевъ измѣняется въ противоположное (на ЮЮВ) и, въ разстояніи около 20 верстъ отъ Сарапула, желтый песчаникъ скрывается подъ бичевникомъ, а верстахъ въ 40 снова видѣнъ въ нижней части обрывовъ. При устьѣ рѣки Бѣлой этотъ песчаникъ занимаетъ бѣольшую часть вертикальнаго утеса въ правомъ берегу Камы. Поясъ красныхъ породъ, раздѣляющихъ его на два пласта, здѣсь тоньше и мѣстами совершенно выклинивается. Верхняя половина песчаника известковистѣе, конкреціоннѣе и потому крѣпче; нижняя чище и рыхлѣе. Между р. Бѣлой и селомъ Икское устье (неподалеку отъ устья р. Ика) я не видѣлъ удовлетворительныхъ обнаженій пермскихъ породъ. На нѣсколько верстъ въ обѣ стороны отъ села Пьяный Боръ онѣ скрыты за Древней Послѣтретичной террасой, которая тянется почти до рѣки Ижъ. Близъ Иксаго Устья опять показываются въ обрывахъ снизу темнокрасные песчаники, выше — желтый, известковистый, конкреціонный песчаникъ, надъ которымъ лежитъ мощный пластъ бѣлаго известняка. Слои падаютъ внизъ по рѣкѣ, которая течетъ здѣсь на ЮЮЗ и верстъ черезъ пять, въ лѣвомъ берегу Камы, известнякъ видѣнъ близъ уровня бичевника. Отсюда рѣка направляется на З и геологическіе горизонты опять поднимаются вверхъ. Близъ Тихихъ Горъ горизонтъ известняка достигаетъ болѣе 30

метровъ надъ ур. Камы. Надъ известнякомъ прямо слѣдуютъ темнокрасные песчаники, а надъ нимъ сѣроватожелтый, известковистый песчаникъ, иногда съ крупно-конкреціоннымъ строеніемъ. Еще выше — опять красные, полосатые песчаники и глины. Новый поворотъ Камы на Ю снова влечетъ за собой паденіе слоевъ, такъ что известнякъ доходитъ до уровня рѣки. Въ такомъ положеніи находимъ мы его при пароходной станціи Бережные Челны, на лѣвомъ берегу рѣки. Лежащій выше желтый песчаникъ, который при Тихихъ Горахъ обнаруживаетъ только известковистый составъ и конкреціонное сложеніе, здѣсь ужъ содержитъ прослойки известняка. Наконецъ за Елабугой, верстахъ въ 20 къ З отъ Челновъ, есть прекрасное обнаженіе, описаніемъ котораго я началъ первую часть статьи. Здѣсь известнякъ лежитъ въ 60 метрахъ надъ Камой; подъ нимъ зеленоватожелтый, известковистый, тонкій песчаникъ (песчаный мергель), переслаивающійся съ известнякомъ, а еще ниже красные песчаники и сланцеватыя глины.

Такимъ образомъ тѣсная связь Известняка съ желтымъ, болѣе или менѣе известковистымъ, песчаникомъ, за которымъ мы слѣдимъ по Камѣ отъ Сарапула, мнѣ кажется достаточно ясною. Въ Челнахъ и къ Ю отъ Тихихъ Горъ мы видимъ его *надъ* Известнякомъ, подобно тому, какъ это наблюдается во многихъ западныхъ камскихъ обнаженіяхъ, при Котловкѣ (обн. II), близъ Грахани (обн. IV) и проч. Въ Елабугѣ, гдѣ этотъ стратиграфическій горизонтъ лежитъ выше вершины обнаженія, мы находимъ желтоватый песчаникъ въ значительномъ развитіи *подъ* Известнякомъ. Этотъ подстилающій песчаникъ наблюдается восточнѣе при Икскомъ Устьѣ и даже за устьемъ р. Бѣлой, такъ какъ верхняя часть этого пласта здѣсь известковистѣе и конкреціоннѣе, потому наводитъ на мысль считать именно ее представителемъ Известняка. Впрочемъ, говоря вообще, мы видимъ здѣсь постепенное выклиниваніе послѣдней породы и соприкосновеніе выше и ниже ея лежавшихъ слоевъ; граница ихъ, хотя я не могу указать ее съ совершенной точностью, есть *стратиграфическій горизонтъ* развитаго на западѣ Известняка. Для избѣжанія недоразумѣній я хотѣлъ бы обратить вниманіе читателя на употребленный выше

эпитетъ «стратиграфическій», потому что подъ выраженіемъ «стратиграфическій горизонтъ» я понимаю нѣчто совсѣмъ не одинаковое съ хронологическимъ, палеонтологическимъ и другими горизонтами. На слѣдующихъ страницахъ я не разъ возвращусь къ этому предмету, а въ концѣ статьи окончательно разъясню его.

Смотря на карту (табл. VIII) и соображая различныя направиленія, въ которыхъ наблюдается описанное паденіе слоевъ, наглядно изображенное въ проэкціяхъ табл. VII, читатель придетъ, я думаю, къ тому же заключенію, къ которому пришелъ я: антиклинальная складка, пробѣгающая съ СВ на ЮЗ, пересѣкающая Каму при Сарапулѣ и проходящая неподалеку отъ Тихихъ Горъ и Елабуги, всего лучше удовлетворяетъ наблюденіямъ.

Тотъ же желтоватый песчаникъ наблюдалъ я сѣвернѣе, въ разстояніи до 100 верстъ отъ Камы, по почтовой дорогѣ изъ Сарапула въ Елабугу. Хотя онъ здѣсь залегаетъ подъ значительной толщей полосатыхъ мергелей, глинъ и песчаниковъ, составляющихъ верхнюю часть Сарапулскаго обнаженія, но глубокія долины рѣчекъ, сбѣгающихъ съ этой холмистой страны въ Каму, хорошо обнаруживаютъ его въ нѣсколькихъ мѣстахъ: между станціями Юринской и Апабѣевской, при деревнѣ Ромашкиной и близъ станціи Сукманской. Въ послѣднемъ мѣстѣ, пластъ этого песчаника, болѣе 10 метровъ толщиною, довольно рыхлый, но содержащій твердыя известковистыя прослойки, падаетъ не менѣе 20° на СЗ (въ плоск. обн.). На первый взглядъ это вполне согласно съ упомянутой выше антиклинальной складкой, такъ какъ Сукманская станція лежитъ къ сѣверо-западу отъ ея оси, но обдумывая дѣло строже, приходишь къ мысли, что положеніе сукманскаго песчаника указываетъ на другую складку. Хотя для Вятской губерніи нѣтъ не только топографическихъ, но и вообще удовлетворительныхъ картъ, также какъ не сдѣлано, или по крайней мѣрѣ не опубликовано, достаточно подробной нивелировки, то въ большей части моихъ сухопутныхъ экскурсій я постоянно дѣлалъ барометрическія наблюденія anerондомъ (Spencer and Browning). Понятно, что показанія этого инструмента относительно измѣненій уровня страны, взятыя чрезъ различные промежутки времени, не могутъ считаться надежными. Мнѣ не разъ случа-

лось убѣдиться, что иногда, даже при быстромъ восхожденіи на крутую гору, они бываютъ слишкомъ невѣрны. Тѣмъ не меньше, если наблюдатель внимательно слѣдитъ за характеромъ рельефа поверхности, за быстротой и направленіемъ мѣстныхъ, текущихъ водъ, беретъ въ расчетъ состояніе погоды, постоянство вѣтра, если притомъ совершенный имъ путь есть замкнутая, кривая линія, т. е. онъ возвращается съ экскурсіи на прежнее мѣсто, то, мнѣ кажется, есть основаніе полагаться на такую нивелировку, по крайней мѣрѣ, до тѣхъ поръ, пока какія нибудь серьезныя данныя этому не противорѣчатъ. По anerоиду сукманскій песчаникъ лежитъ около 50 метровъ надъ уровнемъ Камы въ Елабугѣ, а при послѣднемъ городѣ онъ приходится въ 60 метрахъ *); такъ какъ разстояніе между этими пунктами около 70 верстъ, то даже весьма слабого паденія къ СЗ, еслибъ оно продолжалось на всемъ промежуточномъ пространствѣ, было-бъ достаточно для бѣльшаго измѣненія уровня песчаника, между тѣмъ паденіе здѣсь вовсе не слабо. Верстахъ въ 10 къ СЗ отъ Елабуги, при деревнѣ Коло-совкѣ, Известнякъ обнаженъ метрахъ въ 30 или 35 надъ уровн. Камы, въ 19 верстахъ къ СВ отъ города, при станціи Мунай-кинской только въ 20 метрахъ надъ тѣмъ же уровнемъ. Это послѣднее наблюденіе дѣлаетъ весьма вѣроятнымъ, что сукманское обнаженіе принадлежитъ къ другой антиклинальной складкѣ, а раздѣляющая ихъ синклинальная ось проходитъ гдѣ либо близъ Мунайкинской станціи **).

Прежде чѣмъ я перейду къ наслоенію Пермской формациі на западъ отъ Елабуги, необходимо сказать нѣсколько больше объ обнаженіи близъ этого города, въ такъ называемой Красной Горкѣ, на правомъ берегу. Въ «Описаніи наблюденій», которое начинается именно съ этого пункта, я указалъ и старался по возмо-

*) Какъ сказано, песчаникъ этотъ здѣсь собственно отсутствуетъ, и непосредственно подлежащій ему Известнякъ завершаетъ береговья высоты.

**) Изложенныя на предыдущихъ страницахъ наблюденія, между Елабугою и Сарапуломъ, сдѣланы болѣе быстро и не такъ тщательно, какъ ниже по Камѣ, на Волгѣ и въ другихъ мѣстахъ, такъ какъ на дополнительныхъ экскурсіяхъ 1867 года, я имѣлъ въ виду только разъясненіе общихъ отношеній Пермской формациі.

сти разобрать разногласіе моихъ наблюденій съ наблюденіями Р. Людвига (Geinitz, Dyas, Heft II, s. 294), сдѣланными вѣроятно, въ какомъ нибудь другомъ мѣстѣ, хотя я недоумѣваю, въ какомъ именно. Вполнѣ ясный, общій характеръ наслоенія здѣсь таковъ:

Сверху:

- | | |
|--|------------|
| 3) Свѣтлосѣрый, пористый известнякъ, весь состоящій изъ тонкостѣнныхъ, кругловатыхъ пузырьковъ, сообщающихъ ему нѣкоторое сходство съ пемзой, и содержащій темносѣрыя, мелко оолитовыя конкреціи. Въ немъ виды <i>Schizodus</i> , <i>Clidophorus</i> и другія неясныя <i>Conchifera</i> . Толщина слоя | 2,5 |
| 2) Перемѣжающіеся слои зеленоватожелтаго, а ниже сѣраго, песчанаго мергеля съ многочисленными <i>Lingula</i> и плотнаго, сѣроватаго известняка съ обломками раковинъ <i>Productus</i> , <i>Spirifer</i> , <i>Terebratula</i> и <i>Stenopora</i> . Книзу прослойки известняка тоньше | Около 15,0 |
| 1) Темнокрасные песчаники, переслаивающіеся съ темнокрасными и сѣрозелеными сланцевыми глинами . . | около 36,0 |
| Бичевникъ | 6,0 |
| | <hr/> 59,5 |

Верхній слой есть клидофоровый известнякъ, какъ называетъ его Людвигъ, или верхній ярусъ Пермскаго Известняка, какъ мы будемъ называть его. Хотя палеонтологическій признакъ, т. е. присутствіе *Clidophorus Pallasii* исключительно здѣсь, побудившій Людвига отдѣлить этотъ ярусъ и дать ему такое названіе, будетъ разсмотрѣнъ въ послѣдней главѣ, но во всякомъ случаѣ эта часть формациі Пермскаго Известняка представляетъ очень отчетливый, легко распознаваемый, геологическій горизонтъ и удобно отдѣляется отъ нижележащаго известняка, какъ палеонтологически, такъ даже петрографически.

Второй слой есть начало и эквивалентъ развитаго западнѣе, известняковаго яруса, характеризующагося присутствіемъ *Productus Cancrini*, *Spirifer rugulatus*, *Terebratula elongata* и дру-

гихъ раковинъ, преимущественно Brachiopoda. Это продуктовый, или нижній известнякъ, какъ называется его Людвигъ и другіе авторы; я же буду называть его среднимъ ярусомъ формаціи Известняка, такъ какъ на Волгѣ подъ нимъ лежитъ еще одинъ ярусъ известняка съ особенною фауной и названіе «нижній» естественно должно быть перенесено на него.

Третій слой есть такъ называемая нижняя Пермская формація, лежащая подъ формаціею Известняка; сохраняя пока это названіе, я однако оставляю за собой право высказаться о хронологическихъ отношеніяхъ этихъ песчаниковъ къ формаціи Известняка вполслѣдствіи

Къ сѣверу отъ береговыхъ высотъ при Елабугѣ, слѣдуютъ надъ формаціею Известняка полосатые мергели и песчаники, но образуя здѣсь только отлогіе изволки, прикрытые новѣйшей поверхностной глиной, они не имѣютъ значительной мощности. Наблюдатель, интересующійся этой верхней формаціею, долженъ спуститься по Камѣ дальше на западъ, гдѣ она открыта въ высокихъ прибрежныхъ обрывахъ, имѣющихъ не меньше 80 метровъ въ вышину, какъ напр. верстахъ въ 5 выше деревни Котловки. Изъ этой высоты $\frac{2}{3}$ приходится на Верхніе Полосатые Мергели, такъ какъ верхняя граница Пермскаго Известняка лежитъ здѣсь только въ 27 метрахъ надъ ур. Камы. Такое различіе въ уровнѣ Известняка, сравнительно съ елабужскимъ обнаженіемъ, отстоящимъ верстъ на 15 къ востоку, вполнѣ объясняется тѣмъ, что Сарапуло-елабужская или, короче, Елабужская антиклинальная ось, о которой была рѣчь выше, вступаетъ при елабужскомъ обнаженіи въ долину Камы, тогда какъ самая рѣка направляется на западъ и постепенно удаляется отъ этой оси. Но формація Полосатыхъ Мергелей мало вознаграждаетъ геолога за трудъ и время, потраченные имъ на осмотръ ея многочисленныхъ красныхъ, бурыхъ, сѣрыхъ, зеленыхъ и бѣлыхъ слоевъ, почти не содержащихъ явственныхъ органическихъ остатковъ. Даже въ петрографическомъ отношеніи, единственная общая черта, достойная вниманія, состоитъ въ томъ, что преобладающіе внизу слои песчаника кверху отступаютъ, а прослойки глинистаго мергеля и известняка становятся многочисленнѣе. Часто встрѣчающіеся здѣсь на гра-

ницахъ слоевъ слѣды струй и попадающіяся въ нижней части формации, мелкія, превратившіяся въ рыхлый уголь части растений свидѣтельствуютъ объ осажденіи этихъ породъ въ мелководѣ.

Что касается до нижележащихъ слоевъ, то подъ Верхнимъ ярусомъ Известняка, который тутъ только тѣмъ отличается отъ елабужскаго, что имѣетъ не $2\frac{1}{2}$, а 3 метра въ толщину, лежитъ Средній, или продуктовый ярусъ, представляющій уже болѣе сплошную массу известняка (слои по нѣскольку метровъ) съ безчисленными *Productus Cancrini*, *Spirifer rugulatus*, *Terebratula elongata*, *Stenopora columnaris* и проч. Зеленоватый песчаный мергель съ *Lingula*, переслаивающій въ Елабугѣ этотъ известнякъ до-верху, здѣсь является болѣе книзу и содержитъ въ небольшомъ числѣ *Clidophorus Pallasii*. Впрочемъ большая часть этого слоя и всѣ нижніе пермскіе песчаники (слой 1-й въ Елабугѣ) скрыты за бичевникомъ и подъ ур. Камы.

При устьѣ рѣки Вятки, близъ селенія Грахань, мы находимъ Верхній ярусъ Известняка на высотѣ около 45 метровъ выше ур. Камы. Непосредственно надъ нимъ здѣсь есть новый слой, около 1-го метра толщиной — листоватаго сложенія известнякъ съ отпечатками растений, съ *Aucella Hausmanni* и неясными *Conchifera*; сколько мнѣ извѣстно, слой этотъ не существуетъ восточнѣе. Средній ярусъ Известняка, достигающій здѣсь до 25 метровъ въ толщину представляетъ, вопреки общему характеру петрографическаго измѣненія формации отъ востока къ западу, значительно песчанистый составъ, чего нѣтъ ни близъ Котловки, ни при Елабугѣ. Песокъ, который входитъ въ составъ его, не должно смѣшивать съ тѣмъ, который принадлежитъ зеленоватому, песчаному мергелю, переслаивающему известнякъ въ предъидущихъ обнаженіяхъ: послѣдній тоньше зерномъ даже въ обнаженіяхъ, лежащихъ восточнѣе, т. е. въ направленіи, въ которомъ мощность и крупнозернистость Пермскихъ песчаниковъ обыкновенно увеличивается; а при Грахани этотъ песчаный мергель, подстилающій средній ярусъ известняка и принимающій здѣсь въ общемъ сѣрый цвѣтъ обнаруживаетъ даже значительно глинистый составъ, но содержитъ и здѣсь, какъ въ Елабугѣ, мириады маленькой *Lingula*. Его сплошная толща т. е. не содержащая известковыхъ прослоекъ, какъ въ Елабугѣ)

имѣетъ до $7\frac{1}{2}$ метровъ и занимаетъ нижнюю часть обнаженія, подъ которымъ уже слѣдуетъ бичевникъ. Но по другую сторону устья рѣки Вятки, близъ с. Свиногорья, подъ сѣрымъ мергелемъ съ *Lingula*, обнаженъ метровъ на 6 красный песчаникъ (ниже-пермскій).

Не трудно убѣдиться, что ось антиклинальной складки проходитъ именно чрезъ эти обнаженія. Во-первыхъ, внизъ по Камѣ, направляющейся отъ Грахани на ЮЮВ, слои падаютъ и при Сокольихъ Горахъ Верхній Известнякъ обнаженъ низко надъ бичевникомъ; во-вторыхъ, вверхъ по Вяткѣ, т. е. на ССЗ, ясно наблюдается тоже самое стратиграфическое явленіе. Паденіе такъ значительно, что верстахъ въ 10 или 12-ти, между деревней Атаркой и городомъ Мамадышами верхняя граница формации Известняка скрывается подъ уровнемъ Вятки. Такое строго опредѣленное прохожденіе антиклинальной оси чрезъ Грахань, гдѣ Верхній Известнякъ лежитъ однако, относительно ур. Камы, метровъ на 15 ниже, чѣмъ въ Елабугѣ, даетъ право сдѣлать не лишнее интереса заключеніе, что кромѣ боковаго паденія слоевъ отъ антиклинальной оси, здѣсь есть еще паденіе продольное, иначе говоря, хребетъ складки медленно понижается къ ЮЗ. Мы находимъ подтвержденіе этого въ ея дальнѣйшемъ ходѣ.

Между селомъ Омарой и деревней Вандовкой, верстъ на 25 къ ЗЮЗ отъ устья Вятки, песчанистость Средняго яруса Известняка значительно увеличивается; порода скорѣе должна быть названа известковистымъ песчаникомъ, чѣмъ песчанымъ известнякомъ, и то благодаря тому, что известковый цементъ обильно доставляютъ снѣжнобѣлыя раковины *Productus Cancri*, часто хорошо сохранившія и въ безчисленномъ множествѣ наполняющія многія прослойки. Даже Верхній (клидофоровый) Известнякъ, находящійся здѣсь въ 25 метрахъ надъ ур. Камы, содержитъ сверху и внизу прослойки сѣроватожелтаго песчаника, однако сохраняетъ свои характерныя черты—пористость, конкреціонность и многочисленныхъ *Clidophorus* и *Schizodus*; верстахъ въ 12 дальше, близъ деревни Кутькиной, онъ становится почти не распознаваемъ, потому что вмѣсто его мы находимъ сѣрый и бурый мергель съ прослойками плотнаго, темносѣраго известняка, не со-

держашаго окаменѣлостей; только вышележащій, неправильно-листоватый известнякъ съ отпечатками *Calamites*, *Ullmannia Bronni*, неясныхъ *Conchifera* и остатками ящеровъ немедленно убѣждаетъ, что упомянутый мергель есть стратиграфическій эквивалентъ Верхняго Известняка. Ниже — $7\frac{1}{2}$ метровъ крѣпкихъ, краснобурыхъ песчаниковъ, переслаивающихся съ полосатыми, мергелистыми глинами, въ которыхъ геологъ, въ первый разъ посѣщающій мѣстность и не слѣдившій шагъ за шагомъ за измѣненіемъ породъ, никакъ не признаетъ Средній ярусъ Известняка; однако подъ этой толщей есть известняковый слой съ неясными отпечатками *Spirifer rugulatus*, лежащій опять на мергелѣ и буромъ песчаникѣ. Хотя этотъ слой только $\frac{1}{2}$ метра въ толщину, но верстъ на 5 западнѣе, при устьѣ рѣки Берсута, онъ достигаетъ почти до 5 метровъ, имѣетъ желтый цвѣтъ и содержитъ безчисленное множество темносѣрыхъ, нерѣдко фіолетовыхъ раковинъ *Productus hemishpaerium*, *Productus Cancrini*, *Spirigera concentrica*, *Terebratula elongata*, *Spirifer rugulatus*, членики морскихъ лилій и проч., большею частію прекрасно сохранившіяся. Въ «Описаніи наблюденій» я говорилъ о странныхъ изломахъ этого пласта, расколотаго на большія отдѣльныя глыбы, изъ ко-

Фиг. 1.



Изломы известняка при устьѣ Берсута, на Камѣ.

торыхъ каждая на восточной сторонѣ приподнята такъ, что верхняя и нижняя поверхности образуютъ съ горизонтомъ уголъ градусовъ въ 20 или 25. Глыбы наклонены въ сторону общаго паденія слоевъ, такъ какъ при Берсутѣ Верхній Известнякъ лежитъ если не ниже, то ужъ никакъ не выше, чѣмъ при Кутькиной — 16 метровъ, — тогда какъ при Омарѣ 25 метровъ. Это заставляетъ предположить, что антиклинальная ось здѣсь снова вошла въ долину Камы, косвенно направляясь къ ея лѣвому берегу. Подтвержденіе этого мы находимъ въ наслоеніи лѣваго берега. Такъ, при Старошешминскѣ, который лежитъ почти противъ Омары, надъ талюсомъ (уровень камскаго бичевника), видны только Верхніе Полосатые Мергели, а западнѣе, при Зміевѣ, открытъ Верхній ярусъ Известняка и часть подстилающей его группы мергеля и песчаника, соотвѣтствующей мергелю и песчанику въ Кутькиной. Въ Крутой Горѣ, находящейся версты на 3 ниже Чистополя, слои лежатъ ниже, чѣмъ въ Зміевѣ, такъ что, не смотря на менѣе высокій талюсъ, вся группа песчаника и мергеля, а можетъ быть, и часть Верхняго Известняка здѣсь скрыты. Слои падаютъ градусовъ 10 на СЗ. Слѣдовательно, мы прошли нѣкоторую антиклинальную волну. Въ самомъ дѣлѣ, продолженіе елабужской оси приходится по картѣ на деревню Бутыри и очень близко къ Зміеву *). За Крутой Горой слои опять поднимаются и близъ села Кубаса обнажена надъ уровнемъ Камы значительная часть Средняго яруса, который здѣсь уже не представляетъ того песчаного состава, который мы видимъ восточнѣе. Верхній ярусъ Известняка долженъ лежать здѣсь около 25 метровъ надъ ур. рѣки. Такимъ образомъ здѣсь мы встрѣчаемъ вторую антиклинальную складку, по всей вѣроятности параллельную первой, потому что въ оврагахъ, открывающихся въ Каму съ юга, видно крутое паденіе слоевъ на Ю, что даетъ, вмѣстѣ съ медленнымъ

*) Этого нельзя понимать строго, такъ какъ точное положеніе прямой линіи, проходящей чрезъ Елабугу и Грахань, зависитъ отъ вѣрности картъ, а надѣяться на послѣднія довольно рискованно. Неизданная карта мѣстнаго Окружнаго Штаба, который я главнымъ образомъ руководствуюсь для Казанской губерніи, заслуживаетъ больше довѣрія, чѣмъ всѣ другія, мнѣ извѣстныя.

восхожденіемъ ихъ въ камскомъ берегу на З, истинное паденіе на ЮЮВ. За Кубасомъ тянется песчаная, послѣтретичная формація и пермскія породы не проявляются, по лѣвому берегу Камы — до самаго устья, по правому — до окрестности Рыбной Слободы, гдѣ мы встрѣчаемъ Верхній Известнякъ въ 12 метрахъ надъ ур. рѣки. Верстахъ въ 15 ниже, въ Сорочьихъ Горахъ, тотъ же ярусъ Известняка лежитъ на 5 метровъ выше; и слои продолжаютъ восходить дальше, по направленію къ деревнѣ Сорочье. Какъ выше, такъ и ниже его, вмѣсто песчаниковъ, которые наблюдаются на востокѣ, находится сѣрый и бурый мергель, содержащій только незначительныя песчанья прослойки. Въ верхней части Средняго Известняка, мало выставляющагося надъ бичевникомъ и несодержащаго окаменѣлостей, залегаетъ слой бѣлаго гипса въ 3 метра толщиною; тотъ же минералъ, въ видѣ безчисленныхъ кругловатыхъ конкрецій присутствуетъ въ нѣкоторыхъ вышележащихъ породахъ. Восхожденіе слоевъ здѣсь непродолжительно, и быть можетъ, уже подъ самой деревней Сорочье прекращается, хотя масса наносовъ и поверхностной глины совершенно скрываетъ наслоеніе до села Шурана, подъ которымъ Верхній ярусъ Известняка, большею частію вывѣтрившійся въ рыхлую, почти разсыпчатую массу, находится метрахъ въ 9 надъ Камой, т. е. сейчасъ выше бичевника.

Послѣднее изъ пермскихъ обнаженій на Камѣ, при Лаишевѣ, сходно съ шуранскимъ, но еще бѣднѣе и ограниченнѣе. Попадающіеся въ мягкомъ, марающемъ известнякѣ ядра *Schizodus* заставляютъ думать, что слои лежатъ здѣсь не выше, чѣмъ въ Шуранѣ.

Наслоеніе по Волгѣ. Переходя теперь къ Волгѣ, мы нисколько не уклоняемся отъ общаго направленія съ СВ на ЮЗ, по которому до сихъ поръ слѣдили за разрѣзомъ Пермской формаціи: отъ устья Камы до села Сюкѣева Волга течетъ совершенно въ направленіи своего огромнаго восточнаго притока и путникъ не въ силахъ вполнѣ избавиться отъ сомнѣній въ непоколебимости правъ Волги на первенство. Линія обрывовъ, которая тянется верстъ на 15 отъ села Кирѣльскаго по направленію къ городу Тетюшамъ обнажаетъ подъ лѣсистыми склонами, спускающимися съ вер-

шины высотъ, вверху — красныя и сѣрыя полосы мергеля, внизу — метровъ 10 сѣроватаго известняка, возвышающагося прямо надъ бичевникомъ, который занимаетъ около 9 метровъ надъ ур. Волги. Какъ известнякъ, такъ и вышележащій мергель содержатъ множество конкрецій и прослоекъ бѣлаго гипса; въ известнякѣ находятся, кромѣ того, кремнь, нефть и кристаллическая сѣра. Несмотря на совершенное отсутствіе окаменѣлостей, наблюдатель, знакомый съ Пермской формаціей выше по Волгѣ, не колеблясь, относитъ обнаженный здѣсь известнякъ къ Верхнему ярусу. Отъ Кирѣльскаго до Сюкѣева слои замѣчательно прямолинейны и если понижаются, то весьма мало; но верстахъ въ 5 ниже Сюкѣева, при постепенномъ заворотѣ Волги къ Ю. паденіе ихъ усиливается: вскорѣ сѣрый мергель, накрывающій известнякъ, опускается до бичевника, не на-долго опять поднимается вверхъ и ближе къ Тетюшамъ окончательно скрывается подъ ур. рѣки. При Тетюшахъ на Верхніе Полосатые Мергели начинаетъ налегать Юрская формація, подъ которую они уходятъ, въ направленіи на Ю, все глубже и глубже.

Правый берегъ Волги внизъ отъ села Кирѣльскаго врѣзанъ въ сѣверный склонъ синклинальной складки; пограничная съ ней антиклинальная откроется передъ нами сейчасъ же, какъ только мы, направляясь отъ Камскаго устья вверхъ по Волгѣ, обогнемъ гору, скрывающую село Богородское. Уже въ этой горѣ слои быстро поднимаются на значительную высоту, но къ селу падаютъ снова и только версты на 4 дальше по берегу достигаютъ максимумъ высоты, за которымъ слѣдуетъ очень медленное пониженіе. Верхній ярусъ известняка лежитъ около 60 метровъ надъ ур. Камы *) и хотя онъ здѣсь также палеонтологически безмолвенъ, и содержитъ множество гипсовыхъ конкрецій, какъ въ Сюкѣевѣ, но тутъ мы еще меньше можемъ сомнѣваться въ стратиграфическомъ значеніи этой толщи: сѣроватожелтый песчаный мер-

*) Подъ высотой Верхняго Известняка я вездѣ разумѣю высоту его нижней границы. Приведенное здѣсь число 60 выводится изъ обнаженій XXX и XXXI-го (Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ. стр. 46 и 47; смотри также текстъ на стр. 48).

гель, почти всюду отдѣляющій этотъ ярусъ отъ Средняго, вполне ясенъ и содержитъ въ мергелистыхъ прослойкахъ *Clidophorus Pallasi*, *Avicula speluncaria*, *Arca Kingiana* и многочисленные отпечатки *Calamites*. Слѣдующій ниже, Средній ярусъ, состоитъ изъ массивной толщи известняка съ гипсомъ и кремнемъ и гипсовыхъ слоевъ, достигающихъ до 4-хъ метровъ, въ толщину. Тамъ, гдѣ гипсовые конкреціи не задавили всѣ другія формы и очертанія, въ породѣ встрѣчаются ядра раковинъ, преимущественно *Productus Cancrini*, нѣкоторыхъ *gasteropoda* и мелкіе экземпляры *conchifera*; весь ярусъ около 40 метровъ. Подъ нимъ выдается изъ скалы широкимъ уступомъ и часто, прерывая бичевникъ, спускается прямо въ рѣку сѣрый утесъ *Нижняго яруса Известняка*, содержащій множество *Clidophorus Pallasi*, *Osteodesma Kutorgana*, *Solemya biarnica*, *Schizodus obscurus*, *Strophalosia horrescens* и проч. Maximum его высоты надъ рѣкою 15 метровъ. Сходство фауны Нижняго яруса съ фауной Верхняго и отличие обѣихъ отъ промежуточнаго Средняго — представляетъ интереснѣйшее явленіе въ нашей формаци. Мы рассмотримъ его въ третьей главѣ.

Антиклинальная ось лежитъ близъ деревни Русское Тенишево (кажется нѣсколько южнѣе), но такъ какъ вся эта линія прибрежныхъ скалистыхъ высотъ несетъ названіе Антоновскихъ горъ, по имени слѣдующаго селенія, лежащаго дальше на сѣверъ, то я прилагаю къ мѣстной стратиграфической складкѣ названіе Антоновской. Вверхъ по рѣкѣ слои медленно падаютъ; Нижній ярусъ Известняка скоро скрывается подъ ур. Волги и мы уже нигдѣ больше его не встрѣчаемъ: правый берегъ Волги между Русскимъ Тенишевымъ и Богородскимъ есть единственное мѣсто, гдѣ онъ доступенъ наблюденію. Сѣвернѣе Антоновки Верхній Известнякъ постепенно освобождается отъ гипса и содержитъ знакомыя формы: *Clidophorus Pallasi*, *Schizodus obscurus*, *Schizodus planus*, *Arca Kingiana*, *Nautilus cornutus* и проч. Передъ селомъ Красновидовымъ скрывается въ бичевникѣ Средній ярусъ, за Буртасами Верхній и въ береговыхъ обрывахъ сверху до низу пестрѣютъ красныя, сѣрыя и бѣлыя полосы Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей. Въ многочисленныхъ прослойкахъ глинъ, мергеля, известняка

и иногда гипса, мы не находимъ здѣсь песчаниковъ, такъ обыкновенныхъ на востокѣ. Только въ самыхъ верхнихъ частяхъ формаци, отсутствующихъ при Волгѣ, я наблюдалъ верстахъ въ 4-хъ западнѣе значительный пластъ этой породы *). За синклинальной осью, пересекающей Волгу близъ деревни Лобышки, восхождение слоевъ совершается тихо, нѣсколькими отлогими волнами, которыя не совсѣмъ ясны; такъ въ Ключищахъ, а можетъ быть и въ Ташовкѣ, открывается надъ бичевникомъ часть Средняго яруса, тогда какъ между этими пунктами (въ Матюшинѣ) и сѣвернѣе ихъ (въ нижнемъ Услонѣ) Верхній Известнякъ не поднимается надъ основаніемъ обрывовъ. Только въ Верхнемъ Услонѣ, или, точнѣе говоря, въ сосѣдней деревнѣ Печищахъ геологическіе горизонты снова лежатъ значительно выше надъ ур. Волги: нижняя граница Верхняго яруса около 19 метровъ надъ этимъ уровнемъ. Подлежащую группу слоевъ, отдѣляющую этотъ ярусъ, въ которомъ находятся *Productus Cancrini*, *Strophalosia horrescens*, *Spirigera concentrica*, *Avicula speluncaria*, отъ Средняго, составляетъ здѣсь не песчаный мергель, какъ всюду южнѣе и восточнѣе, а глинисто-известковый, оканчивающійся внизу тонкою, но рѣзко замѣтною прослойкой грязно-бурой глины. Здѣсь мы снова пересекаемъ одну изъ главныхъ антиклинальных осей, при чемъ направление Волги круто измѣняется изъ восточнаго въ южное. Продолжая осмотръ наслоенія вверхъ по теченію, мы видимъ, что за Печищами Верхній ярусъ опускается до 12 метровъ надъ ур. рѣки, при Морквашахъ поднимается приблизительно до той же высоты, какъ въ Печищахъ, затѣмъ снова опускается и послѣ значительнаго перерыва въ обнаженіяхъ, который обуславливается долиной рѣки Свіяги, является вѣроятно близъ уровня

*) Въ «Описаніи Геологическихъ наблюдений въ Каз. и Вят. губ.», обнаженіе XXV, приведенъ подробный перечень слоевъ Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей въ Пановой Горѣ, близъ Буртасы, приблизительно до 45 метровъ н. ур. Волги. Въ 1867 году, осматривая окрестные овраги, я съ такою же подробностью прослѣдилъ наслоеніе еще на нѣсколько десятковъ метровъ, но считаю излишнимъ приводить дополнительное описаніе, такъ какъ, за исключеніемъ вышеупомянутаго песчаника, находящагося не менѣе, какъ на высотѣ 100 метровъ выше уровня Волги, это все тѣже разноцвѣтные мергели, глины и щебеневидные известняки.

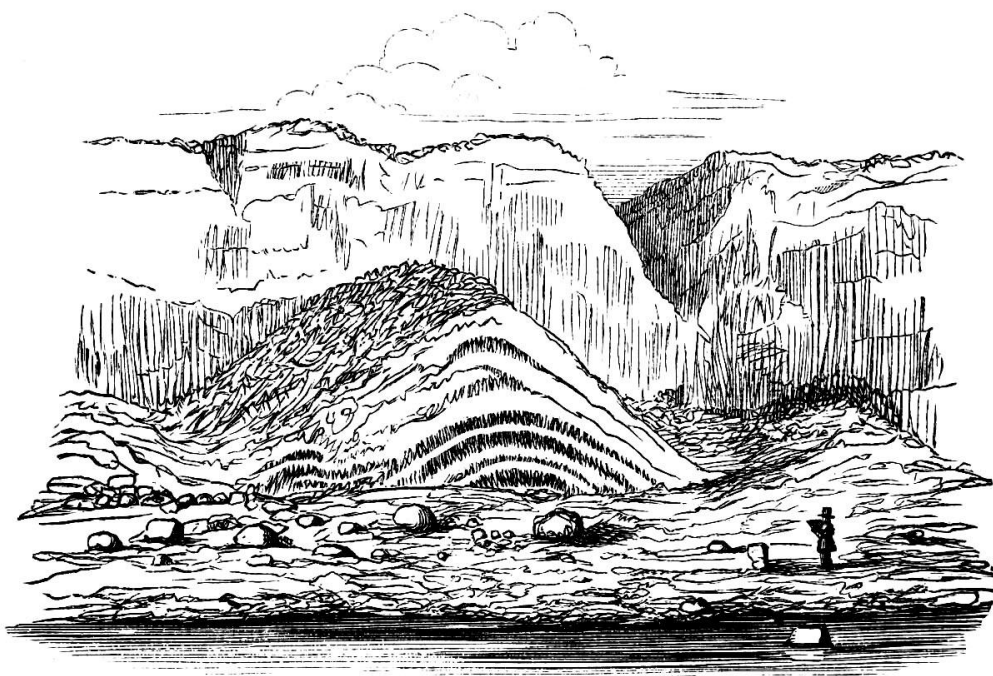
Волги, подъ селеніемъ Вязовое *). Я говорю *вѣроятно*, потому что надъ бичевникомъ не видно его нижнюю границу и я опредѣляю ее только по приблизительному расчету средней толщины этого яруса въ ближайшихъ пунктахъ (Моркваши, Печищи). Дальнѣйшее паденіе слоевъ вверхъ по рѣкѣ совершается также волнообразно, какъ совершалось до сихъ поръ: при деревнѣ Собакиной весь Известнякъ скрывается въ бичевникѣ, а верстахъ въ 12 отъ Вязоваго, близъ селенія Бѣловольскъ, надъ бичевникомъ снова видна верхняя часть Верхняго яруса. Здѣсь привлекаютъ вниманіе наблюдателя два обстоятельства. Первое состоитъ въ томъ, что непосредственно надъ пористымъ известнякомъ съ *Clidophorus Pallasii*, *Schizodus* sp., *Avicula speluncaria*, *Murchisonia subangulata*, *Productus Cancrini*, лежатъ красныя и сѣрыя мергельныя полосы; слѣдовательно вся толща бѣлаго мергеля (какъ называетъ эту породу Мюрчисонъ), переслаивающаяся съ сѣрымъ, которая всюду ниже по Волгѣ имѣетъ отъ 5 до 10 метровъ въ толщину, здѣсь или отсутствуетъ, или замѣняется другою. Но химическій анализъ этой породы, изъ того же геологическаго горизонта въ Буртасахъ, показываетъ, что это не мергель, а доломитовый известнякъ (см. ниже), который принялъ рыхлую, почти разсыпчатую консистенцію вслѣдствіе размыванія прежде существовавшаго въ немъ гипса. Сѣрый известнякъ въ Вязовомъ есть тотъ же самый слой, но тутъ онъ еще содержитъ явственныя гипсовыя конкреціи, тогда какъ при Бѣловольскѣ, онъ повидимому никогда не заключалъ замѣтнаго количества гипса. Второе обстоятельство, останавливающее вниманіе представляетъ слой сѣраго, довольно глинистаго мергеля отъ 1^м5 до 2^м0 толщиною, вставляющійся въ массу Верхняго Известняка, и именно въ такіе горизонты, которые юговосточнѣе нигдѣ не содержатъ ни

*) Странно, что возвышающіяся здѣсь надъ бичевникомъ, хорошо видныя съ рѣки, высокія, сѣрыя скалы известняка, изобилующаго кремнемъ и пустотами, которыя произошли чрезъ раствореніе гипсовыхъ конкрецій, оставались незамѣченными. Мюрчисонъ говоритъ и поясняетъ чертежемъ, что Пермскій Известнякъ, постепенно падающій отъ Услона къ Западу, наблюдается только до Свіяжска; дальше же онъ будто бы скрытъ подъ ур. рѣки, надъ которымъ выставляются только полосатые мергели (Geol. of Russia, I, 162).

глинистыхъ, ни песчаныхъ породъ. Это наводитъ на мысль, что слѣдуя вверхъ по Волгѣ, мы держимся направленія, въ которомъ петрографическая *facies* мѣняется и можно ожидать, что еще дальше на западъ Известнякъ совершенно выклинивается. Мы сейчасъ увидимъ, что нѣкоторыя явленія говорятъ въ пользу такого предположенія, хотя состояніе обнаженій и характеръ обнаженныхъ слоевъ выше по Волгѣ, къ сожалѣнію, не допускаютъ разрѣшить вопросъ положительно.

Самый чувствительный пробѣлъ въ обнаженіяхъ составляетъ пространство верстъ въ 50 длиною, между Бѣловольскомъ и большимъ Сундыремъ, гдѣ путникъ видитъ только закругленные, густо поросшіе мелкимъ лѣсомъ склоны, съ самыми скудными обрывами, затемненными осыпью. Всматриваясь въ нихъ, онъ выноситъ не совсѣмъ твердое убѣжденіе, что паденіе слоевъ, которое между Бѣловольскомъ и Козловкой, уводитъ Известнякъ подъ ур. Волги, вскорѣ замѣняется восхожденіемъ. Однако, въ окрестно-

Фиг. 2.



Оползень деревни Новинской, состоящій изъ бѣлой известковой толщи, прослоенной темнокрасною глиной. За оползнемъ видѣнъ подлежащій песчаникъ *in situ*.

стях Сундыря, гдѣ обнаженія довольно открыты, Известняка нѣтъ. Въ толщѣ красныхъ и сѣрыхъ мергелей, содержащихъ незначительные слои песчаника, находятся лишь тонкія известняковыя прослойки, которыя такъ обыкновенны въ формациі Полосатыхъ Мергелей. Изъ нихъ только одна обращаетъ на себя вниманіе по ея значительной мощности — отъ 5 до 6 метровъ; но и эта рыхлая, яркобѣлая масса содержитъ тонкія, темнокрасныя прослойки; она особенно хорошо обнажена при деревнѣ Нѣвинской, гдѣ образуетъ красивый оползень. Обнаженные здѣсь породы не содержатъ органическихъ остатковъ, по крайней мѣрѣ я не нашелъ ихъ и мы вынуждены руководствоваться только стратиграфическими, и притомъ косвенными соображеніями. Возможны, разумѣется, только три случая: породы, обнаженные при Сундырѣ, лежатъ или ниже Известняка, или выше его, или ему эквивалентны, т. е. стратиграфическій горизонтъ Известняка находится въ открытыхъ здѣсь обнаженіяхъ. Самое невѣроятное, даже невозможное изъ трехъ предположеній есть первое: еслибъ всѣ эти породы были нижнія, то гдѣ либо между Козловкой и Сундыремъ, по береговымъ склонамъ и на прилежащей высокой возвышенности страны должны быть выходы Известняка и нельзя допустить, чтобъ это не выразилось рѣзкой орографической чертой на поверхности, такъ какъ крѣпкая, каменистая порода въ нѣсколько десятковъ метровъ толщиною, заключенная между рыхлыми мергелями, необходимо образуетъ при выходахъ утесы. Несравненно вѣроятнѣе второе предположеніе, что Известнякъ лежитъ здѣсь ниже уровня Волги и слѣдовательно паденіе слоевъ между Козловкой и Сундыремъ было значительнѣе, чѣмъ восхождение. Въ такомъ случаѣ бѣлый мергель деревни Нѣвинской принадлежитъ къ формациі Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей. Хотя бѣлыя, разсыпчатая и каменистая прослойки въ этой формациі очень обыкновенны, но мощность слоя при Нѣвинской исключительна. Конечно, утолщеніе слоевъ въ одномъ направленіи и выклиниваніе въ другомъ есть явленіе не только обыкновенное, но и вполне законное, неизбежное; однако, именно потому мы не можемъ смотрѣть на него, какъ на случайность, несостоящую въ связи съ другими геологическими условіями бассейна. Выклини-

ваніе известняковъ идетъ въ сторону берега и въ данномъ геологическомъ бассейнѣ всѣ известковые слои выклиниваются въ одномъ направленіи; наоборотъ, въ этомъ направленіи увеличивается масса и крупнозернистость береговыхъ породъ, т. е. являются глины, песчаники, конгломераты. Утолщеніе известковыхъ прослоекъ Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей къ западу совершенно противорѣчитъ другимъ петрографическимъ измѣненіямъ бассейна. Песчаники, которыхъ мы почти вовсе не находимъ въ Полосатыхъ Мергеляхъ ниже по Волгѣ, играютъ уже нѣкоторую роль при Сундырѣ, а верстахъ въ 30 западнѣе составляютъ главную массу формаціи. Мощность бѣлаго мергеля при Нѣвинской допускаетъ другое объясненіе, совершенно согласное съ увеличеніемъ къ сѣверо-западу береговыхъ породъ и состоящее въ томъ, что при Сундырѣ формаціи Известняка нѣтъ ни выше, ни ниже обнаженій: она уже на столько выклинилась и измѣнилась, что не можетъ быть прямо распознаваема; но бѣлый мергель деревни Нѣвинской петрографическій слѣдъ ея. Согласно съ этимъ показаніе даетъ и слой сѣраго мергеля, вставляющійся при Бѣловольскѣ въ Верхній Известнякъ. Можно возразить, что въ такомъ случаѣ выклиниваніе Известняка совершается черезъ-чуръ быстро, такъ какъ при Вязовомъ и Бѣловольскѣ нѣтъ никакихъ признаковъ пониженія верхней границы Известняка, которое естественно должно сопровождать выклиниваніе. Но я укажу на весьма ясный способъ выклиниванія того же Известняка на востокъ, по Камѣ. Тамъ оно идетъ, если можно такъ выразиться, почти исключительно *снизу*, и въ то время, какъ Нижній и Средній ярусы окончательно исчезаютъ на пространствѣ между Волгой и Елабугою, Верхній ярусъ, весьма мало измѣнившій толщину, тянется много дальше на востокъ. Мнѣ кажется, я вправѣ считать сѣверо-западное выклиниваніе Известняка аналогичнымъ восточному (см. также по поводу этого главу III). Къ такому взгляду склоняюсь я въ настоящее время, руководствуясь при этомъ нѣкоторыми другими указаніями на горизонтальныя границы формаціи Известняка и на связь стратиграфическаго строенія почвы съ извидами текущихъ поверхностныхъ водъ, о чемъ будетъ сказано ниже. Теперь мы обратимъ вниманіе на наслоеніе выше по Волгѣ, ко-

торое показываетъ, что если бы мы хотѣли держаться мнѣнія о существованіи Известняка въ Сундырѣ подъ ур. рѣки, то должны допустить между Козловкой и Сундыремъ *несравненно* большее опусканіе слоевъ, чѣмъ восхожденіе, такъ какъ при Чебоксарахъ и Козьмодемьянскѣ выходятъ изъ-подъ уровня рѣки новыя большія толщи песчаниковъ и мергелистыхъ глинъ.

Послѣ незначительнаго паденія къ рѣкѣ Цивилю начинается опять восхожденіе слоевъ, соединенное съ многочисленными оползнями и изломами. Передъ Чебоксарами бѣлый известковый мергель, перемежающійся съ сѣрымъ и краснымъ и сопровождаемый сверху и снизу желтыми песчаниками, лежитъ на высотѣ 45 метровъ надъ ур. Волги. Ниже, подъ желтымъ песчаникомъ и толщею темнокрасныхъ глинистыхъ мергелей открытъ пластъ краснобураго песчаника до 15 метровъ толщиною, а въ самомъ основаніи обрыва видны снова красныя и сѣрыя полосы мергеля, которыя при западномъ концѣ города представляютъ волнообразные изгибы, замѣчательные особенно потому, что вышележащій песчаникъ въ нихъ не участвуетъ *). Здѣсь, т. е. къ западу отъ Че-

*) Не излишне, я думаю, привести здѣсь болѣе подробное описаніе этого наслоенія, обнаженнаго въ правомъ берегу Волги, верстахъ въ 5-ти ниже Чебоксаръ. Это лучшее обнаженіе на всемъ пространствѣ между устьями Свияги и Суры (около 200 верстъ).

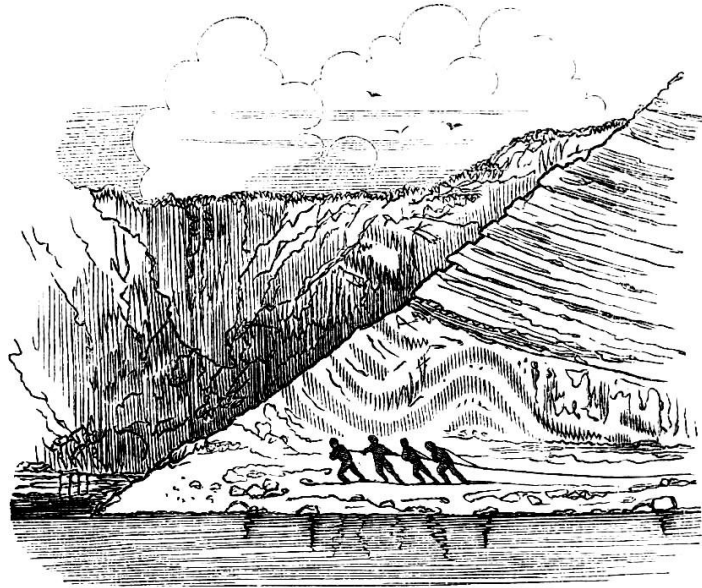
Сверху:

8) Прикрытый неравномѣрною толщею поверхностной глины, буровато-желтый песчаникъ, послойно, то крѣпкій, то рыхлый. Перемежается съ бѣлымъ, краснымъ и сѣрымъ мергелемъ	6,0
7) Бѣлый и сѣрый мергель, переходящій ниже въ розовый, бурый, сѣрый и грубокрасный	2,0
6) Буроватожелтый слюдистый песчаникъ (большею частію песокъ), переходящій вверху въ зеленоватый, а внизу въ конгломератъ съ известняковой и глинистой галькой	4,5
5) Бурокрасный и сѣрый глинистый мергель	4,5
4) Буроватожелтый, рыхлый, слюдистый песчаникъ	3,0
3) Грубокрасный и сѣрый глинистый мергель, съ прослойками песчаника	10,0
2) Краснобурый песчаникъ, вообще довольно рыхлый, но содержащій крѣпкія конкреціонныя прослойки, переходящія въ валуны; также мелкія глинистыя и мергельно-известковыя конкреціи; всюду обнаруживается фальшивую слоистость, падающую до 30 даже до 40° на ЗСЗ (въ плоск. обнаж.)	15,0
1) Грубокрасный и сѣрый глинистый мергель, обнаженъ на	2,0
Бичевникъ	5,0
	52,0

боксаръ, слои падаютъ вверхъ по рѣкѣ, но верстъ на 25 дальше при Ильинской Пустынѣ, мы находимъ ихъ приблизительно на томъ же уровнѣ, какъ въ Чебоксарахъ; слѣдовательно паденіе было непродолжитель-

Фиг. 3.

но. Продолжая отсюда слѣдовать противъ теченія, мы круто измѣняемъ путь изъ западнаго въ сѣверо-западный, огибая широкую Козьмодемьянскую Луку, въ вершинѣ которой, нѣсколько западнѣе города, слои достигаютъ maximum высоты. Мощный пластъ краснобураго песчаника, который при Чебоксарахъ лежитъ въ нижней части обрыва, находит-



Волнообразно изогнутый мергель у западнаго конца города Чебоксаръ.

ся здѣсь выше 50 метровъ надъ Волгой, опираясь на темнокрасную массу полосатаго мергеля и содержитъ известняковыя и песчаныя прослойки. Желтые песчаники, занимающіе верхнюю часть чебоксарскаго обнаженія, приходятся въ Козьмодемьянскѣ выше вершины обрывовъ, но юго-западнѣе, между селеніями Юнгой и Умарихой, почти противъ устья Ветлуги, они образуютъ рядъ интересныхъ сдвиговъ или оползней, въ которыхъ слои довольно правильно падаютъ около 45° на ЗЮЗ. Правильность эта заставляетъ думать, что общее паденіе слоевъ здѣсь въ ту же сторону, съ чѣмъ согласны показанія обнаженій при селеніи Сумкахъ, гдѣ надъ бичевникомъ находится метровъ 10 частію тонко-песчанаго, частію глинистаго, сѣраго и краснаго мергеля, переслаивающагося съ рыхлыми, розоватыми и голубоватыми известняками, которыхъ слои достигаютъ до 3-хъ метровъ; выше, въ осыпи лежитъ желтоватый песчаникъ. Я полагаю, что это верхняя поло-

вина чебоксарскаго обнаженія. Въ нѣкоторыхъ прослойкахъ красивыхъ и сѣрыхъ мергелей я находилъ микроскопическіе куски панцирей ракообразныхъ, иглы губокъ и другіе неопредѣленные остатки; въ известнякахъ — неясныя формы раковинъ, оставляющіе впрочемъ сомнѣніе, что это могутъ быть прихотливыя конкреціи; только одинъ экземпляръ, казалось мнѣ, явственно принадлежалъ нѣкоторому gasteropoda.

До устья Суры, самаго западнаго пункта моихъ экскурсій, наслоеніе скрыто въ лѣсистыхъ склонахъ.

Наслоеніе по Вяткѣ, Казанкѣ и въ другихъ мѣстахъ. Направление Камы даетъ возможность долго преслѣдовать одну стратиграфическую ось и удовлетворительно опредѣлить ея положеніе, но за то, на протяженіи многихъ сотъ верстъ, обнаруживаетъ едва двѣ складкѣ; направление Волги болѣе благопріятно въ послѣднемъ отношеніи, и пересѣкаетъ на меньшемъ протяженіи, три главныя складки, за то не позволяетъ отчетливо судить объ ихъ положеніи. Впрочемъ различныя направленія этой рѣки въ предѣлахъ Казанской губерніи исключаютъ возможность нѣкоторыхъ положеній и значительно суживаютъ границы, въ которыхъ оно можетъ колебаться: такъ, невозможно меридіанальное направленіе, потому что синклинальныя и антиклинальныя линіи пересѣкаются Волгой между Казанью и устьемъ Камы; невозможно западно-восточное, потому что онѣ пересѣкаются между Казанью и Козловкой, между Сундыремъ и Чебоксарами; невозможно и направленіе съ сѣверо-запада на юго-востокъ, потому что складки обнаруживаются между Козьмодемьянскомъ и Ильинской Пустынью. Остается только направленіе съ сѣверо-востока на юго-западъ, съ возможнымъ колебаніемъ на 45° въ каждую сторону, и съ вѣроятнымъ на 22° . Отсюда еще слѣдуетъ исключить самую южную волжскую антиклинальную ось, Антоновскую, такъ какъ ея направленіе удовлетворительно опредѣляется теченіемъ Волги ниже камскаго устья. Хотя весьма естественно предположить, что всѣ эти оси, такъ мало удаленныя одна отъ другой, параллельны, но нѣтъ никакихъ положительныхъ основаній быть предубѣжденнымъ противъ возможности значительныхъ уклоненій отъ такого параллелизма. Къ разясненію вопроса могутъ содѣй-

ствовать обнаженія по р. Вяткѣ, текущей приблизительно параллельно той части Волги, которая лежитъ между Казанью и устьемъ Камы.

Выше было говорено, что въ камскомъ берегу при устьѣ Вятки Верхній ярусъ Известняка лежитъ въ 45 метрахъ н. ур. Камы. Вверхъ по Вяткѣ слои быстро падаютъ и верстахъ въ 10 сѣвернѣе самый верхній слой Известняка, накрывающійся желтоватосѣрымъ песчаникомъ, уходитъ подъ ур. рѣки *). При Мамадышахъ обнажено около 50-ти метровъ перемежающихся пластовъ песчаника и полосатаго мергеля, показывающихъ паденіе вверхъ по рѣкѣ, продолжающееся, кажется, за деревню Малмыжку. Однако синклинальная ось лежитъ, вѣроятно, неподалеку, потому что не смотря на сѣверное паденіе слоевъ при Полянкахъ, въ самомъ близкомъ сосѣдствѣ — противъ селенія Крымская Слудка — верхній слой Известняка, содержащій рыхлый уголь, *Aucella Hausmanni* и другія неопредѣленныя *Conchifera*, лежитъ на уровнѣ рѣки Вятки, слѣдовательно, между Малмыжкой и Полянками совершилось значительное восхожденіе слоевъ; а верстъ на 20 дальше, при Нижнихъ Шунахъ, надъ талюсомъ и заливной равниной Вятки, которые скрываютъ около 2 метровъ надъ ур. рѣки, обнажено метровъ 9 известняка, содержащаго неясныя, длинныя *Conchifera* и множество мелкихъ экземпляровъ *Terebratula elongata*; выше — $4\frac{1}{2}$ метра сѣраго и бураго мергеля съ рыхлымъ песчаникомъ, прикрытаго тонкой прослойкой мергельнаго известняка съ углемъ и отпечатками растений. Сходство послѣдней прослойки съ видѣнною мною противъ Крымской Слудки и съ верхней частью Известняка, при Грахани и Кутькиной, на Камѣ, наводитъ на мысль, что нижележащія породы принадлежатъ къ Верхнему ярусу, тогда какъ изобиліе *Terebratula elongata*, въ нижней части обнаженія указываетъ, какъ будто, на начало Средняго яруса. Хотя я не осматривалъ берега Вятки между

*) Въ «Описаніи геологическихъ наблюденій, произведенныхъ въ 1866 г.», сличая наслоеніе въ Мамадышахъ и Грахани, я выразилъ мнѣніе, что породы, обнаженныя въ первомъ мѣстѣ, лежатъ выше Известняка. Въ 1867 году я убѣдился въ этомъ прямымъ наблюденіемъ.

Нижними Шунами и Малмыжемъ, но полагаю, что восхождение слоевъ продолжается дальше (можетъ быть, съ второстепенными синклинальными перерывами), потому что Мёрчисонъ говоритъ объ Известнякѣ, налегающемъ на красныя породы между Малмыжемъ и Мамадышами и обозначаетъ это мѣсто на картѣ верстахъ въ 20 и 25 къ ЮЮВ отъ Малмыжа (южнѣе Бумажной), а на югъ отсюда (на ЗСЗ отъ Шунь), при заводѣ Таишевскомъ, онъ наблюдалъ толщу Известняка отъ 50 до 60 футовъ толщиною (отъ 15 до 18 метровъ) (Geol. of Russ. I, 160). Можетъ показаться, что такая мощность Известняка неблагоприятна мнѣнію о его выклиниваніи; но не должно упускать изъ вида, что эта формація при устьѣ Вятки имѣетъ не менѣе 30 метровъ въ толщину и что окаменѣлости, цитируемыя Мёрчисономъ въ Таишевскомъ известнякѣ, указываютъ на Средній ярусъ (см. объ этомъ слѣд. главы); на немъ, судя по описанію Мёрчисона, лежитъ масса полосатаго мергеля, слѣдовательно Известнякъ Верхняго яруса здѣсь какъ будто отсутствуетъ. Такъ какъ въ Малмыжѣ, на сколько можно судить по ближайшимъ къ городу обрывамъ долины Вятки, Известнякъ опять скрытъ подъ ур. заливной равнины, то главная антиклинальная ось этой мѣстности проходитъ, по всей вѣроятности, южнѣе Бумажной и неподалеку отъ Таишевскаго завода.

Холмистая страна, лежащая на западъ отсюда и составляющая водораздѣлъ Вятки и Казанки, не представляетъ въ своихъ бѣдныхъ обнаженіяхъ ничего, кромѣ Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей съ прослойками песчаника и туфовиднаго известняка. Только ближе къ городу Арску обнажается снизу мощный пластъ известковистаго песчаника (или песчанистаго известняка), за которымъ можно слѣдить, почти не упуская его изъ вида, по долинѣ Казанки до окрестностей города Казани. Въ 17 верстахъ къ сѣверу отъ этого послѣдняго мѣста, при Семиозерной Пустыни, мы находимъ однако не известковистый песчаникъ, а настоящій известнякъ, но во многихъ слояхъ сильно песчаный. Значительная толщина (болѣе 30 метровъ) и большое число знакомыхъ окаменѣлостей — *Clidophorus Pallasi*, *Schizodus obscurus*, *Avicula speluncaria*, *Productus Cancrini*, *Terebratula elongata* — оставляютъ мало сомнѣній, что здѣсь есть и Верхній ярусъ Известняка. Имѣя

въ виду опредѣлить съ достаточною вѣроятностью направленіе антиклинальных осей, нельзя не интересоваться относительной высотой слоевъ въ Семиозерной Пустыни, такъ какъ этотъ пунктъ способенъ показать, проходитъ ли Услонская антиклинальная ось возлѣ него, или на значительномъ разстояніи; между тѣмъ онъ лежитъ при незначительной рѣчкѣ верстахъ въ 6 отъ ея впаденія въ Казанку, которой устье удалено отсюда верстъ на 25 (считая по изгибамъ рѣки), слѣдовательно о положеніи обнаженія Семиозерной Пустыни надъ ур. Волги можно судить, собственно говоря, только гадательно. Въ этомъ случаѣ однако достаточно уже того, что верхняя граница Известняка въ Семиозерной Пустынѣ находится въ 34 или 35 метрахъ надъ ур. мѣстной рѣчки, а въ Печищахъ тотъ же самый геологическій горизонтъ лежитъ на высотѣ отъ 40 до 50 метровъ надъ ур. Волги; слѣдовательно при самомъ умѣренномъ паденіи Казанки и ея притока, слои въ Семиозерной Пустынѣ не могутъ лежать много ниже, чѣмъ въ Печищахъ и очень вѣроятно, что лежатъ выше. Въ самомъ дѣлѣ, хотя точная разность уровней Волги и рѣчки Семиозерной Пустыни неизвѣстна, но мы имѣемъ возможность опредѣлить ея вѣроятный *minimum*, чего для нашей цѣли вполне достаточно. Впрочемъ такой расчетъ имѣетъ значеніе не для одного этого пункта и мы должны нѣсколько ближе разсмотрѣть его.

Направленіе стратиграфическихъ линій. Полагая, что не лишнее отнести высоту слоевъ во всѣхъ важнѣйшихъ пунктахъ къ одному горизонтальному уровню, я принимаю за такой уровень горизонтальную плоскость, совпадающую съ поверхностью меженной воды при сліяніи Камы и Волги. Высота ея надъ Чернымъ моремъ опредѣляется по слѣдующему расчету: поверхность воды въ Волгѣ при устьѣ Казанки опредѣлена приволжской треангуляціей въ 116,5 фута (Каталогъ тригонометрическихъ и астрономическихъ пунктовъ); поправляя на $+ 3,4$ фута, какъ на разность опредѣленія Каспійскаго уровня той же треангуляціей до средней высоты его *), получимъ 119,9 ф.; а поверхность воды въ Волгѣ

*) Уровень Каспійскаго моря ниже уровня Чернаго моря, по опредѣленію каспійской экспедиціи 83,7 ф., закавказской треангуляціи—85,5 ф., приволжской

при Тетюшахъ въ 95,4 ф., съ поправкой = 98,8. Разность высотъ (119,9 — 98,9 = 21,1) даетъ, при разстояніи этихъ пунктовъ 110 верстъ (по изгибамъ праваго берега) среднее паденіе поверхности Волги 1 футъ на $5\frac{1}{4}$ верстъ, или 0^м1 на $1\frac{3}{4}$ версты*). Устье Камы отстоитъ отъ устья Казанки на 72 версты, слѣдовательно поверхность воды здѣсь на 13 футовъ съ дробью ниже, т. е. круглымъ числомъ лежитъ на 107 футовъ выше ур. Чернаго моря**). Помѣщая на картѣ цифры, выражающія высоту нижней границы Верхняго яруса Известняка надъ ур. Волги, я прибавляю къ нимъ высоту этого послѣдняго надъ ур. устья Камы, найденную по расчету горизонтальнаго разстоянія и средняго, мѣстнаго паденія рѣки; выраженіе *среднее мѣстное паденіе* означаетъ, что оно примѣняется только на опредѣленномъ пространствѣ; такъ выведенное выше паденіе — 0^м1 на $1\frac{3}{4}$ версты — прилагается по Волгѣ только къ пунктамъ между Верхнимъ Условномъ и Тетюшами; тогда какъ выше по Волгѣ прибавка рассчитывается по паденію 0^м1 на 4 версты, потому что поверхность Волги при устьѣ Ветлуги (съ поправкою на + 3,4 ф.) 134,0 ф., поверхность Волги при устьѣ Казанки 119,9; слѣдовательно разность уровней 134,0 — 119,9 = 14,1 ф.; при горизонтальномъ разстояніи по правому берегу = 180 верстъ, получается паденіе 1 футъ на $12\frac{1}{2}$ верстъ или 0^м1 на 4 версты. Для Камы и другихъ рѣкъ я не имѣю числовыхъ данныхъ, но считаю возможнымъ опредѣлить вѣроятный minimum средняго паденія, основываясь на положеніи, что средняя быстрота и среднее паденіе притока обыкновенно больше или, по крайней мѣрѣ, не меньше средней быстроты главной рѣки въ той части теченія, которая

треангуляціи — 89,7 ф. Отсюда средняя цифра — 86,3 ф.; потому всѣ другіе пункты, опредѣленные приволжской треангуляціей, должны быть поправлены на + 3,4 (89,7 — 86,3).

*) Въ статьѣ «О Послѣтретичныхъ Образованіяхъ по Волгѣ», 1865 г., стр. 52, я принялъ паденіе Волги на этомъ пространствѣ въ 1 ф. на $4\frac{1}{2}$ версты, потому что ошибочно опредѣлилъ разстояніе между Казанью и Тетюшами въ 90 верстъ. Теперь я руководствуюсь самою подробной и самою вѣрной изъ имѣющихся картъ Казанской губерніи, въ масштабѣ 4 версты въ дюймъ.

**) Такъ какъ всѣ эти цифры могутъ быть только приблизительны, то бѣтъ надобности слишкомъ заботиться о десятихъ и сотыхъ доляхъ.

прилежитъ къ устью этого притока. Это показываютъ наблюденія и требуетъ теорія, потому что обратное отношеніе скоростей должно вести, въ случаѣ, если происходитъ размываніе русла, къ относительному замедленію этого процесса въ притокѣ, которое необходимо продолжится до тѣхъ поръ, пока размываніе въ главной рѣкѣ увеличитъ паденіе притока и вмѣстѣ съ тѣмъ его скорость; въ случаѣ засоренія русла — относительная медленность притока повлечетъ большее его засореніе, которое будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока паденіе и быстрота его сравняется съ паденіемъ и быстротой главной рѣки. Такимъ образомъ, исключенія изъ высказаннаго положенія могутъ быть въ геологическомъ смыслѣ только временныя, а въ географическомъ только мѣстныя и не нарушаютъ общности правила. Иногда, и между прочимъ именно въ случаѣ съ Камой, можетъ возникнуть сомнѣніе: не совершенно ли условно понятіе о притокѣ и главной рѣкѣ, а слѣдовательно не вполнѣ ли произвольно высказанное положеніе? Но что касается Камы, то она слишкомъ явно даетъ чувствовать свою бѣольшую быстроту пароходамъ и гребнымъ судамъ, взбирающимся противъ теченія, и приведенное сомнѣніе было бы на этотъ разъ излишне. Для расчета паденія этой рѣки я принимаю, какъ его *minimum*, среднее паденіе Волги, между Казанкой и Тетюшами ($0^{\text{м}}1$ на $1\frac{3}{4}$ версты). Для Вятки и Казанки, быстрота которыхъ замѣтно чувствительнѣе камской, я принимаю вдвое бѣольшій *minimum* ($0^{\text{м}}2$ на $1\frac{3}{4}$), руководствуясь тѣмъ, что вдвое бѣольшее паденіе Волги между Казанкой и Тетюшами, сравнительно съ паденіемъ ея между Ветлугой и Казанкой не производитъ столь замѣтной разности; кромѣ того я беру въ расчетъ чрезвычайное паденіе притоковъ дальнѣйшаго порядка, рѣчекъ-ручейковъ, изъ которыхъ одинъ, выливающийся въ Волгу между селами Красновидовымъ и Буртасами, я наблюдалъ съ этой цѣлью въ 1867 году. Рѣчка эта извѣстна подъ названіемъ Янасалки. Я нашелъ въ средней части ея теченія, гдѣ нѣтъ ни водопадовъ, ни особенныхъ быстринь, при скорости отъ $0^{\text{м}}33$ до $0^{\text{м}}46$, паденіе отъ $\frac{1}{105}$ до $\frac{1}{70}$, что составляетъ отъ $10^{\text{м}}0$ до $15^{\text{м}}0$ на версту *).

*) Хотя средства, которыми я пользовался для этого опредѣленія, были весьма незатѣйливы, но я приложилъ всѣ старанія, чтобъ избѣжать вредной

Рѣчка Семиозерной Пустыни близко подходитъ къ тому же разряду потоковъ, и я едва ли рискую выйти изъ предѣловъ вѣроятнаго minimum, если возьму для ея паденія десятую часть меньшей изъ двухъ цифръ, т. е. 1^м0 на версту.

Таковы основанія, служившія къ выводу выставленныхъ на картѣ чиселъ, показывающихъ относительную высоту одного изъ геологическихъ горизонтовъ Пермской формаціи, а именно нижней границы Верхняго яруса Известняка. Для бѣльшей ясности, я покажу расчетъ на частномъ и притомъ самомъ сложномъ примѣрѣ. За основаніе Верхняго Известняка въ Семиозерной Пустынѣ я принимаю границу слоевъ, означенныхъ въ «Описаніи геолог. наблюд. въ Каз. и Вят. губ.», обн. XXXIX, подъ №№ 5 и 6-мъ. Высота этой границы надъ ур. пруда 19^м0; уровень пруда надъ ур. рѣчки ниже плотины 2^м0; паденіе рѣчки (1^м0 на версту) при разстояніи обнаженія отъ ея сліянія съ р. Казанкой не менѣе 6 верстъ — составляетъ 6^м0; паденіе Казанки (0^м2 на 1³/₄ версты) отъ этого пункта до устья (не менѣе 25 верстъ) составляетъ около 3^м0; паденіе Волги (0^м2 на 1³/₄ версты) отъ устья Казанки до устья Камы около 4^м0; слѣдовательно составляется число 34^м0.

Смотря на карту, нельзя не замѣтить бросающееся въ глаза отношеніе этихъ чиселъ къ главнымъ изгибамъ рѣчныхъ долинъ:

для моей цѣли степени ошибокъ и, думаю, не безуспѣшно. Скорость теченія я опредѣлялъ въ трехъ мѣстахъ, для чего тщательно вымѣривалъ тесьмою всѣ изгибы ручья, въ 1-мъ мѣстѣ на протяженіи около 50 метровъ, во 2-мъ около 100 метровъ, въ 3-мъ около 150 метровъ; скорость опредѣлялась поплавками изъ твердой бумаги; по формѣ это были какъ бы правильные октаэдры безъ наружныхъ граней, но съ тремя внутренними, чрезъ оси проходящими плоскостями; поплавки эти оказываются очень практичными: они почти совершенно погружены въ воду, но держатся при поверхности и какъ бы ни повертывались, всегда представляютъ теченію входящіе углы. На 1-мъ мѣстѣ опредѣленіе сдѣлано 4 раза, на 2-мъ — 3 раза, на 3-мъ — 2 раза; несходство показаній въ отдѣльныхъ наблюденіяхъ было весьма мало. Паденіе уровня рѣчки опредѣлялось особеннаго рода нивелировкой, съ помощію клинометра Шмалькальдера, чрезъ который я визировалъ блестящій предметъ, прикрѣпленный на шесть; показанія этого инструмента достаточно точны, да кромѣ того я производилъ повѣрочную нивелировку между тѣми же пунктами, но по другой, ломаной линіи. Близость цифръ, полученныхъ такимъ образомъ, позволяетъ мнѣ полагаться на результатъ, по крайней мѣрѣ, въ той степени, которая нужна для нашихъ цѣлей.

тамъ, гдѣ правый берегъ образуетъ выдающуюся кривизну, цифры показываютъ высокое положеніе слоевъ, гдѣ берегъ вдается, слои лежатъ низко. Такъ правый берегъ Волжской долины дѣлаетъ въ Казанской губерніи четыре главные выходящіе угла: при Козьмодемьянскѣ около 100° , при Сундырѣ 110° , при Верхнемъ Услонѣ 80° , и ниже Богородскаго (камское устье) въ 85° . Съ каждымъ изъ этихъ поворотовъ совпадаютъ, или нѣсколько имъ предшествуютъ значительнѣйшія числа: 84; 24; 23; 60. Подобное же явленіе замѣчается въ теченіи Камы, только здѣсь оно не такъ постоянно и не такъ рѣзко, потому что рѣка эта съ меньшей настойчивостью держится праваго берега. На пространствѣ отъ Саранула до устья Кама обнаруживаетъ особенную извилистость между Елабугой и Омарой, гдѣ ее сопровождаютъ большія числа, перемежающіяся съ средними: 71, 36, 54, 34; здѣсь она 6 разъ круто пересѣкаетъ антиклинальную ось; затѣмъ, когда послѣ постепенно уменьшающихся величинъ 24, 16, 12, является, на сравнительно меньшемъ протяженіи, 30, 16, 28, 11, рѣка снова дѣлаетъ крутые повороты (между Кубасомъ и Шуранонъ). При послѣднихъ рѣзкихъ изгибахъ Камы отъ Лаишева до устья нѣтъ чиселъ, показывающихъ высоту слоевъ, потому что Пермскія породы здѣсь смыты въ одинъ изъ новѣйшихъ геологическихъ періодовъ, но изгибы эти пересѣкаютъ продолженіе значительнѣйшей побочной оси въ Антоновской антиклинальной складкѣ (см. ниже). Вліяніе стратиграфическихъ складокъ на изгибы рѣки, совершенно понятно: если рѣка, положимъ Волга, въ Казанской губерніи вслѣдствіе общаго наклона поверхности страны (быть можетъ, теперь несуществующаго, но бывшаго прежде) стремится на юго-востокъ, но встрѣчаетъ волнообразныя возвышенія, пробѣгающія на сѣверо-востокъ, то она должна огибать ихъ; пусть послѣ разрушительнымъ дѣйствіемъ атмосферныхъ вліяній сгладится этотъ рельефъ, слѣдъ его останется въ изгибахъ рѣчной долины, даже въ томъ случаѣ, если изогнутые слои одинаково рыхлы; но еще ярче выступаетъ это явленіе, если углубляя свое русло и напирая на правый берегъ, рѣка встрѣчаетъ подъ рыхлыми породами каменистые, также изогнутые пласты: они производятъ такое же дѣйствіе, какое производилъ прежде поверх-

ностный рельефъ; это рельефъ подземный, такъ сказать, осязаемый рѣкою. Если бы даже рѣка потекла по странѣ уже въ то время, когда поверхностный рельефъ совершенно искаженъ, то дойдя до каменистыхъ слоевъ, она необходимо должна воспроизвести ихъ положеніе въ своихъ изгибахъ. Чѣмъ крѣпче слой, котораго коснулась рѣка въ антиклинальной складкѣ, сравнительно съ вышележащимъ, который она въ то же время размываетъ въ синклинальной, чѣмъ больше разность въ высотѣ перваго слоя на той и другой линіи, тѣмъ медленнѣе будетъ онъ уступать боковому напору рѣки и тѣмъ рѣзче выдастся образованный имъ изгибъ.

Наблюдая постоянную связь антиклинальнаго и синклинальнаго положенія слоевъ съ изгибами рѣчной долины, всякій разъ, когда удавалось удовлетворительно прослѣдить и измѣрить слои, я считалъ себя вправѣ руководствоваться этимъ выводомъ, если не какъ доказательствомъ, то, по крайней мѣрѣ, какъ мотивомъ, въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ непосредственное наблюденіе надъ размѣрами паденія слоевъ, было невозможно. Такъ, выше было замѣчено, что я принялъ это въ расчетъ при обсужденіи напластованія между Козловкой и Сундыремъ. Точно также нѣкоторыя частности въ изгибахъ Камы, особенно въ Вятской губерніи, повидимому не подходятъ подъ правило, но я не придаю этому никакого значенія, такъ какъ лучшія карты этой мѣстности, опубликованныя и неопубликованныя, очень невѣрны и даютъ различныя показанія; сказанное относится даже къ Казанской губерніи, для которой, какъ я уже говорилъ, есть сравнительно хорошая карта. Я убѣдился въ этомъ, въ 1866 году, когда повѣрялъ компасомъ теченіе Камы отъ Елабуги до устья.

Выставленные на картѣ цифры позволяютъ сразу обозрѣть главнѣйшія данныя для проведенія антиклинальных осей. Самая отчетливая изъ нихъ — Елабужская, продолжающаяся къ ВСВ на Сарапулъ, къ ЗЮЗ на Бутыри, Зміево.... Довольно ясно также направленіе Услонской антиклинальной оси: она идетъ приблизительно отъ д. Печищъ на Казань, съ лѣвой стороны долины р. Казанки, проходитъ южнѣе г. Арска и пересѣкаетъ р. Вятку къ Ю отъ Бумажной. Положеніе этой линіи не можетъ быть фикси-

ровано съ такой опредѣленностью, какая возможна для предыдущей складки между Елабугою и Омарой: во-первыхъ, наслоение при Бумажной мною лично не осмотрѣно, во-вторыхъ, къ югу отъ Семиозерной нѣтъ удовлетворительныхъ обнаженій. Замѣтивъ о причинѣ невѣрности въ положеніи этой линіи, я могу указать однако предѣлы ошибки: на рѣкѣ Вяткѣ, при Малмыжѣ и за Нижними Шунами Известнякъ скрывается подъ ур. рѣки; на Волгѣ наблюдается тоже при Бѣловольскѣ и почти тоже при Нижнемъ Услонѣ*). Такимъ образомъ непараллельность этой оси съ Елабужской (уголъ около 3°) находится въ предѣлахъ ошибки и не можетъ превосходить 15° . Уже одно это обстоятельство располагаетъ думать, что важнѣйшая промежуточная антиклинальная складка, Антоновская, имѣетъ такое же, приблизительно параллельное, направленіе; дѣйствительно, въ этомъ убѣждаетъ положеніе слоевъ на берегу Волги, внизъ отъ Кирѣльскаго: еслибъ складка направлялась не къ ЗЮЗ, а круче на югъ, то слои внизъ по рѣкѣ восходили бы, еслибъ она шла круче на западъ, слои должны падать; въ дѣйствительности, на протяженіи 15 верстъ, слои если и измѣняютъ уровень, то такъ мало и такъ постепенно, что безъ особенно подробныхъ измѣреній въ этомъ трудно положительно убѣдиться. Такимъ образомъ направленіе Антоновской антиклинальной оси, мнѣ кажется, фиксируется хорошо направленіемъ праваго берега Волги внизъ отъ с. Кирѣльскаго, что уклоняетъ ее отъ параллельности съ Елабужской линіей только на 3° или на 4° . Между тѣмъ, восточное (собственно ВСВ) ея продолженіе проходитъ во-первыхъ, неподалеку отъ Лаишева, гдѣ обнаженіе хотя и неясно, но то, что можно видѣть, не даетъ подтвержденія высокому положенію слоевъ; во-вторыхъ, прямолинейное продолженіе этой линіи выходитъ на рѣку Вятку близъ деревни Полянокъ и такъ какъ, съ одной стороны, нигдѣ по этой рѣкѣ между Нижними Шунами, принадлежащими къ Услонской складкѣ, и Атаркой, лежащей уже на складкѣ Елабужской, нѣтъ выхода

*) По крайней мѣрѣ, нижняя граница Верхняго яруса скрывается здѣсь подъ бичевникъ и слои лежатъ положительно ниже, чѣмъ въ Верхнемъ Услонѣ, или Печищахъ.

Известняка, а, съ другой стороны, при Полянкахъ дѣйствительно наблюдаются признаки слабаго антиклинальнаго положенія слоевъ, то мы приходимъ къ заключенію, что на протяженіи 150 верстъ отъ Волги до Вятки Антоновская складка значительно понизилась, почти исчезла, т. е. мы снова встрѣчаемся здѣсь съ явленіемъ *продольнаго паденія* слоевъ по антиклинальной линіи, котораго примѣръ уже имѣли на Елабужской оси. Хотя въ постепенномъ пониженіи антиклинальной складки нѣтъ ничего особеннаго, но рѣзкая разность въ высотѣ слоевъ при Лаишевѣ и на Волгѣ невольно останавливаетъ вниманіе и повидимому не соотвѣтствуетъ разстоянію (22 или 23 версты). Посмотримъ однако на дѣло внимательнѣе. Изъ «Описанія Геологическихъ наблюденій въ Каз. и Вят. губ.», обн. XV, видно, что пермскія породы открыты при Лаишевѣ до 14 метровъ надъ ур. Камы, что это марающій, или совершенно рыхлый известнякъ съ неясными *Conchifera*, между которыми я находилъ *Avicula speluncaria* и большіе *Schizodus obscurus*. Отсутствіе *Brachiopoda* и въ особенности размѣры послѣдней изъ названныхъ раковинъ, по причинамъ, объясняемымъ ниже, позволяютъ выбирать только между Верхнимъ и Нижнимъ ярусами Известняка, а близость и сходство обнаженія съ шуранскимъ, гдѣ видно начало Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей, склонили меня къ мнѣнію, что Лаишевскій известнякъ принадлежитъ къ Верхнему ярусу. Ярусъ этотъ въ волжскомъ берегу, на антиклинальной линіи, содержитъ множество гипсовыхъ конкрецій, которыя встрѣчаются въ огромномъ количествѣ и въ нижележащихъ слояхъ, часто сливаясь въ сплошные, мощные пласты. Въ Лаишевѣ мы не находимъ ни слѣда гипсу. На Волгѣ, во многихъ мѣстахъ, можно шагъ за шагомъ слѣдить переходъ известняка, содержащаго гипсъ въ не содержащій его рыхлый, мѣловидный известнякъ съ кремнемъ, совершенно сходнымъ съ Лаишевскимъ. Я уже говорилъ выше, что это совершается чрезъ раствореніе гипса, при чемъ, конечно, не обходится безъ растворенія и, слѣдовательно, разрыхленія известняка. Пытаясь сдѣлать приблизительный расчетъ, на сколько опустится Верхній Известнякъ при Русскомъ Тенишевѣ (на Волгѣ), если весь обнаженный гипсъ будетъ извлеченъ, я нахожу, что отъ прежней высоты останется

только $\frac{5}{7}$, слѣдовательно изъ 61 метра— $43\frac{1}{2}$; лаишевское обнаженіе отстоитъ на 3 версты къ ССЗ отъ антиклинальной оси, но на такомъ же разстояніи и въ ту же сторону отъ оси находятся Антоновскія пещеры, гдѣ высота Верхняго Известняка только 39 метровъ, т. е. меньше, чѣмъ $\frac{2}{3}$ высоты на самой оси; $43\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = 29$; уровень Камы при Лаишевѣ выше уровня Волги при Русскомъ Тенишевѣ minimum на 1^m6 ; $29^m0 - 1^m6 = 27^m4$; Елабужская складка, между Граханью и Омарой, на разстояніи 24 версты, падаетъ на 20 метровъ; принимая тотъ же размѣръ паденія— 0^m83 на версту—между Волгой и Лаишевымъ (разстояніе 22 версты) имѣемъ 18^m4 . слѣдовательно при Лаишевѣ недостаетъ только 9^m0 высоты ($27,4 - 18,4$), которые не объясняются приведенными данными; но мы должны обратить вниманіе на слѣдующія обстоятельства: 1) мы принимали minimum паденія Камы, что имѣетъ вліяніе не только на высоту Лаишевскаго обнаженія, но и на размѣръ продольнаго паденія Елабужской складки, 2) нѣтъ никакихъ причинъ полагать, что продольное паденіе Антоновской складки не превосходитъ паденіе Елабужской; 3) мы не брали въ расчетъ, что при раствореніи гипса могла раствориться часть известняка и что ниже основанія обнаженія на Волгѣ могутъ залегать новые пласты гипса; между тѣмъ то и другое весьма вѣроятно. Такимъ образомъ, на мой взглядъ, Лаишевское наслоеніе не представляетъ ничего несообразнаго съ близкимъ прохожденіемъ Антоновской антиклинальной оси.

Оставляя въ сторонѣ разборъ многихъ подробностей, которыхъ отчасти коснусь еще ниже, отчасти считаю удобнымъ пройти до времени молчаніемъ, я могу, мнѣ кажется, высказать опредѣленно, что *главнѣйшія стратиграфическія оси Пермской формации въ Казанской и частію Вятской губерніяхъ приблизительно прямолинейны, параллельны и направляются на ВСВ (между В, 20° С и В, 30° С).* Изложенныхъ основаній достаточно для удовлетворительной вѣроятности такого положенія и болѣе чѣмъ достаточно для опроверженія мнѣнія Р. Людвига, который даетъ на составленной имъ картѣ Пермской формации въ Россіи (Geinitz, Duas, В. II.) складки *возможно противоположнаго* направленія, т. е. перпендикулярныя къ выведеннымъ мною: они идутъ на ССЗ.

Излишне было бы разбирать основанія, которыя привели его къ такому взгляду; какъ ни бѣдны его данныя, но и въ числѣ ихъ есть противорѣчащія, каковò, напримѣръ, цитируемое имъ наблюденіе Мörчисона относительно южнаго паденія слоевъ при Зміевѣ. (Даже возможность самаго изображенія на его картѣ синклинальной складки между р. Вяткой и Елабугой обусловливается географической ошибкой почти во 100 верстъ: помѣстивъ городъ Елабугу, гдѣ слѣдуетъ, а не противъ устья р. Бѣлой, какъ это дѣлаетъ Людвигъ, крайне затруднительно провести между Елабугою и устьемъ р. Вятки (едва три миллиметра) пять цвѣтныхъ поясовъ, долженствующихъ означать выходъ на поверхность различныхъ ярусовъ Пермской формации). Стратиграфическія складки Людвигъ представляли геологу то удобство, что направленіе ихъ близко подходило къ направленію Уральскаго хребта, вслѣдствіе чего ихъ происхожденіе могло быть приписано той же эпохѣ и тѣмъ же силамъ, которыя произвели Уральскій хребетъ. Хотя силы эти извѣстны не были, но отъ продолжительнаго обращенія съ ними, какъ это обыкновенно дѣлается, ихъ привыкли считать не только извѣстными, но и понятными. Такимъ образомъ происхожденіе пермскихъ складокъ казалось до того простымъ, что даже не требовало никакого объясненія. Иначе стоитъ дѣло со складками востоко-сѣверо-восточнаго направленія: ихъ нельзя приписать вліянію Урала и приходится искать инаго объясненія, для чего необходимо ближе вникнуть въ ихъ свойства и соотношенія съ другими явленіями. Здѣсь кстати указать на данныя, которыя позволяютъ предположить, что направленіе этихъ складокъ имѣетъ болѣе общее значеніе, чѣмъ можно было бы думать по ограниченности обследованной въ этомъ отношеніи мѣстности. Карта Мörчисона, приложенная къ *Geology of Russia*, показываетъ широкую полосу Пермскаго Известняка и гипса, которая тянется съ небольшими перерывами отъ Самары до Уфы. Текстъ сочиненія, относящійся къ этой мѣстности, убѣждаетъ, что здѣсь Пермскій Известнякъ или выходитъ на поверхность, или лежитъ сравнительно не глубоко ~~надъ~~ ^{подъ} нею, короче сказать, это большая антиклинальная складка, которой ось замѣчательно параллельна пермскимъ складкамъ Казанской губерніи. Вмѣстѣ съ тѣмъ, это

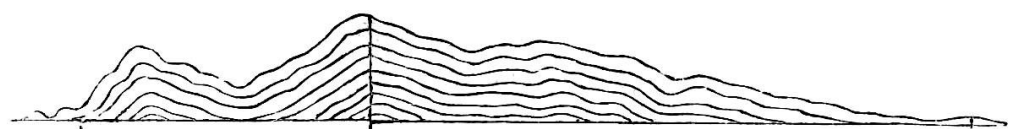
есть направленіе Юрскаго бассейна на водораздѣлѣ Камы и Сѣверной Двины и направленіе западной части Общаго Сырта; не то при Оренбургѣ: направленіе Юрской и Мѣловой формациі, участвующихъ въ образованіи Общаго Сырта, постепенно измѣняется здѣсь въ восточное, юго-восточное и наконецъ, въ верховьяхъ Илека и Эмбы, въ южное, впадая въ направленіи Урала. На этомъ пространствѣ, гдѣ смѣшиваются и путаются два почти противоположныхъ направленія, мы встрѣчаемъ пересекающіяся стратиграфическія линіи, которыя наблюдалъ Мѳрчисонъ при Гребеняхъ и по дорогѣ въ Воскресенскъ (Geol. of Russia, I, 148). Онѣ то вѣроятно и ввели въ заблужденіе Людвигъ, сдѣлавшаго слишкомъ большое обобщеніе. Предубѣжденіе считать легко распознаваемые осадочныя породы, между прочимъ известняки, содержащіе окаменѣлости совершенно пассивными, такъ сильно, что для объясненія стратиграфическихъ складокъ, геологъ непременно ищетъ кремнекислыхъ кристаллическихъ породъ, которыхъ поднимающему, или боковому напору онѣ могъ бы приписать ихъ. Къ счастью для истины, на тысячи верстъ по ту и по другую сторону Пермскихъ складокъ мы не находимъ такихъ породъ. Пермскій бассейнъ Европейской Россіи есть одинъ изъ огромнѣйшихъ и однообразнѣйшихъ геологическихъ бассейновъ, котораго напластованіе, на сколько мы знаемъ, нигдѣ, кромѣ Уральской окраины, не представляетъ значительныхъ нарушеній. Остается одно — ознакомиться съ явленіемъ сколько можно ближе, съ цѣлью убѣдиться, не дадутъ ли нѣкоторыя спеціальныя черты его наведеній для отысканія причины. Хотя мои наблюденія далеки отъ той полноты, которая была бы желательна, въ особенности потому, что смыслъ ихъ сталъ выясняться уже послѣ того, какъ экскурсіи окончились, однако и изъ собраннаго матеріала могутъ быть сдѣланы нѣкоторыя заключенія.

О формѣ стратиграфическихъ складокъ. Въ предъидущемъ я изложилъ данныя для выясненія положенія и направленія складокъ; теперь хочу сказать нѣсколько словъ о ихъ формѣ. Мы уже видѣли, что Елабужская и Антоновская складки имѣютъ продольное паденіе, что онѣ не постоянны, т. е. исчезаютъ на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи; при томъ Елабужская складка

понижается къ ЗЮЗ, а Антоновская къ ВСВ: подобное же пониженіе замѣчается на побочныхъ складкахъ. Но гораздо интереснѣе ихъ форма въ поперечномъ направленіи, что всего лучше наблюдается въ Антоновской складкѣ. Отъ максимумъ высоты на антиклинальной линіи, слои на югъ быстро падаютъ къ с. Богородскому, за которымъ поднимаются снова и снова падаютъ верстахъ въ 3-хъ ниже Богородскаго и (на продолженіи той же складки) за Сюкѣвымъ; восхождение и паденіе слоевъ повторяется еще разъ по направленію отъ Сюкѣва къ г. Тетюшамъ. Противуположное паденіе слоевъ встрѣчается на этомъ пространствѣ гораздо чаще, но я говорю теперь только о большихъ волнахъ, которыхъ синклинальная часть доводитъ Верхній ярусъ Известняка до уровня Волги, или по крайней мѣрѣ, до уровня бичевника. Упомянутыя двѣ съ половиною волны занимаютъ 11 верстъ въ направленіи перпендикулярномъ къ антиклинальной оси. Если мы будемъ слѣдить поперечный контуръ складки на сѣверъ отъ антиклинальной оси, то нигдѣ не встрѣтимъ такого крутаго паденія. Находящіяся здѣсь стратиграфическія волны такъ растянуты и вертикально малы, что нѣкоторыя легко ускользаютъ отъ вниманія. Верхній Известнякъ скрывается подъ бичевникомъ не ближе, какъ при селѣ Буртасахъ, послѣ чего верхняя часть этого яруса еще разъ выступаетъ наружу и окончательно уходитъ подъ уровень Волги уже близъ деревни Лобышки, которая отстоитъ отъ Антоновской оси на 22 версты съ небольшимъ. Тикимъ образомъ среднее паденіе слоевъ на южномъ склонѣ Антоновской складки вдвое больше, чѣмъ на сѣверномъ. Тоже замѣчается на второстепенныхъ волнахъ, на которыя разбивается главная: южное паденіе за Сюкѣвымъ и Богородскимъ круче, чѣмъ сѣверное къ Богородскому, южное къ Богородскому круче, чѣмъ сѣверное къ Антоновкѣ, южное отъ Красновидова къ концу Красновидовскаго переката круче, чѣмъ сѣверное къ Буртасамъ и т. д. Но этими крупными побочными волнами не ограничивается сложность профиля складки; онѣ сами состоятъ изъ побочныхъ волнъ втораго порядка; такъ отъ с. Теньковъ, чрезъ Буртасы, къ с. Красновидову медленно поднимается отлогая побочная волна перваго порядка; но при Буртасахъ восхождение смѣняется не надолго па-

деніемъ. Наконецъ, южнѣе Буртасъ восхожденіе слоевъ къ Красновилову, въ цѣломъ весьма равномерное, представляетъ волны третьяго порядка, длина которыхъ не превосходитъ сотни или даже нѣсколькихъ десятковъ сажень. Нужны, разумѣется, очень благопріятныя условія, чтобъ убѣдиться въ существованіи и *подлинности* такихъ волнъ, т. е. чтобъ отличить ихъ отъ оползней, которые такъ часто ихъ сопровождаютъ; не смотря на то, я думаю, что могу утверждать ихъ независимость отъ этого посторонняго ряда явленій. Описанное положеніе слоевъ въ Антоновской складкѣ можно изобразить слѣдующимъ, полусхематическимъ чертежемъ, на которомъ высота Верхняго Известняка въ десяти важнѣйшихъ пунктахъ нанесена по масштабу.

Фиг. 4.



Сюкѣево. Богородское. Главная антиклинальная ось. Лобышка.

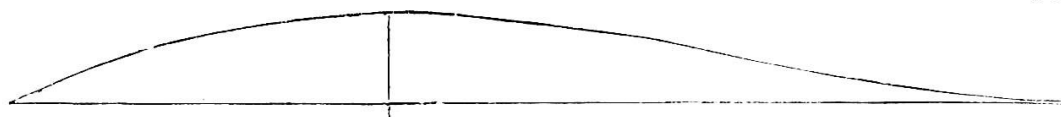
Профиль Антоновской антиклинальной складки.

Горизонтальный масштабъ $3\frac{3}{5}$ версты въ 1 сантиметръ; вертикальный— $6\frac{1}{2}$ метровъ въ 1 миллиметръ *).

Въ простѣйшемъ, идеальномъ видѣ, общая кривизна этого контура выражена на фиг. 5. Елабужская складка имѣетъ по-
ЮЮВ

Фиг. 5.

ССЗ



Антиклинальная ось.

Общая кривизна профиля Антоновской складки.

добныя же побочныя волны и общую кривизну, какъ это видно въ низовѣ Вятки и по Камѣ (верстѣ на 8 внизъ отъ Грахани). Общая кривизна, выраженная въ томъ же масштабѣ, имѣетъ для нея видъ, представленный на фиг. 6. Здѣсь южное паденіе тоже приблизительно вдвое круче сѣвернаго. Не такъ ясенъ профиль Услонской складки. Побочныя волны различныхъ порядковъ здѣсь

*) На рисункѣ, доставленномъ авторомъ приняты слѣдующія отношенія: для гориз. масштаба 3 версты въ 1 сантим., для вертикальнаго 5 метр. въ 1 миллиметрѣ. Измѣненія размѣровъ рисунка согласно формату послужило причиною введенія вмѣсто того дробныхъ чиселъ, въ чемъ отвѣтственность падаетъ на редакцію.

Примѣч. редактора.

присутствуютъ не въ меньшемъ числѣ, чѣмъ въ Антоновской, но объ общей кривизнѣ можно судить только условно (быть мо-

ЮЮВ

Фиг. 6.

ССЗ



Антиклинальная ось.

Общая кривизна профиля Елабужской складки.

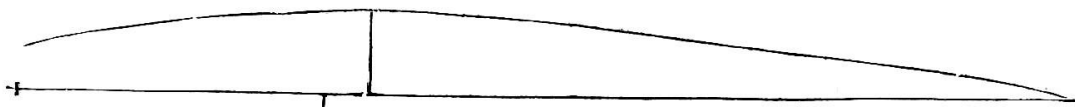
жетъ, вслѣдствіе того, что верстъ на 6 внизъ отъ Верхняго Услона наслоеніе Пермской формаціи скрыто подъ поверхностной глиной и новѣйшими наносами). Если принять за южную границу

ея деревню Матюшину, гдѣ нижняя часть Верхняго Известняка уходитъ подъ бичевникъ, и за главный антиклинальный пунктъ средину разстоянія между Печищами и Морквашами, такъ какъ въ обоихъ пунктахъ слои лежатъ почти на одной высотѣ, то об-

ЮЮВ

Фиг. 7.

ССЗ



Матюшина. Печищи. Антиклинальная ось.

Бѣловольскъ.

Общая кривизна профиля Услонской складки.

щая кривизна складки выразится почти симметричной кривою (Фиг. 7); разстояніе антиклинальной линіи отъ Бѣловольска точно также, почти вдвое больше разстоянія до Матюшиной.

Впрочемъ Услонская складка имѣетъ такой профиль только въ томъ случаѣ, если она кончается при Матюшиной, и если болѣе южныя стратиграфическія волны, при Ташовкѣ и Гребеняхъ, представляютъ хотя и незначительную, но отдѣльную складку. Сужденіе объ этомъ, конечно, произвольно, за отсутствіемъ всякаго твердаго критерія; но я смотрю на несовѣмъ ясное положеніе слоевъ при Ташовкѣ и Гребеняхъ, какъ на отдѣльную, второстепенную складку, подобную той, которой антиклинальная ось означена на картѣ между Кубасомъ и Сорочьемъ: какъ та, такъ и другая не могутъ быть удобно отнесены ни къ одной изъ главнѣйшихъ сосѣднихъ складокъ. Нельзя упустить изъ вида, что главныя стратиграфическія складки, въ свою очередь тоже входятъ въ составъ еще болѣе большихъ выпуклостей, къ которымъ онѣ

относятся какъ побочныя; такъ слѣдуетъ смотрѣть на Антоновскую и Услонскую складки (фиг. 8), при чемъ послѣдняя играетъ роль побочной волны на сѣверномъ склонѣ. Замѣчательно, что по контуру вся часть *ef* (Услонская складка вмѣстѣ съ Ташовской) относится къ части *ae* (Антоновская складка) весьма сходно съ

Фиг. 8.



Профиль Антоновской и Услонской складокъ.

тѣмъ, какъ часть *cd* относится къ части *bc*. Есть ли это только случайность? Или тѣ вліянія, которыя сообщили одному склону выпуклостей бѣольшую кривизну, чѣмъ другому, проявляются въ побочныхъ выпуклостяхъ тѣмъ, что всѣ побочныя складки отлогатаго склона сравнительно отлоги, а крутаго — сравнительно круты? Очень возможно, но для разрѣшенія задачи требуется не столь ограниченный запасъ наблюдений, какимъ я располагаю. Оставляя пока въ сторонѣ характеръ общей кривизны, я предложу вниманію читателя обсужденіе другой знаменательной черты стратиграфическихъ складокъ — значенія многочисленныхъ побочныхъ волнъ.

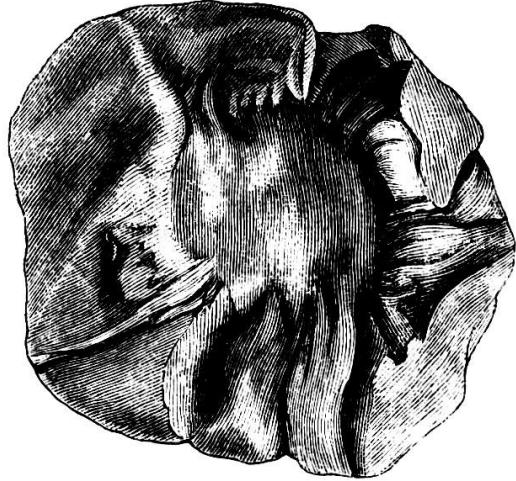
Причина складокъ. Достаточно бросить взглядъ на фиг. 4 и 8-ю, чтобъ, принимая въ расчетъ масштабъ, отказаться отъ предположенія о выдавливаніи пермскихъ слоевъ только снизу. (Я полагаю, что такое привычное объясненіе могло бы сначала придти кому нибудь на мысль). При давленіи снизу слои должны вытягиваться, слѣдовательно на сколько возможно расправляться, такъ какъ при этомъ увеличивается площадь занимаемая слоемъ. Пермскій Известнякъ имѣетъ совершенно противоположное положеніе; сложная кривизна его, такъ сказать, собранность показываютъ, что или площадь, первоначально занимаемая слоемъ, была въ послѣдствіи уменьшена, или объемъ слоя увеличился. Уменьшеніе горизонтальной площади мыслимо только при боковомъ давленіи, котораго нельзя приписать, какъ уже было замѣчено, выступле-

нію на поверхность кремнекислыхъ породъ, за неимѣніемъ ихъ ни на сѣверѣ, ни на югѣ. Боковое давленіе вслѣдствіе увеличенія объема осадочныхъ породъ сосѣднихъ мѣстностей возможно, но приводитъ насъ именно ко второму предположенію, потому что эти сосѣднія породы принадлежатъ той же Пермской формации и, сколько мы знаемъ, совершенно сходны съ казанскими, даже во многихъ направленіяхъ составляютъ непосредственное ихъ продолженіе. Такимъ образомъ, если Пермскія породы губерній Самарской и Оренбургской, или Вятской, Костромской, Вологодской и т. д. увеличились въ объемѣ, то въ высшей степени вѣроятно, что тому же процессу подвергались онѣ въ Казанской. Посмотримъ теперь, какія явленія говорятъ въ пользу, или противъ такого предположенія и послѣдовательно рассмотримъ, съ этой точки зрѣнія, главнѣйшія породы, принимающія участіе въ составѣ Известняка: гипсъ, доломитъ и кремень.

Гипсъ. Гипсъ встрѣчается въ Казанской губерніи въ различныхъ горизонтахъ формации Известняка и Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей, являясь въ видѣ мощныхъ пластовъ, прослоекъ, неправильныхъ, болѣе или менѣе сферическихъ конкрецій, или мелкихъ кристаллическихъ частицъ, наполняющихъ маленькія пустоты неплотнаго известняка. Въ послѣднемъ видѣ наблюдается онъ, напр. въ Верхнемъ Известнякѣ, при Кубасѣ, на Камѣ, въ Нижнемъ и Среднемъ Известнякѣ Антоновскихъ горъ на Волгѣ, проникая сѣроватую, тонко-пузыристую породу такимъ образомъ, что на свѣжѣмъ изломѣ она обнаруживаетъ бѣловатое отсвѣчиваніе, которое производятъ параллельныя, сливающіяся въ общую массу пластинки гипса. Часто онъ плотно выполняетъ пустоты между ядромъ и отпечаткомъ раковины, занимая мѣсто створокъ, рѣже замѣняетъ и ядро. Въ Среднемъ Известнякѣ этой мѣстности (Опис. геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., обн. XXX, слой 2-й) часто встрѣчаются искаженные ядра *Productus*, или *Strophalosia*, проникнутыя пересѣкающимися трещинами, которыя постепенно утончаясь лучеобразно входятъ въ окружающую массу известняка и выполнены прозрачнымъ гипсомъ. Ядра эти хорошо показываютъ позднѣйшее образованіе гипса и его механическое, расширяющее дѣйствіе на породу. Еще рѣшительнѣе свидѣтельствуютъ объ этомъ

безчисленныя гипсовыя конкреціи, особенно часто скопляющіяся въ самыхъ верхнихъ частяхъ формаціи Известняка. Эти бѣлыя, или сѣрыя, неправильно чечевицеобразныя массы, обыкновенно отъ нѣсколькихъ миллиметровъ до пяти дециметровъ *) въ горизонтальномъ діаметрѣ, часто расположены горизонтальными рядами, группируясь преимущественно по фугамъ известняковыхъ прослоекъ, которыя изгибаются по большимъ конкреціямъ, какъ видно на фиг. 10-й. Часто замѣтно, что при этомъ толщина прослоекъ не остается неизмѣнною и при конкреціяхъ вдругъ уменьшается (фиг. 10, В), такъ что изгибъ известняковыхъ слоевъ не такъ крутъ, какъ изгибъ самой поверхности конкреціи. Толщина прослоекъ очень различна, но если она больше половины вертикаль-

Фиг. 9.



Искаженное ядро *Productus Cancerini*, проникнутое гипсомъ и окруженное расходящимися трещинами, которыя со стороны куска, противоположной, нарисованной, выполнены гипсомъ.

Фиг. 10.

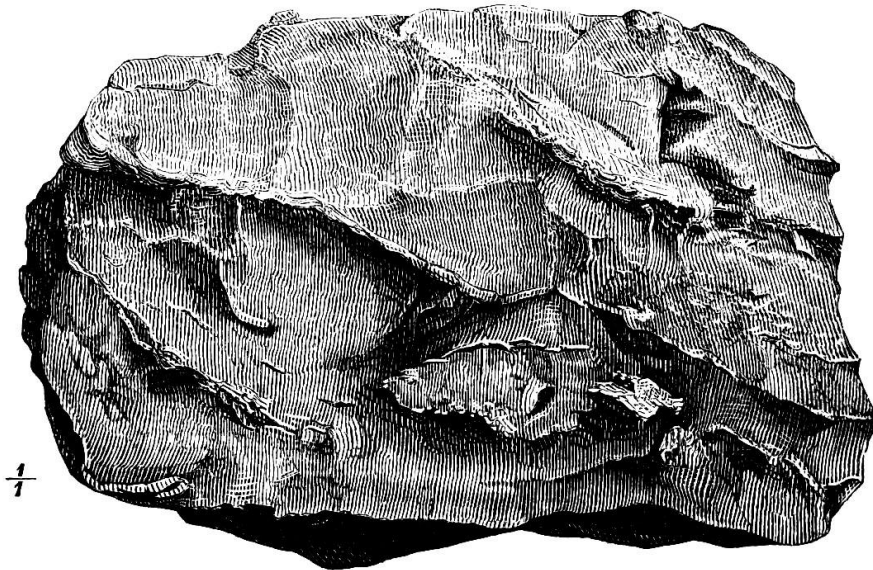


Известнякъ съ гипсовыми конкреціями. Изъ Пандвой горы близъ Буртасъ, на Волгѣ.

*) Конкреціи болѣе 1 дециметра въ діаметрѣ обыкновенно имѣютъ внутри тонкія известняковыя перегородки, или, другими словами, представляютъ сrostки нѣсколькихъ меньшихъ конкрецій.

наго поперечника конкреціи, то изгибанія не замѣтно. Въ извѣстномъ горизонтальномъ направленіи часто число и объемъ конкрецій постепенно увеличиваются, такъ что онѣ сливаются въ цѣлые пласты по нѣскольку метровъ толщиною; но какъ бы чистъ ни казался съ перваго взгляда такой гипсъ, при тщательномъ осмотрѣ всегда можно найти въ немъ известняковыя перегородки, раздѣляющія отдѣльныя конкреціонныя массы. Толстыя перегородки (больше полсантиметра) въ такихъ сливныхъ пластахъ вообще не встрѣчаются; часто, какъ на примѣръ, въ Антоновскихъ горахъ онѣ бывають не толще писчей бумаги и круто изгибаются, хотя господствующее направленіе горизонтальное, или, выражаясь строже, параллельно наслоенію. Въ виду утонченія известняковыхъ прослоекъ, идущаго вмѣстѣ съ увеличеніемъ массы гипса, естественно является вопросъ: совершается ли приращеніе гипса посредствомъ увеличенія объема конкрецій на счетъ известняка, или посредствомъ увеличенія числа конкрецій, при чемъ промежуточная порода остается химически неприкосновенной. Показанная на фиг. 10, *B*, не одинаковая толщина прослоекъ *при* конкреціяхъ и *между* ними сильно говоритъ въ пользу образованія на счетъ сосѣдняго известняка; но есть другія обстоятельства, даю-

Фиг. 11.



Кусокъ гипса съ тонкими известняковыми прослойками. Изъ Антоновскихъ горъ, на Волгѣ.

ція противоположныя показанія: въ самомъ дѣлѣ, въ случаѣ приращенія гипса на счетъ сосѣдней породы остатки известняковыхъ перегородокъ должны отстоять одна отъ другой дальше, чѣмъ въ несливныхъ (явственно-конкреціонныхъ) гипсовыхъ пластахъ, во-первыхъ потому, что вслѣдствіе роста конкрецій онѣ больше раздвинуты, такъ какъ процессъ этотъ производитъ увеличеніе объема (см. ниже); во-вторыхъ потому, что становясь не толще бумаги, при совершающейся здѣсь химической реакціи, многія изъ нихъ должны были исчезнуть. Во второмъ случаѣ нѣтъ повода ожидать различія разстоянія перегородокъ въ сливныхъ и явственно-конкреціонныхъ пластахъ, такъ какъ увеличеніе массы гипса производилось все болѣе и болѣе дробнымъ разщепленіемъ известняка по фугамъ, въ которыхъ зарождались новыя конкреціи. Я могу положительно утверждать, что рѣзкаго различія въ разстояніи перегородокъ нѣтъ, что въ сливныхъ пластахъ наблюдаются перегородки, отстоящія другъ отъ друга на дециметръ, сантиметръ и еще меньше (см. фиг. 11); слѣдовательно, гипсовыя конкреціи образовались не исключительно изъ сосѣдняго известняка, а также и изъ матеріала, принесеннаго сюда изъ другихъ мѣстъ; при томъ это могло произойти или 1) осажденіемъ изъ готоваго гипсоваго раствора, циркулировавшаго въ толщѣ формации по окончаніи ея образованія, или, если химически и на самомъ мѣстѣ настоящаго нахожденія конкрецій, то 2) на счетъ принесеннаго раствора углекислой извести. Если мы остановились бы на первомъ предположеніи, то опять спрашивается: откуда взялся готовый растворъ? Осадился ли гипсъ общеизвѣстнымъ способомъ въ приморскихъ лагунахъ и озерахъ надъ Пермской формацией, образовался ли въ самой толщѣ этой послѣдней, слѣдовательно, хотя химически, но не на мѣстѣ настоящихъ конкрецій, а былъ распределенъ иначе, можетъ быть, равномернѣе? Но во-первыхъ, послѣдняя возможность приводитъ насъ въ сущности ко второму предположенію — къ химическому образованію гипса въ Пермской формации, во-вторыхъ, если для нѣкоторыхъ конкрецій осажденіе изъ гипсоваго раствора могло бы быть принято, за то для другихъ оно невѣроятно вслѣдствіе содержанія въ нихъ углеродистыхъ веществъ, окрашивающихъ гипсъ Перм-

скаго Известняка въ болѣе, или менѣе сѣрый, нерѣдко черный цвѣтъ. На нѣкоторыхъ дымчатосѣрыхъ конкреціяхъ, вблизи тончайшихъ известняковыхъ перегородокъ, я наблюдалъ легкую, зеленоватожелтую окраску, зависящую, какъ показываетъ тщательный осмотръ, отъ присутствія тонкаго порошка чистой сѣры. Последняя явно произошла чрезъ возстановленіе изъ гипса *). Въ виду этого трудно допустить, что гипсъ приносился водою изъ другой толщи слоевъ, сверху, или снизу, такъ какъ въ такомъ случаѣ, тотъ же растворъ долженъ былъ содержать углеводороды, которые, даже въ менѣе благопріятныхъ условіяхъ, именно въ твердыхъ гипсовыхъ конкреціяхъ, дѣйствуютъ на сѣрнокислую известь возстановляющимъ образомъ. Пусть, согласно съ мнѣніемъ Бишофа, продуктъ такого возстановляющаго процесса, сѣроводородъ могъ дать въ высшихъ слояхъ Известняка снова гипсъ, но возстановленія окрашивавшихъ его углеводородовъ ожидать нельзя. На мой взглядъ, присутствіе этихъ соединений весьма рѣшительно говоритъ противъ осажденія конкрецій изъ готоваго раствора, даже при условіи, что гипсъ образовался въ той же толщѣ слоевъ, такъ сказать, въ сосѣднихъ точкахъ, но былъ первоначально распределенъ иначе, потому что все отличіе этого предположенія состоитъ въ томъ, что гипсъ переносился на меньшее разстояніе. Кромѣ того, въ томъ и другомъ случаѣ одинаково непонятенъ процессъ формированія конкрецій. Известковыя конкреціи намъ понятны, когда мы принимаемъ, что дѣйствіемъ амміака, развивающагося въ гніющемъ органическомъ тѣлѣ, циркулирующая въ водѣ кислая углекислая известь превращается въ менѣе растворимую среднюю, какъ я старался доказать это въ статьѣ «О послѣтретичныхъ образованіяхъ по Волгѣ», стр. 45; конкреціи кремневые также можно себѣ объяснить дѣйствіемъ углекислоты на щелочной растворъ кремневой кислоты (см. мое примѣчаніе къ переводу Руководства Геологін, Ляйэлла, т. I, стр. 424); но что могло подать поводъ къ осажденію однажды

*) Въ «Опис. геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ.» я сообщалъ, что вполне аналогичнымъ процессомъ образовалось и образуется до сихъ поръ кристаллическая сѣра при Сукѣевѣ (близъ Тетюшъ).

раствореннаго гипса, если не пониженіе температуры, или не испареніе воды? и что въ состояніи было обусловить охлажденіе, или испареніе воды при конкреціяхъ, одновременно съ ея нагрѣваніемъ, или притокомъ на промежуточныхъ пунктахъ? Непонятность такого процесса приводитъ къ мысли, что и здѣсь конкреціи обуславливались органическими остатками и образовались химически, на мѣстѣ ихъ настоящаго нахожденія. Сѣроводородъ, развивавшійся при разложеніи погребенныхъ здѣсь организмовъ и углекислая известь частію ихъ собственныхъ раковинъ, составлявшихъ ближайшую массу известняка, частію принесенная въ растворѣ изъ другихъ мѣстъ, нуждалась для образованія гипса, только въ кислородѣ, а въ немъ едва ли могъ быть недостатокъ, если не въ видѣ свободнаго газа, проникавшаго въ породы съ атмосферной, или морской водою, то въ видѣ окиси желѣза, находящейся въ такомъ изобиліи, какъ окраска мергелей, глинь и песчаниковъ. Дѣйствительно, окись желѣза, такъ часто окрашивающая ядра окаменѣлостей и пустоты Пермскаго Известняка въ мѣстностяхъ, гдѣ гипса нѣтъ, никогда не встрѣчается здѣсь вмѣстѣ съ гипсомъ. Я даже могу указать только одно мѣсто — въ Сорочьихъ Горахъ, на Камѣ, гдѣ гипсъ и окись желѣза находятся, хотя въ различныхъ слояхъ, но въ одномъ и томъ же обнаженіи. Это было бы не совсѣмъ понятно, даже если мы примемъ, что вся присутствовавшая здѣсь окись желѣза была потреблена при образованіи гипса (превращена въ углекислую закись и унесена въ растворѣ), потому что естественно ожидать новѣйшаго образованія этого всюду распространеннаго окисла, особенно въ обнаженіяхъ, доступныхъ вліянію атмосфернаго кислорода; наконецъ извѣстно, что гипсъ часто сопровождается красными глинами и песчаниками, между прочимъ не дальше, какъ въ нашихъ Верхнихъ Полосатыхъ Мергеляхъ; но при этомъ не должно упускать изъ вида присутствіе въ гипсѣ Пермскаго Известняка углеводородовъ. Выше было замѣчено, что они дѣйствуютъ раскисляющимъ образомъ на гипсъ; такое же дѣйствіе производятъ они, конечно, и на образующуюся здѣсь окись желѣза. Гипсъ формации Полосатыхъ Мергелей, часто находящійся въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ красными породами, никогда не имѣетъ не только

чернаго, но и сѣраго цвѣта: онъ бываетъ бѣлый, розовый, оранжевый.

На основаніи изложенныхъ изображеній, я сильно склоняюсь въ пользу мнѣнія, что при разложеніи растительныхъ и животныхъ организмовъ медленно развивался сѣроводородъ, который, приходя въ прикосновеніе съ окисью желѣза, ближайшими частями известняка и просачивавшейся здѣсь водою, содержащей между прочимъ углекислоту, углекислую известь и кислородъ, давалъ воду и гипсъ. Ограниченнымъ количествомъ кислорода въ этомъ растворѣ (а можетъ быть и отсутствіемъ его) можно объяснить уничтоженіе окиси желѣза и остатокъ углеводовъ въ глубоко залегавшей толщѣ Пермскаго Известняка, тогда какъ въ выше-лежащихъ и, при томъ, рыхлыхъ слояхъ Полосатыхъ Мергелей осталась, или вновь явилась окись желѣза и совершенно исчезли изъ конкрецій углеводороды. Очень можетъ быть, что со времени первоначальнаго образованія многія массы гипса не разъ перемѣняли мѣсто въ слояхъ Известняка; но, я думаю, это можно допустить только относительно бѣлаго, или свѣтлосѣраго гипса.

Появленіе гипса въ формациі Пермскаго Известняка не могло обойтись безъ механическаго вліянія на всю толщу слоевъ и характеръ этого вліянія опредѣляется весьма положительно не смотря ни на какія вѣроятныя различія процесса: введенъ ли гипсъ въ видѣ готоваго раствора, образовался ли химически на счетъ принесенной въ растворѣ углекислой извести, или на счетъ окружающаго известняка, во всякомъ случаѣ дѣйствіе процесса на объемъ формациі одно и тоже; разница только въ его размѣрахъ. Хотя мелочныя варіаціи въ частностяхъ могутъ быть многочисленны и уловить ихъ нельзя, но не бесполезно разсмотрѣть нѣкоторый простѣйшій случай, который могъ бы служить точкою опоры въ нашихъ сужденіяхъ. Предположимъ, что гипсъ образуется химически на счетъ мѣстнаго известняка, сѣроводорода органическихъ остатковъ и окиси желѣза; допустимъ при этомъ, что на образованіе гипса идетъ вся сѣра организмовъ, которыхъ раковины доставили матеріалъ для известняка. (Хотя невѣроятно, чтобы вся эта сѣра участвовала въ реакціи, но за то также мало вѣроятно, чтобы здѣсь были погребены остатки только тѣхъ жи-

вотныхъ, которыя имѣютъ известковыя раковины и количество сѣры, доставляемой мягкими организмами, вполне можетъ служить для сохраненія предполагаемаго отношенія между этимъ элементомъ и углекислой известью)*). По Пайену (Payen, Précis theor. et prat., des substances alimentaires, 1865) раковина устрицы въ 10,34, а раковина *Mytilus edulis* въ 1,11 раза тяжелѣ мягкихъ частей; по Бишофу (Chem. und Phys. Geol., 2 Auf, B. I, s. 585) вѣсъ раковины устрицы отъ 7,57 до 2,78 раза превосходитъ вѣсъ мягкихъ частей. Среднее изъ этихъ чиселъ 5,60. Мы будемъ разсчитывать какъ на это среднее, такъ и на число, выражающее тоже отношеніе для *Mytilus* (1,11). По Пайену въ мягкихъ частяхъ устрицы около 0,74 бѣлковыхъ веществъ, а по анализамъ, приведеннымъ у Corrup-Bezanez, бѣлковыя вещества содержатъ среднимъ числомъ около 1% сѣры, что соотвѣтствуетъ данной Либеркюномъ формулѣ $C_{72} H_{56} N_3 O_{22} S$. На основаніи этихъ цифръ на 1 часть сѣры въ моллюскѣ приходится 719 частей углекислой извести, которая составляетъ 95% раковины (d'Archiac, Introduction à l'étude de Paleont. Stratigr.—vol. II, p. 525); слѣдовательно, на 16 частей сѣры (вѣсъ пая) 11504, или 230 паевъ углекислой извести. Для *Mytilus*, по тому же разсчету, на 1 часть сѣры 142 части углекислой извести, а на 16 частей—2272 ч. **). Для окисленія 16 частей сѣры нужно 280,5 частей водной окиси желѣза, превращающихся при реакціи въ закись, т. е. три пая. Такимъ образомъ процессъ совершается въ массѣ, состоящей изъ 230 паевъ углекислой извести, 3-хъ паевъ водной окиси желѣза и 1-го пая бѣлковыхъ ве-

*) Что касается до того, возможно ли на нѣкоторое время сохраненіе большаго количества органическихъ веществъ въ известнякѣ уже отложенномъ, то, мнѣ кажется, достаточно напомнить обыкновенное явленіе, такъ называемыхъ, вонючихъ известняковъ и сланцеватыхъ мергелей, до того пропитанныхъ углеродистыми веществами, что они горятъ и даютъ богатые продукты сухой перегонки.

**) Не нуждаясь здѣсь въ частичныхъ отношеніяхъ реагирующихъ веществъ, я беру простѣйшія эквивалентныя отношенія ихъ и принимаю $H = 1,0 = 8$ и т. д.

ществъ *). Удѣльный объемъ породъ я вычисляю, по примѣру Бишофа, раздѣляя вѣсъ участвующихъ въ процессѣ веществъ на ихъ удѣльный вѣсъ, руководствуясь выраженіемъ $v = \frac{a}{s}$, гдѣ v —объемъ, a —вѣсъ даннаго тѣла и s —его удѣльный вѣсъ. Въ слѣдующей таблицѣ приведены всѣ главные моменты разсчета.

Примѣчаніе. Удѣльный вѣсъ известняка, въ одной окиси желѣза и гипса взять, какъ средняя цифра, изъ Дана (Manual of Mineralogy) и Зенфта (Felsarten). Для удѣльнаго вѣса бѣлковыхъ веществъ взяты крайніе предѣлы maximum и minimum — 1,5 и 1,0; потому выводъ вездѣ двоякій, но дѣйствительный долженъ быть близокъ къ среднему. (По Шмидту, удѣльный вѣсъ альбумина, 1,2617 — Lehmann, Physiolog. Chem., 1853).

Параллельный расчетъ для Mytilus edulis. Можетъ быть подставленъ на мѣсто втораго столбца. ПРЕДЪ НАЧАЛОМЪ ПРОЦЕССА.				
И з в е с т н я к ъ .		Водная окись желѣза.		Бѣлковая вещества.
$44,4 \begin{smallmatrix} 68 & 208 \\ \text{CO}_2 & \text{CaO} \end{smallmatrix}$ $a = 2222 \overline{) 2,65} = s$ $v = 838,5$	$229 \begin{smallmatrix} 68 & 208 \\ \text{CO}_2 & \text{CaO} \end{smallmatrix}$ $a = 11454 \overline{) 2,65} = s$ $v = 4322,2$	$\begin{smallmatrix} 68 & 208 \\ \text{CO}_2 & \text{CaO} \end{smallmatrix}$ $a = 50 \overline{) 2,65} = s$ $v = 18,8$	$3 \begin{smallmatrix} 28 & 8 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & + 4,5 \text{H}_2\text{O} \end{smallmatrix}$ $a = 280,5 \overline{) 3,75} = s$ $v = 74,8$	$\begin{smallmatrix} 6 & 1 & 14 & 8 & 16 \\ \text{C}_{72} & \text{H}_{56} & \text{N}_9 & \text{O}_{22} & \text{S}_{16} \end{smallmatrix}$ $a = 806 \overline{) 1,5} = s \text{ max.}$ $\dots v = 537,3$ или: $a = 806 \overline{) 1,0} = s \text{ min.}$ $\dots v = 806$
$V = 1738,1 \text{ или } 1469,4$ $= I$		Сумма объемовъ, $V = 5221,8 \text{ или } 4953,1.$ $= I.$		

*) Для простоты я не ввожу въ разсчетъ небольшія количества пассивныхъ веществъ, содержащихся въ моллюскахъ, такъ какъ вліяніе ихъ на результатъ совершенно исчезающаго размѣра сравнительно съ вліяніемъ пассивнаго количества углекислой извести, столь различнаго въ средней цифрѣ и въ цифрѣ для Mytilus edulis.

ПО ОКОНЧАНИИ ПРОЦЕССА, въ случаѣ образованія гипса.				
Известнякъ.	Гипсъ.	Углекислая закись же- лѣза.	Углекислота, аммі- акъ, вода, углево- дороды.	
$44,4 \text{ CO}_2 \text{ CaO}$ $\alpha = 2222 2,65 = s$ $v = 838,5$	$229 \text{ CO}_2 \text{ CaO}$ $\alpha = 11454 2,65 = s$ $v = 4322,2$	$\text{SO}_3 \text{ CaO} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ $\alpha = 86 2,33 = s$ $v = 36,9$	$6 \text{ CO}_2 \text{ FeO}$ Уносится въ рас- творѣ. $v = 0.$	$7 \text{ CO}_2, 9 \text{ NH}_3, 2 \text{ H}_2\text{O}, \text{C}_{20} \text{ H}_{31}$ Унос. въ растворѣ. $\alpha = 91 1,5 = s \text{ max.}$ $v = 60,7$ или: $\alpha = 91 1,0 = s \text{ min}$ $v = 91$
$V' = 966,4 \text{ или } 936,1$ $= 0,556 \text{ или } 0,637$ $= 1,125 \text{ или } 1,087$	Среднее: $= 0,596$ $= 1,106$	Сумма объемовъ $V' = 4450,1 \text{ или } 4419,8$ (если $V = I$) (если $V'' = I$)	$= 0,852 \text{ или } 0,892$ $= 1,025 \text{ или } 1,018$	Среднее: $= 0,872$ $= 1,021$ (если $V = I$) (если $V'' = I$)

ПО ОКОНЧАНИИ ПРОЦЕССА, безъ образованія гипса.				
Известнякъ.	Углекислая закись же- лѣза.	Углекислота, аммі- акъ, вода, сѣрово- дородъ, углеводор.		
$44,4 \text{ CO}_2 \text{ CaO}$ $\alpha = 2222 2,65 = s$ $v = 838,5$	$229 \text{ CO}_2 \text{ CaO}$ $\alpha = 11454 2,65 = s$ $v = 4322,2$	$\text{CO}_2 \text{ CaO}$ $\alpha = 50 2,65 = s$ $v = 18,8$	$6 \text{ CO}_2 \text{ FeO}$ Уносится въ рас- творѣ. $v = 0.$	$\text{C}_{66} \text{ H}_{56} \text{ N}_9 \text{ O}_{19} \text{ S}$ Уносятся въ растворѣ. $v = 0.$
$V'' = 857,3$ $= 0,493 \text{ или } 0,585$ $= I.$	Среднее: $= 0,539$	Сумма объемовъ $V'' = 4341,0$ (если $V = I$)	$= 0,831 \text{ или } 0,876$ $= I.$	Среднее: $= 0,853$ (если $V = I$)

Сличая объемъ породы до образованія въ ней гипса, V , съ объемомъ ея послѣ образованія гипса, V' , мы видимъ странное, на первый взглядъ, явленіе — уменьшеніе объема въ отношеніи $1 : 0,872$, а для *Mytilus* — $1 : 0,596$, что противорѣчитъ изгибамъ известняковыхъ прослоекъ по конкреціямъ гипса; но дѣло въ томъ, что объемъ породы, безъ образованія гипса, уменьшается еще сильнѣе, въ отношеніи $1 : 0,853$, а для *Mytilus* $1 : 0,539$; вслѣдствіе чего, по окончаніи процесса (разложеніе органическихъ

веществъ), объемъ породы съ гипсомъ относится къ объему породы безъ гипса какъ 1,021 : 1, а для *Mytilus*—1,106 : 1, т. е. среднимъ числомъ болѣе приблизительно на $\frac{1}{50}$, для *Mytilus*—на $\frac{1}{10}$ больше. Объемъ же самого гипса, по отношенію къ известняку, составляетъ только $\frac{1}{117}$, для *Mytilus* $\frac{1}{22}$, тогда какъ вертикальное расширеніе известняковыхъ прослоекъ при гипсовыхъ конкреціяхъ во многихъ случаяхъ превосходитъ $\frac{1}{3}$. Это показываетъ, что условія образованія гипса были благопріятнѣе принятыхъ въ предыдущей таблицѣ, что здѣсь не обходилось безъ введенія посторонняго известковаго раствора, какъ это уже было замѣчено на предыдущихъ страницахъ. Извлекалась ли известъ изъ той же толщи въ сосѣднихъ мѣстахъ, или приносилось извнѣ, т. е. было ли увеличеніе объема только мѣстнымъ и относительнымъ, или абсолютнымъ—это мы увидимъ на слѣдующихъ страницахъ. Хотя показаніе, данное предыдущимъ расчетомъ, что разность объемовъ при образованіи гипса и безъ его образованія можетъ зависѣть въ сущности не отъ поднятія, а отъ опусканія, можетъ быть не лишено геологическаго интереса, но при обсужденіи разсматриваемыхъ здѣсь явленій не имѣетъ значенія, и я буду называть *относительно меньшія опусканія* поднятіями и *относительно меньшія горизонтальныя сокращенія*—растяженіями.

Основываясь на предыдущихъ, я полагаю, что образованіе гипса значительно участвовало въ произведеніи Антоновской, а можетъ быть и другихъ стратиграфическихъ складокъ, или даже совершенно ихъ обусловило. Такъ какъ при увеличеніи объема слоя, вслѣдствіе химическаго процесса въ породѣ, необходимо должно увеличиться и его горизонтальное протяженіе, то происхожденіе побочныхъ стратиграфическихъ волнъ вполне естественно.

Теперь обратимся къ вопросу: какимъ образомъ относились къ увеличенію объема тѣ слои формации, которые не заключаютъ гипса и, слѣдовательно, сами не увеличивались въ объемѣ.

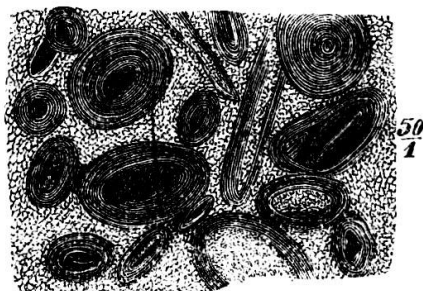
Доломитовый известнякъ. Обыкновенно въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ гипсомъ находится известнякъ. Хотя явленія, подобныя изображеннымъ на фиг. 10-й, показываютъ способность тон-

кихъ прослоекъ этой породы изгибаться по конкреціямъ гипса, но не должно забывать, что мы здѣсь видимъ только результатъ сгибанія и не знаемъ, въ чемъ собственно состоялъ самый процессъ: было ли это сгибаніе чисто механическое, основывавшееся единственно на упругости тѣла, или здѣсь совершался еще вспомогательный физико-химическій процессъ? Можно думать, что механическое сгибаніе совершалось съ чрезвычайной медленностью, такъ сказать микроскопическими шагами, но что въ то же время происходило въ породѣ раствореніе и осажденіе, или одно осажденіе частицъ, посредствомъ котораго промежутки между раздвинутыми при сгибаніи частицами замѣщались и тѣмъ обуславливалась возможность дальнѣйшаго механическаго движенія. При такомъ ходѣ дѣла достаточно самой ничтожной упругости, чтобы, не выходя изъ ея предѣла, произвести самые крутые перегибы. Я теперь не имѣю намѣренія и не вижу нужды доказывать, что явленіе совершалось именно такъ; я хочу только напомнить, что сообщенная за нѣсколько страницъ изогнутость известняковыхъ прослоекъ не можетъ и не должна удерживать насъ отъ сужденія, что если известнякъ оставался пассивною массой, въ которой не происходили молекулярныя передвиженія, то, вслѣдствіе развитія гипса, эта хрупкая, нерастяжимая порода должна была подвергнуться растрескиванію, а чрезъ это и нѣкоторымъ другимъ нарушеніямъ напластованія. Не находя такихъ нарушеній, за исключеніемъ тѣхъ, которыя зависятъ отъ послѣ совершающагося размыванія нижележащаго гипса, мы вынуждены предположить, что известнякъ не оставался мертвою массой, лишенной внутреннихъ процессовъ; а если ближайшій осмотръ его не давалъ бы этому подтвержденія, то пришлось бы усомниться въ нашемъ взглядѣ на образованіе и механическое дѣйствіе гипса. Усомниться намъ, однако, не придется. Нагляднѣйшимъ доказательствомъ процессовъ, совершавшихся здѣсь послѣ отложенія формации, служитъ состояніе окаменѣлостей: въ большинствѣ мѣстонахожденій вмѣсто раковинъ моллюсковъ встрѣчаются пустоты съ внутреннимъ и наружнымъ отпечатками. Въ области гипса, къ которой принадлежитъ западная часть обслѣдованной мною мѣстности, т. е. пункты по Волгѣ и въ низовьѣ Камы, я знаю только два мѣста,

гдѣ въ необыкновенно плотныхъ слояхъ известняка еще сохранились самыя раковины: это — Ключищи и одинъ пунктъ между Морквашами и Свіяжскомъ; ни въ томъ, ни въ другомъ гипса въ обнаженіи не видно. Напротивъ того, выше по Камѣ, при устьяхъ Берсута, Вятки, при Елабугѣ, въ Среднемъ ярусѣ Известняка и частію въ Верхнемъ сохранились самыя створки. Что это не обусловлено различіемъ фауны, которое дѣйствительно отчасти существуетъ, показываютъ формы общія восточнымъ и западнымъ мѣстонахожденіямъ; таковы: *Productus Cancrini*, *Strophalosia horrescens*, *Terebratula elongata*, *Clidophorus Pallasi*, *Murschisonia subangulata*, *Turba Burtasorum* и др. Соотвѣтственно состоянію окаменѣлостей, самая масса известняка представляетъ ясный слѣдъ совершавшагося въ ней процесса: Нижній Известнякъ при Богородскомъ, Средній при Антоновскихъ пещерахъ и Верхній въ Бѣловольскѣ, Морквашахъ, Печищахъ, Буртасахъ, а также во многихъ мѣстностяхъ по Камѣ, имѣетъ особенную мелкую пузыристость, часто дѣлающую его сходнымъ на ошупь и по виду съ пемзой. Всего лучше наблюдается эта пузыристость, или пористость, въ верхней половинѣ Верхняго Известняка между Буртасами и Красновидовымъ. Тонкостѣнные пузырьки, образующіе породу, доходятъ до 1 миллиметра въ діаметрѣ и обыкновенно не сообщаются другъ съ другомъ. Известнякъ этотъ постепенно переходитъ книзу въ мелко-оолитовый, котораго шлифы показываютъ, что въ центрѣ сферическаго концентрически наслоеннаго зернышка находится неоднородная съ остальной массой частица, отличающаяся цвѣтомъ или прозрачностью; въ нѣкоторыхъ легко узнается песчинка. Ниже этого слоя, при отсутствіи всякой опредѣленной границы, мы находимъ песчаный известнякъ, даже известковистый песокъ. Несомнѣнно, что оолитовый известнякъ образовался чрезъ инфильтрацію известковаго раствора въ песокъ или песчанистый известнякъ. Но размѣры оолитовыхъ зеренъ и пузырьковъ вышележащаго пористаго известняка и незамѣтный переходъ одной породы въ другую невольно вызываютъ представленіе, что еслибъ возможна была инфильтрація въ оолитовый известнякъ такой жидкости, которая, оставляя нетронутою углекислую известь, растворила бы

кварцевыя зерна, то долженъ получиться пористый известнякъ. Подобной реакціи мы, конечно, не предположимъ, да и не имѣемъ въ томъ нужды, потому что песокъ, преобладающій внизу, постепенно пропадаетъ вверху оолитоваго слоя, при чемъ самое зерно его становится почти микроскопически мелко; въ вышележащемъ пористомъ известнякѣ песку, очевидно, никогда не было, но могли быть зерна, которыя дѣйствительно способны рѣстворяться. Были ли они? За отвѣтомъ слѣдуетъ обратиться къ восточнымъ пунктамъ на Камѣ, гдѣ, какъ показываетъ состояніе окаменѣлостей, молекулярные процессы въ породахъ были слабѣе. Верхній ярусъ известняка тамъ представляетъ вполнѣ сходную пористую породу, съ тѣмъ различіемъ; что онъ содержитъ многочисленныя буроватосѣрыя, сравнительно очень крѣпкія конкреціи. Разсматривая ихъ, мы видимъ, что это ничто иное, какъ тотъ же и въ той же степени пористый известнякъ, но пузырьки его не пусты, а выполнены сѣрыми известковыми зернами оолитоваго вида. Шлифы этой породы изъ Елабуги превосходно показываютъ подъ микроскопомъ исторію ея образованія. На фиг. 12 видно, что буроватые, оолитовыя зерна образовались, какъ конкреціи, отложеніемъ концентрическихъ слоевъ вокругъ неправильныхъ частицъ, явно органическаго происхожденія, потому что многія изъ нихъ до сихъ поръ представляютъ черный, совершенно непрозрачный уголь, другія буроваты, третьи исчезли вовсе, оставивъ пустоты. Это былъ первый процессъ формированія известняка сейчасъ по его отложеніи. Второй процессъ состоялъ въ инфильтраціи и отложеніи между оолитовыми зернами безцвѣтнаго, мелко - кристаллическаго минерала, который теперь всюду заполняетъ промежутки и образуетъ пузырьки, остающіеся при раствореніи оолитовыхъ зеренъ. И такъ, гдѣ отчасти уцѣлѣли раковины моллюсковъ, отчасти уцѣлѣли и оолитовыя зерна известняка, гдѣ окаменѣлости встрѣчаются единственно въ видѣ ядеръ, отсутствуютъ оолитовыя зерна и порода состоитъ изъ пузыристой массы, образовавшейся какъ бы чрезъ

Фиг. 12.



инфильтрацію въ оолитовую породу. Такая комбинація очень ясно говоритъ, что оолитовыя зерна имѣли составъ, одинаковый съ раковинами, а настоящій пористый известнякъ, также какъ и нижележащій песчано-оолитовый, инаго состава. Химическіе анализы, произведенные въ лабораторіи Казанскаго университета студентомъ 4-го курса, г. Тидеманомъ, который обязательно сообщилъ мнѣ ихъ результаты, показываютъ, что пористый известнякъ Верхняго яруса въ Печищахъ содержитъ: углекислой извести 58%, углекислой магнезій 39%, нерастворимыхъ частей 2,3%; песчаный мергель (и нечистый известковый песокъ) подъ оолитовымъ слоемъ, между Красновидовымъ и Антоновкой: углекислой извести 42,5%, углекислой магнезій 32,5%, нерастворимыхъ частей 24%. Подобный составъ имѣютъ и всѣ другіе слои Известняка на Волгѣ, за исключеніемъ Свѣжскаго обнаженія, гдѣ углекислой извести 21%, нерастворимыхъ частей 77%. Въ восточныхъ обнаженіяхъ, въ Среднемъ ярусѣ Известняка, магнезій составляетъ, по отношенію къ одной только извести, 22%, 12%, 5%. Слѣдующая таблица содержитъ всѣ 11 анализовъ, сдѣланныхъ г. Тидеманомъ.

	Свѣжск., Известнякъ Верхняго яруса. Обн. XVII. Слой 3-й.	Печищи. Пористый известнякъ Верхняго яруса. Обн. XXI. Слой 10-й.	Печищи. Крѣпкій сѣрый известнякъ Средняго яруса. Обн. XXI. Слой 5-й.	Бурасы. Рыхлый бѣлый слой надъ пористымъ известн. Верхняго яруса. Обн. XXVI. Слой 9-й.	Красновидово. Песчаный мергель въ основаніи Верхняго яруса. Обн. XXVIII. Слой 1-й.	Богородское. Сѣроватый, непористый извест. Нижняго яруса. Обн. XXXI. Слой 1-й.	Устье рѣки Берсуга. Желтоватый известн. Средняго яруса. Обн. VII. Слой 1-й.	Кутыкина. Сѣроватый известн. съ растеніями, Верхняго яруса. Обн. VI. Слой 9-й.	Кутыкина. Известнякъ съ пустотами форм Prod. и Spir., Средн. яруса. Обн. VI. Слой 3-й.	Устье рѣки Вятки. Песчаный известнякъ. Средн. яруса. Обн. III. Слой 3-й.	Котловка. Песчаный известнякъ Средн. яруса. Обн. II. Слой 2-й.
Углекислой извести.....	21,0	58,0	56,5	53,0	42,5	45,2	72,0	92,0	70,2	85,0	82
Углекислой магнезій.....	?	39,0	40,0	46,0	32,5	35,0	10,0	7,0	20,0	1,0	2,0
Гипса.....	слѣды.	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Нераствор. веществъ.....	77,0	2,3	3,9	1,0	24,0	0,7	17,5	слѣды.	9,5	14,0	16,0

Чтобы сдѣлать значеніе этихъ цифръ, съ нашей точки зрѣнія, болѣе нагляднымъ, я перечисляю анализы такъ, какъ будто въ породахъ содержатся только углекислыя соли и выставляю процентное содержаніе одной магнезій (слѣдовательно, дополнительное число до 100 представляетъ процентное количество извести); притомъ я располагаю эти числа такъ же, какъ лежатъ анализированныя породы въ вертикальномъ разрѣзѣ отъ запада къ востоку.

	Правый берегъ Волги.	Устье Берсута.	Кузькина.	Устье Вятки и Котловка.
Верхній ярусъ. . .	46%		7%	
	40%			
	43%			
Средній ярусъ	40%	12%	22%	1%—2%
Нижній ярусъ	44%			

Какъ ни малъ рядъ этихъ цифръ, но онъ ясно показываетъ, что количество магнезій въ Известнякѣ уменьшается въ томъ же направленіи, въ которомъ уменьшается раствореніе раковинъ и масса гипса. Не въ правѣ ли мы заключить, что увеличеніе процентнаго количества магнезій есть также результатъ химико-геологическаго процесса, какъ раствореніе извести и образованіе гипса? Конечно, не иначе, потому что прямое образованіе доломитоваго известняка въ морѣ есть уже, само по себѣ, дѣло невѣроятное. Морскіе известняки суть продуктъ органической жизни и слагаются изъ твердыхъ частей моллюсковъ, коралловъ, корненожекъ и другихъ морскихъ животныхъ — таковъ одинъ изъ основныхъ тезисовъ современной геологіи. Эти твердыя части заключаютъ обыкновенно не болѣе 2% магнезій и только у немногихъ формъ она доходитъ до 7½% (Bischof, Ch. u. Ph. Geol. V. II., 131; d'Archiae, Intr. à l'étude de Paleont. stratigr. v. II. 525); отсюда слѣдуетъ, что неизмѣнный морской известнякъ не можетъ содержать болѣе указываемаго этими цифрами количества магнезій и всякое высшее содержаніе свидѣтельствуетъ о

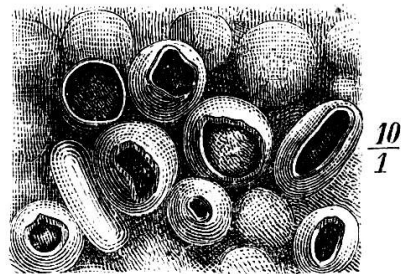
позднѣйшей доломитизаціи *). Быть можетъ, нѣкоторые геологи не признаютъ этихъ тезисовъ, и стали бы объяснять явленіе иначе, однако до сихъ поръ другія объясненія были такъ неудачны, что едва ли благоразумно повторять ихъ. Какъ бы то ни было, въ виду микроскопическаго строенія породы, о которомъ уже была рѣчь выше и еще будетъ впереди, нельзя колебаться признать *позднѣйшую* доломитизацію Пермскаго Известняка. Бишофъ (Chem. u. Phys. Geol., В. III, sp. 78) формулируетъ 4 возможныхъ способа доломитизаціи, изъ которыхъ мы возьмемъ только три, такъ какъ четвертый способъ есть частный видъ третьяго. Известнякъ можетъ быть доломитизованъ: 1) чрезъ приобрѣтеніе углекислой магнезій безъ потери углекислой извести, 2) чрезъ потерю углекислой извести безъ приобрѣтенія извнѣ углекислой магнезій (полагая, что небольшое число процентовъ этой соли присутствуетъ въ породѣ отначала), 3) чрезъ приобрѣтеніе углекислой магнезій и потерю углекислой извести. Первый способъ влечетъ за собою увеличеніе объема породы, второй — уменьшеніе, въ третьемъ возможно и то, и другое и зависитъ отъ относительныхъ количествъ извести и магнезій. Доломитизація Пермскаго Известняка совершалась не по первому способу, потому что раствореніе раковинъ моллюсковъ и оолитовыхъ зеренъ, также какъ кристаллы известковаго шпата въ пустотахъ ясно свидѣтельству ютъ объ извлеченіи изъ породы углекислой извести. Невѣроятнъ и второй способъ, такъ какъ при томъ огромномъ уменьшеніи массы и объема, которое онъ производитъ, ядра и отпечатки окаменѣлостей должны быть, если не совершенно уничтожены, то сильно искажены; между тѣмъ встрѣчающіеся здѣсь ядра и отпечатки не только вполне ясны, правильны, но имѣютъ совершенно

*) Наблюденія Бишофа (Ch. u. Ph. Geol. В. I, s. 613 и др.), показали, что сильно доломитовые известняки могутъ образоваться при посредствѣ нѣкоторыхъ растений; но растения эти прѣсноводныя и доломитовыя отложенія могутъ быть только весьма ограниченныя; можно, конечно, предположить, что прежде существовали, или даже и теперь есть, морскія растения подобнаго свойства; но признавая за геологами право дѣлать всѣ возможные предположенія, мы не согласимся однако видѣть въ такой гипотезѣ *доказательство* въ пользу отложенія доломита въ морѣ.

гладкую, сливную поверхность даже въ пористомъ известнякѣ *); кромѣ того, имѣя въ виду сказанное выше о происхожденіи пузырьковъ въ пористомъ известнякѣ, мы едва ли можемъ сомнѣваться, что хотя масса породы при доломитизаціи сильно уменьшилась, но объемъ ея остался приблизительно тотъ же. Правда, мы не знаемъ, на сколько именно уменьшилась масса породы, но при доломитизаціи безъ введенія магnezіи извнѣ едва ли бы могла получиться пузыристая структура: извлеченіе углекислой извести изъ оолитовыхъ зеренъ должно уменьшать объемъ ихъ, или плотность, но нѣтъ повода думать, что образовавшіяся изъ нихъ доломитовыя частицы выполняютъ промежутки между зернами, или расположатся по ихъ периферіи. Конечно, при доломитизаціи на счетъ посторонней магnezіи, совершалась и доломитизація на счетъ магnezіи мѣстной, но это не больше какъ побочный процессъ. Всего лучше демонстрируетъ явленіе кусокъ пузыристаго доломитоваго известняка, изображенный на фиг. 13.

Онъ состоитъ изъ отдѣльныхъ плотныхъ пузырьковъ, содержащихъ внутри полость и невыполняющее ее, почти свободное, очень рыхлое ядро. Пусть притекаетъ къ оолитовому зерну известняка слабый растворъ кислой углекислой магnezіи: образуя съ периферическими частицами его доломитъ,

Фиг. 13.



онъ производитъ твердую кору, пузырекъ; растворъ, проникающій въ зерно глубже и лишенный при поверхности магnezіи, дѣйствуетъ уже только своей углекислотой на углекислую известь, которая извлекается и оставляетъ рыхлое доломитовое ядро. Извлеченный такимъ образомъ растворъ углекислой извести, встрѣчаясь съ притекающимъ въ породу магnezіальнымъ растворомъ, осаждаетъ доломитъ въ промежуткахъ оолитовыхъ зеренъ, и

*) Эта гладкость поверхности ядеръ и отпечатковъ становится совершенно понятною, какъ скоро мы представимъ, что раковина играла здѣсь роль оолитоваго зерна и что оставленная ей пустота есть тотъ же пузырекъ пористой породы. На нѣкоторыхъ образахъ ясно наблюдается тонкій непрерывный, доломитовый слой, облекавшій прежде существовавшую раковину.

весьма естественно, что структура *свободныхъ пузырьковъ*, изображенная на фиг. 13, можетъ встрѣтиться только рѣдко, въ нѣкоторыхъ исключительныхъ обстоятельствахъ. Я, дѣйствительно, только одинъ разъ, и то въ небольшомъ кускѣ, встрѣтилъ ея образчикъ. Изображенные на фиг. 12 Елабужскія конкреціи, въ которыхъ оолитовыя зерна, еще не разрушенныя процессомъ, уже облечены доломитовой оболочкой, вполне подтверждаютъ высказанный взглядъ и не оставляютъ сомнѣнія, что оболочка образуется, по крайней мѣрѣ, частію, независимо отъ зеренъ. Итакъ, эта черта структуры показываетъ, что замѣщеніе извести не шло тѣмъ путемъ, который нѣкоторыя, повидимому, представляютъ, а именно пай за пай, *на самомъ мѣстѣ* известковой частицы: если процессъ однажды начался, обуславливая структуру, представленную на фиг. 13, и извлеченная изъ породы известъ циркулируетъ въ растворѣ, то, какъ сказано выше, притекающая извнѣ магнезія естественно дѣйствуетъ на этотъ растворъ, а не на твердые известковыя частицы. Смотри на дѣло такимъ образомъ, мы найдемъ вполне понятнымъ облеченіе зеренъ извнѣ и ихъ почти полное раствореніе; доставленный ими известковый растворъ, приходя въ прикосновеніе съ магнезіальнымъ растворомъ, отчасти идетъ на облеченіе другихъ зеренъ и т. д. Или слѣдуетъ думать, что извнѣ приносилась не одна магнезія, но и известъ, въ видѣ готоваго доломита, тогда какъ известъ, растворенная въ породѣ, вся выносилась вонъ? Можетъ быть, но я не вижу средствъ рѣшить этотъ вопросъ, а склониться къ такому воззрѣнію значило бы безъ причины усложнить представленіе о процессѣ. Такую причину нельзя видѣть въ неудававшихся до сихъ поръ попыткахъ доломитизовать углекислую известъ искусственно, во-первыхъ потому, что затруднительность объясненія ни какимъ образомъ не уменьшается, такъ какъ ^{гор} ~~линейный~~ растворъ доломита (къ тому же столь трудно растворимаго), гдѣ бы то ни было, долженъ былъ приготовиться; во-вторыхъ потому, что Бишофъ приводитъ опытъ, показывающій, мнѣ кажется, довольно рѣшительно возможность искусственнаго образованія доломита, если реакція совершается въ теченіи долгаго времени: я говорю о растворѣ кислой углекислой магнезіи, содержащейся вмѣстѣ съ углова-

тыми кусочками мѣла въ герметически закупоренномъ сосудѣ; жидкость помутилась только по прошествіи пяти лѣтъ и мутность эта не можетъ быть приписана ничему, кромѣ образованія доломита (Chem. u. Ph. Geol., I Auf., B. II, s. 1120). Такъ, или иначе, но весьма возможно, что часть раствора углекислой извести, извлекавшейся изъ породы при доломитизаціи, шла на образованіе гипсовыхъ конкрецій (см. стр. 55 и предъид.). Были ли, однако, оба процесса одновременны?

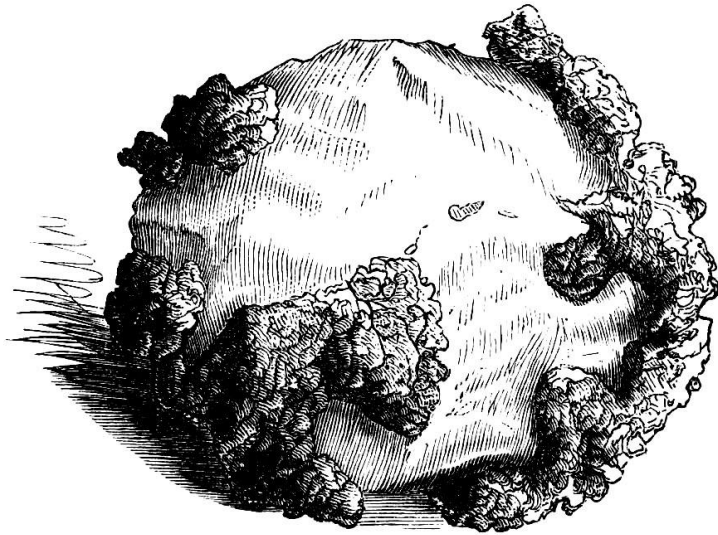
Читатель припомнитъ, что мы затронули процессъ доломитизаціи по поводу вопроса объ отношеніи известняка къ увеличенію объема формаціи вслѣдствіе развитія гипса. Мы вывели съ достаточною вѣроятностью, что объемъ доломитоваго известняка не измѣнился значительно; слѣдовательно, если бы процессъ этотъ предшествовалъ образованію гипса, то произведенныя послѣ трещины и другія нарушенія первоначальнаго напластованія остались бы до настоящаго времени памятникомъ такой послѣдовательности явленій. Елабужскія конкреціи, кромѣ того, показываютъ, что доломитизація сопровождалась извлеченіемъ изъ породы углеводородовъ, такъ что при послѣдующемъ наступленіи гипсоваго процесса, конкреціи гипса не могли бы получить темносѣрой и черной окраски, которую мы въ нихъ наблюдаемъ *). Едва ли вѣроятно также, чтобы доломитизація наступила по окончаніи гипсоваго процесса, такъ какъ мы находимъ гипсъ въ пустотахъ, оставшихся послѣ растворенія раковинъ и частичекъ известняка (стр. 45). Правда, мнѣ не удавалось наблюдать черный гипсъ въ раковинныхъ пустотахъ (хотя въ конкреціяхъ, заключенныхъ въ рыхлой, повидимому доломитизованной породѣ, я находилъ его; анализа породы однако не сдѣлано) и можно, конечно, думать, что нахожденіе его въ этихъ условіяхъ, напр. въ Нижнемъ Известнякѣ Антоновскихъ горъ, есть результатъ вторичнаго перенесе-

*) Пузыристыя части известняка свѣтложелтоваты, тогда какъ конкреціи сѣры; подъ микроскопомъ оолитовыя зерна буроваты и содержатъ частицы угля; въ окраскѣ углеродистыми веществами нельзя сомнѣваться. Это обстоятельство служитъ вмѣстѣ съ тѣмъ ручательствомъ, также какъ и для гипсовыхъ конкрецій, что оолитовыя зерна—образованіе первоначальное, пузырьки же — послѣдующее, а никакъ не обратно.

нія и осажденія; мнѣ кажется, впрочемъ, что не только трудно, но и едва ли основательно добиваться совершенно точнаго разграниченія этихъ эпохъ, не по недостаточности наблюдений, а по самой сущности предмета: весьма правдоподобно, что какъ доломитизація, такъ и осажденіе гипса на новыхъ мѣстахъ (но не образование) совершаются въ нѣкоторыхъ пунктахъ и нѣкоторыхъ слояхъ до настоящаго времени, тогда какъ въ другихъ онѣ окончены и смѣнились новымъ, нынѣ совершающимся процессомъ—отложеніемъ кремня. Можно различать въ Пермскомъ Известнякѣ по Волгѣ два рода кремня: дымчатотемный, образующій большія, болѣе или менѣе округленныя конкреціи въ Среднемъ Известнякѣ Антоновскихъ горъ и блѣдноголубой агатъ (халцедонъ), встрѣчающійся неправильными, бугорчатыми, часто вѣтвистыми конкреціями въ верхнихъ частяхъ Верхняго яруса. Попадаютъ, разумѣется, конкреціи самыхъ разнообразныхъ оттѣнковъ и очертаній, но онѣ или группируются около выше упомянутыхъ, типичныхъ, или должны быть оставлены внѣ классификаціи, о которой идетъ рѣчь. Голубой агатъ находится въ самой тѣсной связи съ гипсомъ и встрѣчается, если не исключительно, то преимущественно въ бѣломъ, рыхломъ, доломитовомъ известнякѣ окрестностей Красновидова (Опис. геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., обн. XXVIII, слой 4-й); происхожденіе слоя совершенно ясно: это былъ тонко наслоенный доломитовый известнякъ со множествомъ гипсовыхъ конкрецій, характеръ, сохраненный этимъ слоемъ, какъ въ болѣе южныхъ, такъ и въ болѣе сѣверныхъ обнаженіяхъ, гдѣ нерѣдко попадаютъ особенно интересныя комбинаціи кремня и гипса. Фиг. 14 представляетъ снѣжнобѣлый, мелкозернистый гипсъ, охваченный вѣтвистою латвою оправой блѣдноглубаго цвѣта съ бѣловатою скульптурой; агатъ, очевидно, отложился послѣ гипса и при томъ непосредственно на его поверхности. Между Красновидовымъ и Антоновкой, также въ Пановой горѣ, къ сѣверу отъ с. Буртасы, я наблюдалъ облеченіе гипса кремнемъ въ различныхъ стадіяхъ развитія. Нѣкоторыя конкреціи гипса, даже нѣкоторыя части конкрецій представляютъ на поверхности едва замѣтные, матовобѣлые, шероховатые бугорки, которые на другихъ сливаются въ звѣздовидныя, бородавчатыя

пятна, а на третьихъ образуютъ сплошную кору, какъ обыкновенно въ такъ называемыхъ облекающихъ псевдоморфозахъ. Интересно, что та-

Фиг. 14.



кіе кремневые футляры встрѣчаются иногда пустые, сохраняя всѣ особенности формъ растворенной гипсовой конкреціи; еще болѣе замѣчательно, что прослойка пестрой кремневой брекчии, помѣченная

въ Опис. геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., обн. XXV, подъ № 3, произошла чрезъ сдавливаніе такихъ хрупкихъ футляровъ, образовавшихъ прежде кору на конкреціонномъ гипсовомъ слоѣ, какъ я убѣдился при сличеніи многочисленныхъ образчиковъ. Понятно, что неизбѣжнымъ слѣдствіемъ этого было осѣданіе вышележащихъ массъ. Большое число подобныхъ явленій показываетъ, что гипсъ верхнихъ слоевъ Известняка растворяется и частію замѣняется кремнемъ. Слѣдуетъ ли думать, что осажденіе агата на гипсовыхъ конкреціяхъ есть явленіе случайное, обусловленное, напримѣръ, тѣмъ, что растворяющійся гипсъ оставляетъ пустоты, которыми агаты пользуется, или тутъ есть болѣе прямая, непосредственная зависимость? Пока не знаю, но не теряю надежды, что дальнѣйшія наблюденія могутъ разъяснить это. Къ темному кремню Средняго яруса (напр., Лос. сіт., обн. XXIX, слой 1-й) нельзя отнести того, что сказано о голубомъ агатѣ: онъ долженъ быть одновременнаго съ гипсомъ происхожденія, но тоже встрѣчается только въ гипсовыхъ мѣстностяхъ; кстати прибавить, что свойственный этому кремню темный (иногда почти черный) цвѣтъ зависитъ, по всей вѣроятности, также отъ углеводовъ, какъ и цвѣтъ чернаго гипса и оолитовыхъ зеренъ въ Елабужскихъ кон-

креціяхъ. Цвѣтъ этотъ совершенно чуждъ нынѣ отлагающемуся кремню.

Возвращаясь къ прерванной рѣчи о механическихъ процессахъ въ Пермской формации, я могу, кажется, сказать, что взаимныя отношенія доломитоваго известняка и гипса говорятъ въ пользу одновременности процессовъ и предположеніе, что выдѣлявшаяся при доломитизаціи углекислая известь шла на образованіе гипса — очень вѣроятно, а въ такомъ случаѣ относительное увеличеніе объема формации при развитіи гипса (стр. 55) совершалось косвенно на счетъ принесенной извнѣ магнезін и могло превратиться въ абсолютное *) Одновременность образованія гипса и доломитизаціи объясняетъ, во-первыхъ, возможность сгибанія хрупкихъ прослоекъ породы надъ и подъ гипсовыми конкреціями, во-вторыхъ, отсутствіе видимыхъ признаковъ растяженія при образованіи стратиграфическихъ складокъ: химическій процессъ, касавшійся, такъ сказать, каждой точки породы и вспомошествоваемый давленіемъ вышележащихъ массъ, постоянно обусловливалъ возможность равномернаго молекулярнаго движенія, соотвѣтственно напору растягивающей силы, дѣйствовавшей, конечно, весьма медленно. На первый взглядъ можетъ показаться, что растяженіе это, незамѣтное въ однообразной массѣ доломитоваго известняка, ясно выразилось бы въ формѣ отпечатковъ и ядеръ окаменѣлостей; но стоитъ взять въ расчетъ мѣру растяженія, чтобы убѣдиться въ незначительности искаженія отпечатковъ: средняя мѣра должна равняться отношенію линейной длины всѣхъ изгибовъ складки къ проэкціонной длинѣ ихъ на горизонтальной плоскости. По приблизительному расчету, для Антоновской складки расширеніе слоя много меньше, чѣмъ на $\frac{1}{100}$, такъ что только въ самыхъ крупныхъ экземплярахъ раковинъ, и то по длинѣ ихъ, оно составило бы меньше 1 миллиметра — величина, лежащая въ предѣлахъ обыкновенной, индивидуальной варіаціи экземпляровъ. Не смотря на то, и слѣдовательно въ противорѣчіе этому, неподалеку отъ главной Антоновской антиклинальной оси, въ мергелистомъ известнякѣ, переслаивающемся съ пескомъ, на границѣ

*) Ближайшій разборъ этого я оставляю до другаго времени.

Верхняго и Средняго ярусовъ (Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., обн. XXX, слой 8-й) наблюдаются сильно искаженные ядра раковинъ. Искривленіе рѣдко представляет изломы, обыкновенно искривленіе и растяженіе *въ различныхъ направленіяхъ*, безъ всякаго слѣда разрывовъ. Я объясняю себѣ это явленіе не боковымъ, а вертикальнымъ давленіемъ (снизу вверхъ и сверху внизъ), подобно тому, какъ объясняютъ происхожденіе стилолитовъ и потому не нахожу здѣсь противорѣчія съ вышеприведеннымъ, среднимъ расширеніемъ известняка.

Но если отсутствіе изломовъ въ доломитизованной породѣ можно объяснить изложеннымъ способомъ, то все же оно не должно имѣть мѣста въ другихъ, не доломитовыхъ слояхъ, каковы глины и песчаники Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей и нѣкоторые пласты самой формаціи Известняка. При этомъ мы должны однако, взвѣсить вопросъ: на сколько вѣроятно участіе даннаго слоя въ движеніи, причиненномъ растяженіемъ другаго слоя (если, разумѣется, оба они принадлежатъ къ одной стратиграфической группѣ). Понятно, что пассивный слой, непосредственно соприкасающійся съ активнымъ, находится подъ вліяніемъ двухъ борющихся силъ: силы внутренняго сцѣпленія и силы внѣшней связи съ активнымъ слоемъ; или, такъ какъ, съ одной стороны, различаемые нами слои въ дѣйствительности обыкновенно не разграничиваются такъ отчетливо, какъ напр. наложенныя одна на другую отдѣльныя пластинки стекла, дерева, бумаги, но сливаются въ общую массу, а съ другой стороны, могутъ быть по произволу разбиты на болѣе мелкія прослойки, то вѣрнѣе говорить не о внутреннемъ и внѣшнемъ сцѣпленіи слоевъ, а просто о горизонтальномъ и вертикальномъ сцѣпленіи наслоенной толщи. Нѣтъ надобности доказывать, что горизонтальное сцѣпленіе обыкновенно много сильнѣе вертикальнаго. Последнее прямо зависитъ отъ давленія, или массы вышележащихъ породъ; слѣдовательно, чѣмъ дальше въ вертикальномъ направленіи лежитъ пассивный слой отъ активнаго, тѣмъ меньше будетъ онъ участвовать въ движеніи. Различная мѣра движенія неизбѣжно предполагаетъ, что слои въ большей или меньшей степени *скользятъ* по другимъ слоямъ. Не смотря на простоту такого сужденія, я нашелъ бы постановку

его слишком смѣлою, особенно въ виду тѣхъ слѣдствій, которыя отсюда вытекаютъ, если бы не находилъ фактическаго подтвержденія въ стратиграфическихъ отношеніяхъ нѣкоторыхъ слоевъ мергеля къ песчанику, обнаруженныхъ при западномъ концѣ города Чебоксаръ и изображенныхъ на фиг. 3. По незначительному масштабу изгибовъ мергеля, я не могу считать это явленіе ни чѣмъ инымъ, какъ результатомъ боковаго давленія на пластичный слой, заключенный между двумя твердыми. Въ предъидущемъ были изложены наведенія, говоряція въ пользу эквивалентности чебоксарскихъ мергелей и песчаниковъ развитой юго-восточнѣе формации Известняка; полагая затѣмъ, что изогнутый мергель есть продолженіе одного изъ постояннѣйшихъ пластовъ Известняка, въ чемъ насъ уполномочиваетъ его петрографическая *facies*, мы вправѣ представить, что произведенное на него боковое давленіе было значительнѣе того, которому подвергся вышележащій песчаникъ. Интереснѣйшее слѣдствіе того, что слои движутся, такъ сказать, порознь, состоитъ въ огромномъ треніи, которое, конечно, развиваетъ теплоту. Замѣчу кстати, что мало мѣстностей и мало формаций обнаруживаютъ столь ничтожную (сравнительно) степень метаморфизма, какъ наша Пермская, что приводитъ къ убѣжденію, объ общегеологическомъ значеніи указаннаго источника теплоты.

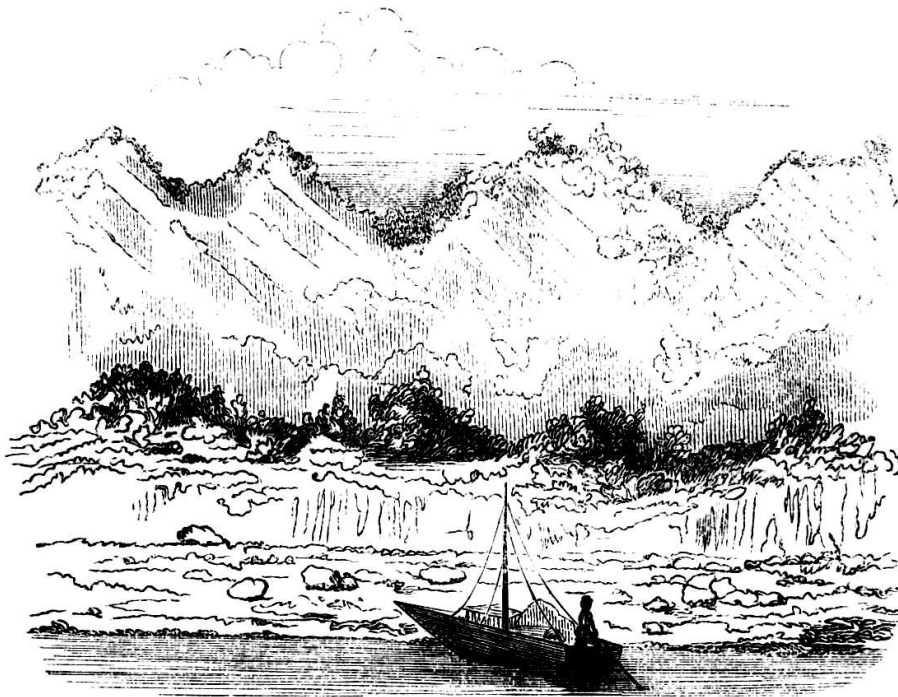
Основываясь на вышеизложенномъ вліяніи сдѣвленія, мы не можемъ непремѣнно ожидать въ Верхнихъ Полосатыхъ Мергеляхъ значительныхъ проявленій растяженія Известняка; кромѣ того должно имѣть въ виду, во-первыхъ, что въ рыхлыхъ глинахъ и пескахъ, составляющихъ главную массу формации, трещины не могутъ долго сохраняться, какъ трещины, — онѣ выполняются осыпью; во-вторыхъ, эти породы никогда не образуютъ значительныхъ вертикальныхъ обрывовъ, въ которыхъ подробности напластованія могли бы также удобно наблюдаться, какъ въ формации Известняка. Потому разрывы слоевъ могутъ быть замѣчены только въ такомъ случаѣ, если они соединены со сдвигами. Сдвиги небольшого размѣра (впрочемъ, иногда до нѣсколькихъ сажень вертикальнаго перемѣщенія) дѣйствительно часто встрѣчаются въ формации Полосатыхъ Мергелей; напримѣръ: въ

правомъ берегу Волги, при деревнѣ Лобышкѣ, южнѣ села Богородскаго и при г. Тетюшахъ. Но небольшіе сдвиги трудно отличить отъ оползней, которые легко происходятъ въ рыхлыхъ породахъ отъ подмыванія ключами; оттого въ этихъ нарушеніяхъ напластованія еще нельзя видѣть слѣдствіе растяженія породы. Къ явленіямъ такого рода относится нерѣдко встрѣчающееся въ Полосатыхъ Мергеляхъ, кажущееся несогласное напластованіе, между прочимъ и указанное Мѳрчисономъ (*Geol. of Russ. I, 161*) по дорогѣ изъ Арска въ Малмыжъ, близъ деревни Салаушъ (собственно нѣсколько дальше на СВ, противъ деревни Бикташевой): тридцати-градусное паденіе цвѣтныхъ мергелей замѣчается здѣсь въ небольшомъ обрывѣ заросшаго праваго берега рѣчки, впадающей въ Шошму съ ЮВ; саженьхъ во 100 выше по рѣкѣ, въ обнаженіи, открывшемся, вѣроятно, недавно, видно, что слои такого же полосатаго мергеля, въ томъ же уровнѣ, лежатъ горизонтально. При слѣдующей къ Малмыжу станціи, Янгуловѣ, также упоминаемой Мѳрчисономъ, довольно обширное обнаженіе показываетъ, что если слои мергеля, песчаника и известняка не горизонтальны, то, по крайней мѣрѣ, паденіе ихъ очень слабо; сильное же паденіе наблюдается только при побочныхъ овражкахъ и произведено оползнями. Въ *Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ.* я нѣсколько разъ упоминалъ о несогласномъ напластованіи, а въ 1867 году видѣлъ то же явленіе еще въ другихъ мѣстахъ, но изъ всѣхъ этихъ случаевъ не могу указать ни на одинъ, достойный серьезнаго вниманія: они или сомнительны и могутъ быть отнесены къ оползнямъ, или такого ничтожнаго размѣра, что ихъ нельзя принять за доказательства позднѣйшаго нарушенія напластованія и значительности времени, раздѣлявшаго отложеніе слоевъ. Мы знаемъ, что утолщеніе слоевъ въ одну сторону и выклиниваніе въ другую есть обыкновенная черта первоначальнаго наслоенія. (Сюда можетъ подходить наблюденіе, упомянутое въ *Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., при обн. V*).

Къ механическимъ слѣдствіямъ образованія стратиграфическихъ складокъ я считаю возможнымъ отнести тѣ странные ряды изломовъ, однообразно повторяющихся другъ за другомъ, о которыхъ я упоминалъ прежде (стр. 12 и 24, фиг. 1 и 15). Это

рядъ отдѣльныхъ массъ, одинаково наклоненныхъ въ одну сторону. Въ такомъ положеніи находятся мергели и песчаники между Юнгой и Умарихой выше Козьмодемьянска (почти напротивъ устья Ветлуги), желтый известнякъ съ *Productus hemisphaerium*, при устьѣ Берсута и, повидимому, Полосатый Мергель съ верхними частями Известняка выше д. Лобышки. Замѣчательное общее свойство этихъ изломовъ состоитъ въ томъ, что составляющія ихъ массы всѣ приблизительно одинаково наклонены въ сторону общаго паденія слоевъ этой мѣстности: Козьмодемьянскія падаютъ отъ Козьмодемьянской антиклинальной оси, Берсутскія отъ Елабужской; паденіе слоевъ между Лобышкой и Шелангой, по

Фиг. 15.

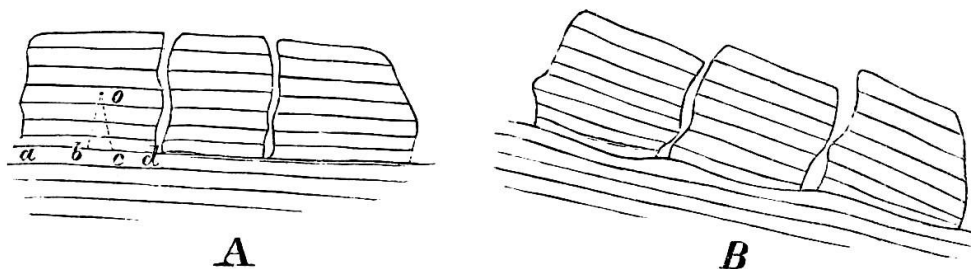


Изломы слоевъ противъ устья Ветлуги, на Волгѣ.

наблюденіямъ 1866 года, казалось, противорѣчило этому, направляясь отъ синклинальной оси; но обнаженія, произведенныя необыкновеннымъ разливомъ 1867 года, обнаружили при Лобышкѣ побочную антиклинальную складку, выводящую надъ уровнемъ бичевника нѣсколько метровъ Известняка; это объяснившееся исключеніе сильно укрѣпляетъ меня въ предположеніи о причинной

зависимости явлений. Представимъ себѣ слой, лежащій на наклонной плоскости и разбитой перпендикулярными къ ней трещинами на отдѣльныя массы. Центръ тяжести каждой массѣ, o , лежитъ не надъ серединой ея основанія b , а надъ нѣкоторою другою точ-

Фиг. 16.



кою c , находящейся ниже по наклонной плоскости; потому масса постоянно сильнѣе давитъ на нижнюю часть основанія, bc , чѣмъ на верхнюю, ab , и если породы, составляющія нижнюю часть этой массы, или верхнюю подлежащаго слоя, пластичны, то такая неодинаковость давленія должна выразиться въ осѣданіи отдѣльной массы при d ; такъ какъ сказанное одинаково относится и къ другимъ массамъ то весь рядъ приметъ положеніе, изображенное на фиг. 16, B . Въ мѣстности, представленной на фиг. 15, изъ-подъ изломанныхъ массъ вытекаютъ обильные ключи, подмывающіе ихъ основаніе; пусть подмываніе происходитъ всюду одинаково, но не одинаково пользуются имъ различныя части отдѣльныхъ массъ. Хотя при устьѣ Берсута въ изломанномъ положеніи находится твердый известнякъ, но не забудемъ, что онъ лежитъ на мягкомъ мергелѣ (Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., обнаж. VII, слой 1-й).

Но можно ли приписать козьмодемьянскіе изломы слоевъ механическому дѣйствію Известняка, увеличившагося въ объемѣ, когда есть вѣроятность его совершеннаго отсутствія въ этой мѣстности? Я и не утверждаю прямой связи упомянутыхъ изломовъ съ образованіемъ гипса ниже по Волгѣ: отчего бы ни произошла антиклинальная складка, она представляетъ достаточно поводовъ къ разрыву слоевъ и, слѣдовательно, обусловливаетъ такіе же односторонніе сдвиги, какъ можно назвать ихъ, какіе происходятъ при растяженіи отъ увеличенія объема. Что касается происхожде-

нія козьмодемьянской складки, то я думаю, что горизонтальное расширение Известняка, занимающего тысячи квадратных верстъ, не могло ограничиться такими ничтожными результатами бокового давленія, примѣръ которыхъ мы видимъ въ изогнутомъ мергелѣ при Чебоксарахъ. Масштабъ козьмодемьянской складки гораздо больше соотвѣтствуетъ протяженію Известняка. Можно, кромѣ того, поставить другой вопросъ: имѣемъ ли мы достаточно оснований считать мергели и песчаники совершенно пассивными? Для положительнаго отвѣта требуется больше наблюдений и я только замѣчу, что нѣкоторые песчаники, безъ сомнѣнія, подвергались инфильтраціи, а вмѣстѣ съ тѣмъ, вѣроятно, и измѣненію объема. Такъ нижній конкреціонный песчаникъ при Чебоксарахъ сильно вскипаетъ съ кислотой *), а известковистый песчаникъ при г. Арскѣ состоитъ только на половину изъ мягкихъ зеленоватыхъ песчинокъ, тогда какъ остальную массу составляютъ бѣлый известковый цементъ и розоватыя конкреціонныя зерна, вѣроятно, доломитовыя, такъ какъ онѣ хотя и растворяются въ кислотѣ, но труднѣе извести. Плотные, крѣпкіе, хотя и изобилующіе пустотами известняки, которые прослаиваютъ формацию Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей и были названы Мюрчисономъ туфовидными, сильно метаморфизованы; очень вѣроятно, что многіе изъ нихъ — доломиты. Иногда, какъ я наблюдалъ, напр., при Ильинской Пустынѣ, выше Чебоксаръ, они на $\frac{1}{3}$ состоятъ изъ отдѣльныхъ и расположенныхъ друзами кристалловъ известковаго шпата, имѣющихъ до 0,007 въ длину, тогда какъ главная, плотная масса породы представляетъ мѣстами пучки искривленныхъ, но параллельныхъ бороздокъ, происшедшихъ, повидимому, отъ передвиженія

*) Песчаникъ этотъ представляетъ обратное обыкновенному отношеніе цвѣтовъ на вывѣтривающихся и свѣжихъ частяхъ: онъ краснобурый, а вывѣтривается сѣрозеленымъ цвѣтомъ; я имѣю куски, показывающіе это вполне ясно. Замѣчательно, что почти повсемѣстно въ Пермской формации пласты краснобурыхъ песчаниковъ и красныхъ глинъ, въ особенности тамъ, гдѣ чрезъ нихъ сочится вода, окаймлены сверху и снизу такими же сѣрозелеными цвѣтными полосами. Изъ раскисляющихъ веществъ, которыя могли бы содержаться въ этихъ водахъ, всего скорѣе можно думать на сѣроводородъ, къ образованію котораго могутъ подавать поводъ сѣрнистая мѣдь, сѣрнистое желѣзо и гипсъ.

массы (родъ поверхностей тренія). Эти туфовидные известняки никогда не образуютъ правильныхъ, ограниченныхъ плоскостями слоевъ: они всегда разбиты на отдѣльныя глыбы или мелкіе куски, имѣющіе видъ настоящаго щебня. Уменьшеніе объема здѣсь очень вѣроятно, но я не войду въ ближайшее его разсмотрѣніе до накопленія лучшаго запаса наблюдений. Теперь я касаюсь этой верхней формаціи лишь на столько, на сколько это необходимо по ея тѣсной связи съ Пермскимъ Известнякомъ.

Оканчивая этимъ обзоръ главнѣйшихъ явленій въ составѣ, строеніи и напластованіи Пермскихъ породъ, я могу сказать, что всѣ они весьма согласно говорятъ о метаморфизмѣ, совершавшимся, по всей вѣроятности, самымъ скромнымъ и незамѣтнымъ путемъ, при обыкновенной температурѣ и при помощи просачивавшейся чрезъ породы углекислой воды. Химическіе анализы глинъ изъ Верхнихъ Полосатыхъ Мергелей должны рѣшить — приносилась ли магнезія изъ нихъ, или должно искать другаго источника. На счетъ этой магнезіи, если даже ее не сопровождали ни известь, ни кремнеземъ, увеличивалась масса и хотя въ иномъ размѣрѣ, но тоже увеличивался объемъ формаціи Известняка. Нѣтъ нужды искать причины стратиграфическихъ складокъ гдѣ нибудь на сторонѣ; если бы онѣ, на бѣду, нашлись, то мы не знали бы, куда дѣваться съ этимъ приращеніемъ объема. Конечно, мы не имѣемъ права видѣть въ нашихъ складкахъ вліяніе только мѣстной доломитизаціи и образованія мѣстнаго гипса: не смотря на ограниченность описанной мѣстности, мы находимъ въ сѣверо-западномъ углу ея указаніе на видоизмѣненную причину, на боковое давленіе. Принимая въ соображеніе, что обследованная мѣстность не есть обособленная геологическая область, а только незначительная часть, случайно и произвольно отрѣзанная отъ обширной, непрерывной формаціи, мы должны ожидать, что во всѣхъ нашихъ складкахъ замѣшиваются вліянія сосѣднихъ мѣстностей. Съ другой стороны, та же самая непрерывность формаціи и сходство ея состава позволяютъ думать, что процессы и вліянія здѣсь въ общемъ сходны, что, напр., самаро-уфимская антиклинальная складка есть, такъ сказать, повтореніе антоновской. Песчанистый характеръ Известняка къ С и СВ и выклиниваніе его къ ЗСЗ

отъ Казани показываютъ, что эта формація дѣлится на два отдѣльные бассейна: сѣверный—въ губерніяхъ Костромской, Ярославской, Вологодской, Архангельской и проч. и южный—въ Казанской, Нижегородской, Самарской, Оренбургской; Вятская губернія, повидимому, не содержитъ формаціи Известняка; соединеніе между двумя бассейнами существуетъ, можетъ быть, только въ западной части, по губерніямъ Нижегородской и Владимірской. Смотри на карту и припоминая описаніе прежнихъ изслѣдователей, мы видимъ, что Известнякъ южнаго бассейна тянется, начиная отъ сѣверной половины Казанской губерніи до Оренбурга, или нѣсколько дальше, слѣд. болѣе 800 верстъ, а наибольшее протяженіе его въ перпендикулярномъ направленіи, отъ Уфы до Самарской Луки—не болѣе 550 верстъ. Хотя на западѣ Пермская формація скрывается подъ новѣйшими отложеніями и Известнякъ, вѣроятно, продолжается, но уже самое не проявленіе ея на поверхности и рѣзкое различіе въ ея уровнѣ по ту и по другую сторону Волги показываютъ иное стратиграфическое, а можетъ быть, и химико-геологическое состояніе. По долинѣ Волги, въ губерніяхъ Симбирской, Самарской и Саратовской есть, повидимому, глубокій сдвигъ. Это обстоятельство заставляетъ принять здѣсь западную границу той непрерывной области южнаго Пермскаго Известняка, въ которой механическіе процессы связаны въ одну цѣльную систему. Такъ какъ ширина этой области относится къ длинѣ, какъ 2 : 3, то полагая коэффициентъ расширенія слоя отъ доломитизаціи и образованія гипса одинаковымъ по всѣмъ направленіямъ, мы получимъ въ полтора раза бѣльшее приращеніе въ длину, чѣмъ въ ширину. Если бы края слоя были всюду закрѣплены и увеличеніе массы не могло бы иначе выразиться, какъ въ выпуклостяхъ, то онѣ приняли бы въ основаніи видъ эллипсисовъ, которыхъ длинная ось, въ полтора раза превосходящая короткую, была бы перпендикулярна къ длинѣ слоя, или длиннѣйшей оси бассейна. Положеніе Пермскихъ складокъ вполне удовлетворяетъ такому требованію и хотя край Известняка не имѣетъ никакого абсолютнаго закрѣпленія, но за то весьма сильно затрудненъ въ движеніи громаднымъ треніемъ о пограничныя породы. Такъ это, или нѣтъ, но совпаденіе обстоятельствъ заслуживаетъ полного вни-

манія и мнѣ кажется, что изложенныя объясненія достаточно разрѣшаютъ задачу и согласны съ извѣстными въ настоящее время данными.

Что касается до большей крутизны южнаго склона складокъ, сравнительно съ сѣвернымъ, то не зависитъ ли это отъ боковаго давленія и не обращенъ ли крутой склонъ въ ту сторону, съ которой оно дѣйствовало? Центръ южнаго бассейна Пермскаго Известняка, по приведеннымъ выше соображеніямъ, приходится дѣйствительно къ ЮЮВ отъ Казанской губерніи. Я впрочемъ подозреваю здѣсь вліяніе иной причины, но до болѣе обстоятельной обработки вопроса предпочитаю пока умолчать о ней. Отчего бы явленіе ни происходило, оно имѣетъ, мнѣ кажется, весьма интересное проявленіе въ поверхностномъ характерѣ страны. Въ Опис. геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., я говорилъ о замѣчательномъ постоянствѣ въ относительной крутизнѣ сѣвернаго берега рѣчныхъ долинъ Казанской губерніи, сравнительно съ южнымъ, обыкновенно отлогимъ, и объ относительной длинѣ сѣверныхъ притоковъ Казанки, Мещи и Камы. Я прибавилъ, что явленіе *можно было бы* объяснить, если бы всѣ слои падали на сѣверъ; но изъ наблюденій 1866 года я зналъ, что встрѣчается и сѣверное, и южное паденіе слоевъ; попытки согласить предположеніе съ наблюденіемъ не удавались. Теперь, выяснивъ по возможности направление и размѣры антиклинальныхъ складокъ, я вижу, что дѣйствительность весьма близко совпадаетъ съ предположеніемъ. Уже одно то, что сѣверные склоны антиклинальныхъ складокъ приблизительно вдвое длиннѣ южныхъ (стр. 41 и послѣд.) показываетъ преобладаніе въ Казанской губерніи сѣвернаго паденія надъ южнымъ въ отношеніи 2 къ 1. Кромѣ того, положеніе Услонской оси ставитъ притоки Казанки въ условія, требуемыя предположеніемъ, также какъ положеніе Антоновской оси — правые притоки Камы. Что касается до Мещи, то высота избраннаго нами геологическаго горизонта означена на картѣ, по наслоенію въ Чמודуровкѣ (loc. cit., обн. XL) числомъ 12; слѣдовательно здѣсь должна проходить побочная антиклинальная ось, продольно падающая на западъ къ Волгѣ, гдѣ продолженіе ея мы, можетъ быть, видимъ въ небольшой волнѣ при д. Лобышкѣ. Въ пользу прохожде-

нія антиклинальной оси близъ Чемодуровки говоритъ наконецъ и то, что Пермскій Известнякъ, слабо прикрытый Полосатымъ Мергелемъ, здѣсь значительно задается въ область Послѣтретичныхъ песковъ, тогда какъ сѣвернѣе и южнѣе граница Пермской формации идетъ много восточнѣе. Этимъ дѣло объясняется и для Меши. Относительно крутизны сѣвернаго края рѣчныхъ долинъ меня въ настоящее время затрудняетъ не объясненіе явленія, а напротивъ, отсутствіе исключеній изъ этого правила, такъ какъ южное паденіе все же существуетъ. Изъ нѣсколькихъ десятковъ рѣчекъ, отмѣченныхъ со стороны этого вопроса въ моихъ замѣткахъ, я не нахожу ни одной съ преобладаніемъ крутизны южнаго берега надъ сѣвернымъ, если только не считать Шешму въ Старошешминскѣ; но и этотъ случай не можетъ считаться настоящимъ исключеніемъ, потому что южный берегъ Шешмы въ этомъ мѣстѣ есть въ тоже время лѣвый край долины Камы.

Этимъ я оканчиваю настоящую главу. Геологическія отношенія Пермской формации, которыхъ я здѣсь не коснулся (такова въ особенности хронологическая параллелизація), будутъ разсмотрѣны въ третьей главѣ, такъ какъ сужденія о нихъ должны быть основаны преимущественно на палеонтологическихъ данныхъ, къ которымъ я теперь перехожу.

Глава II.

Главная цѣль, которую я намѣренъ преслѣдовать въ этой и послѣдующей главахъ, состоитъ въ изложеніи нѣкоторыхъ данныхъ относительно распредѣленія въ Пермскомъ Известнякѣ органическихъ остатковъ. Цѣль эта не столько палеонтологическая, сколько геологическая, но чтобы сообщить изложенію желаемую степень опредѣленности, я поставленъ въ необходимость войти предварительно въ частное описаніе ископаемыхъ пермскихъ формъ, встрѣчающихся въ осмотрѣнной мною мѣстности. Необходимость эта обусловливается тѣмъ, что я лишенъ возможности прямо, безоговорочно ссылаться на сочиненіе и рисунки другихъ авторовъ: всѣ палеонтологическія описанія Пермскихъ окаменѣлостей въ Россіи относятся къ другимъ, болѣе или менѣе отдаленнымъ мѣстностямъ; только Вернѣль имѣлъ нѣкоторый матеріалъ изъ окрестностей Казани (Ключищи, Услонъ и Свѣяжскъ), но матеріалъ крайне скудный. Даже палеонтологическія свѣдѣнія наши о Пермской формации сосѣднихъ губерній—Нижегородской, Самарской, Оренбургской — далеко недостаточны; между тѣмъ никакое, сколько нибудь солидное, установленіе ярусовъ, никакая попытка параллелизаціи не могутъ быть сдѣланы безъ близкаго знакомства съ палеонтологическимъ характеромъ слоевъ. При отсутствіи удовлетворительно полныхъ палеонтологическихъ сочиненій о нашей странѣ, я могъ пользоваться, при опредѣленіи окаменѣлостей, только работами, относящимися къ Пермскимъ бассейнамъ другихъ отдаленныхъ странъ. Но каждому геологу и палеонтологу извѣстно, что иной бассейнъ представляетъ иныя формы, или, по крайней мѣрѣ, иныя особенности формъ, которыя не должны и не могутъ

оставаться незамѣченными, не смотря на наше, иногда чрезъ-чуръ усердное, стремленіе подводить все подъ одну, заранѣе приготовленную рамку. Стремленіе это, выражающееся въ мелочной параллелизаціи, не мѣшаетъ впрочемъ изслѣдователямъ замѣчать и описывать даже бѣльшее число новыхъ формъ, чѣмъ, можетъ быть, требуетъ самая дѣйствительность. Нельзя не удивляться столь мирному, совмѣстному существованію принциповъ, въ сущности враждебнымъ. Казалось бы постоянное нахожденіе новыхъ формъ во вновь обслѣдуемыхъ бассейнахъ должно убѣдить въ несостоятельности предубѣжденія, въ силу котораго производится параллелизація, или, если послѣднее стоитъ непоколебимо и сознается ясно, оно должно мотивировать наши воззрѣнія на формы и породить стараніе обобщать, а не дробить ихъ; казалось бы, что мысль человѣка не можетъ успокоиться на противорѣчіи, какъ это бываетъ всегда, когда противорѣчіе сознано. На дѣлѣ не то: убѣжденіе въ повсемѣстной одинаковости населенія для каждой геологической эпохи остается у большинства въ прежней силѣ, и въ то же время все горячѣе становится усердіе различать и описывать новыя формы. О первомъ я буду говорить послѣ, а относительно послѣдняго необходимо сказать нѣсколько словъ теперь же, чтобы читатель, пробѣгая послѣдующія страницы, зналъ ту точку зрѣнія, съ которой я смотрю на предметъ. Желая изучить массу разнообразныхъ формъ и не имѣя возможности изучать и описывать каждую отдѣльно, мы вынуждены группировать ихъ и изучаемъ эти группы; такимъ образомъ, дѣлая первый шагъ къ изученію, мы уже вносимъ субъективный произволъ во взаимныя отношенія предметовъ и не должно забывать, что эта субъективность входитъ постояннымъ множителемъ во всѣ комбинаціи, какія мы сдѣлаемъ изъ нашего матеріала. Сходство и различіе — понятія совершенно относительныя: нѣтъ двухъ предметовъ, которые не имѣли бы чего нибудь общаго, точно также, какъ нѣтъ двухъ другихъ, которые хоть чѣмъ нибудь не отличались бы одинъ отъ другаго. Оцѣнить признаки по ихъ важности и подвести достаточно вѣрный итогъ нельзя, по отсутствію прочныхъ критеріевъ; оттого группировка формъ — дѣло очень и очень условное. Но бѣда не въ этомъ: для удобства обзора вполне позволительно

сортировать предметы на основаніи какого угодно признака, хотя бы, на примѣръ, по величинѣ, или цвѣту; бѣда въ томъ, что сортируя по признакамъ, безспорно, болѣе важнымъ, пытаюсь приблизиться въ этой группировкѣ къ истиннымъ отношеніямъ предметовъ, мы упускаемъ изъ виду, что попытка не есть достиженіе, предположеніе не есть фактъ: увлекаясь гипотезой, вносящей нѣ природу удобный для насъ систематическій порядокъ, мы часто смотримъ на нашу искусственную, условную группировку, какъ на истинныя отношенія классифицируемыхъ предметовъ, какъ на *выраженіе ихъ генетической связи*. Но если прочность такого взгляда сомнительна въ зоологіи, если между заслуженными зоологами есть его противники, то въ палеонтологіи у него еще меньше правъ на существованіе: здѣсь дѣло идетъ о формахъ отжившихъ, для которыхъ самый процессъ генетической связи, т. е. предѣлы варіацій послѣдовательныхъ поколѣній, намъ не извѣстенъ даже въ томъ ничтожномъ числѣ случаевъ, которое мы имѣемъ для нынѣ живущихъ формъ; между тѣмъ, нерѣдко эти отжившія формы, безспорно, показываютъ иной характеръ взаимныхъ отношеній, а именно, меньшее дифференцированіе. Положимъ, нѣтъ права утверждать родственную связь ископаемыхъ формъ, хотя бы и близкихъ, но въ той же степени неправильно утверждать ихъ генетическую независимость. Вопросъ стоитъ открытымъ. Чтобы избѣгнуть предвзятой теоріи, которая, проникая въ самое описаніе явленій, такъ запутываетъ дѣло, правильнѣе смотрѣть на виды, какъ на условныя группы, имѣющія только нѣкоторое морфологическое, а не генетическое единство. Вопросъ о томъ, гдѣ слѣдуетъ провести границы такихъ группъ, въ какомъ случаѣ отнести новую форму къ прежней группѣ, въ какомъ установить новую, можетъ быть разрѣшенъ только произвольно, на глазъ. Желательно, конечно, чтобы всякое отличіе формы было помѣчено, такъ какъ если не теперь, то впоследствии различныя комбинаціи такихъ отличій съ внѣшними условіями, или между собою, могутъ дать важныя указанія; повидимому, весьма естественно отмѣтить новую форму новымъ именемъ, однако большая часть удобствъ удобна только до извѣстныхъ предѣловъ: весьма удобно, напр., приближаться къ отдаленному предмету,

когда мы желаемъ яснѣе рассмотреть его, но если не остановишься во-время, то ясность предмета начинаетъ уменьшаться. Въ самомъ дѣлѣ, имѣя въ виду только одинъ, въ сущности совершенно вѣрный принципъ, отмѣчать особымъ именемъ замѣченныя нами морфологическія особенности, имѣющія, безъ сомнѣнія, интересное значеніе, мы должны довести систематическое дробленіе, если будемъ поступать послѣдовательно, до того, что каждый экземпляръ составитъ отдѣльную группу, потому что каждый экземпляръ имѣетъ морфологическую особенность. Это была бы, дѣйствительно, самая естественная классификація, но вмѣстѣ съ тѣмъ она отрицала бы сама себя: классификація нужна только потому, что невозможно охватить ни памятью, ни взглядомъ всѣ отдѣльные предметы, какъ они есть въ природѣ; потому она не должна переставать быть группировкой и притомъ умѣренно дробной. Какая помощь отъ классификаціи, если она даетъ не только для каждаго класса, но часть для порядка семейства, а иногда и рода, такое число именъ, что никакая память не въ состояніи удерживать ихъ? Какое ориентированіе здѣсь возможно? Протестъ на чрезмѣрное размноженіе названій былъ заявленъ много разъ, но ученые, пристрастные къ дробленію группъ, всегда отвѣчали на него гордымъ молчаніемъ; они, кажется, смотрятъ на такой протестъ, какъ на жалобу нѣкоторымъ образомъ школьную, недостойную науки, преслѣдующей серьезную цѣль — *естественную классификацію*. Но, какъ сказано, естественная классификація, понимаемая такимъ образомъ, не приводитъ къ цѣли, а уводитъ отъ нея. Мы признаемъ за классификаціей только школьное значеніе, а потому школьныя жалобы — вполне умѣстными и серьезными. Можно разсматривать и описывать всѣ морфологическія особенности въ желаемой подробности и отмѣчать ихъ особымъ именемъ, но какъ видоизмѣненія, а не виды, или какъ виды, а не рода. Читателю можетъ показаться, что это просто игра въ сло-

*) По странной несправедливости, многіе считаютъ мнѣніе о переходѣ однихъ формъ въ другія произвольной гипотезой, а мнѣніе о ихъ неизмѣнности чѣмъ то въ родѣ факта, тогда какъ и это послѣднее есть совершенно такая же гипотеза.

ва; пожалуй и игра, но не бесполезная. Характеръ принятый у насъ линнеевой номенклатуры такого свойства, что при умѣренномъ числѣ постоянныхъ родовыхъ именъ, не смотря на неограниченное размноженіе названій видовъ и видоизмѣненій, мы не разрываемъ связь между формами, связь, которая выражается въ номенклатурѣ и потому легко удерживается въ представленіи. Провести вполнѣ и на дѣлѣ высказанное здѣсь воззрѣніе возможно только въ сочиненіи объемлющемъ, если не всю науку, то, по крайней мѣрѣ, обширную часть ея; иначе, т. е. строго держась его въ нашемъ частномъ случаѣ, мы внесли бы въ научную систему разладъ, весьма неудобный практически. Потому, опредѣляя формы какъ старые или новые виды, я стараюсь умѣренно держаться общеупотребительныхъ пріемовъ, избѣгая, на сколько это мнѣ кажется возможнымъ, введенія новыхъ именъ и не придавая видамъ ни малѣйшаго генетическаго смысла.

Повторяю, я имѣю въ виду цѣль геологическую и вхожу въ описаніе окаменѣлостей лишь на столько, на сколько это нужно для ясности дѣла. Формы, подходящія подъ описаніе другихъ авторовъ, я только изображаю, но не описываю вовсе, или кратко указываю лишь на отличительныя особенности*); а тѣ, которыя въ собранной мною коллекціи находятся въ недостаточномъ числѣ экземпляровъ, или въ неудовлетворительномъ состояніи, совершенно оставлены въ сторонѣ, до собранія лучшаго матеріала. Гдѣ возможно, я держался названій, употребленныхъ Гейницемъ въ «*Dyas*», и не убѣжденъ въ необходимости болѣе дробной номенклатуры родовъ, какую, напримѣръ, требуетъ отъ Гейница одинъ изъ американскихъ палеонтологовъ, г. Микъ (*Meek, Sillim. Americ. Journ., v. XLIV, p. 170*), называющій пермскія формы *Pecten—Aviculopecten, Gervillia—Bakevella, Murchisonia—Orthopema, Arca—Macrodon* и проч. Кромѣ того я долженъ прибавить, что далеко не располагаю достаточно полной литературой,

*) Изготовленіемъ рисунковъ окаменѣлостей, изображенныхъ на первыхъ пяти таблицахъ, я обязанъ дружескому участию проф. Н. П. Вагнера, пожертвовавшаго на эту работу столько труда и времени, что самое горячее заявленіе моей искреннѣйшей благодарности является слишкомъ слабымъ въ сравненіи съ оказаннымъ мнѣ одолженіемъ.

какая была бы нужна для отчетливой палеонтологической обработки предмета. Заявляя объ отсутствіи, съ моей стороны, претензіи на окончательную обработку, я вмѣстѣ съ тѣмъ позволяю себѣ надѣяться на снисхожденіе читателя къ промахамъ и недосмотрамъ.

Р Л А Н Т А Е.

1) Въ Верхнемъ и Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ (Печищи, Ключищи, Богородское) въ огромномъ числѣ встрѣчаются длинныя, часто слегка изогнутыя тѣла, въ поперечномъ разрѣзѣ эллиптическія (Табл. I, фиг. 3, В). Гейницъ (Dyas, В. II, s. 131, Т. XXIV) описываетъ и изображаетъ совершенно сходныя формы и называетъ ихъ *Palaeophycus insignis*. Эйхвальдъ (Палеонт. Росс. Древ. пер.) считаетъ ихъ ядрами *serpulae*.

2) Въ Среднемъ Известнякѣ, близъ Морквашъ, часто попадаются отпечатки растений, состоящихъ изъ цилиндрической оси, обсаженной мутовчато - расположенными, линейными листьями (Табл. I, фиг. 1); *habitus* напоминаетъ *Hippuris vulgaris*. Я оставляю эту форму пока безъ имени.

3) Въ Верхнемъ Известнякѣ, при р. Янасалкѣ, есть еще одна форма, принадлежащая, вѣроятно, къ водорослямъ и образующая сплетенія, сходныя со сплетеніями нитчатокъ (только сильно увеличенныхъ), но мнѣ кажется излишнимъ изображать имѣющіеся у меня образцы, не представляющія ничего характернаго.

Изъ наземныхъ растений формациі Пермскаго Известняка въ Казанской губерніи довольно распространены слѣдующія два:

4) Небольшой, мелкобороздчатый *Calamites* (Табл. I, фиг. 4, 5 и 6), всего ближе подходящій (по крайней мѣрѣ, изображенный на фиг. 4) къ *Calamites infractus*, Gutbier, (Geinitz, Dyas, В. II, s. 134, Т. XXV). Встрѣчается при нижней границѣ Верхняго Известняка въ Антоновскихъ горахъ, въ Верхнемъ Известнякѣ при Кутькиной (фиг. 6) и въ вышележащихъ песчаникахъ между Котловкой и Елабугой (фиг. 4 и 5). Въ Антоновскихъ горахъ, вмѣстѣ съ отпечатками, совершенно сходными съ изображеннымъ на фиг. 6, находятся въ большемъ числѣ тонкія вѣтви (фиг. 7),

повидимому, принадлежація этому же растенію. Какъ отпечатки растеній, такъ и раковины, встрѣчающіяся въ близлежащихъ прослойкахъ, часто проникнуты гипсомъ и окрашены въ зеленый цвѣтъ возстановившеюся изъ гипса (?) сѣрою.

5) *Ullmannia Bronni*. Gör. Конечная вѣтвь изъ Верхняго Известняка при Кутькиной, изображенная на табл. I, фиг. 2 и 2', позволяетъ съ удовлетворительною ясностью рассмотреть тонкую продольную бороздчатость на верхней сторонѣ листьевъ (фиг. 2) и рѣзкій киль на нижней (фиг. 2'). Полное сходство этого растенія съ нѣмецкимъ (Dyas, В. II, Т. XXXI) не допускаетъ сомнѣній въ правильности опредѣленія.

6) Пропитанная кремнемъ древесина часто встрѣчается въ песчаникахъ, смежныхъ съ формаціей Известняка, иногда и въ самомъ Известнякѣ, но я не дѣлалъ изъ нея шлифовъ.

Значительныя скопленія растеній, образующія тонкій слой рыхлаго угля на Камѣ, между Елабугой и Берсутомъ, и на Вяткѣ, при Гурьевкѣ и Нижнихъ Шунахъ, сопровождаются отпечатками нѣкоторыхъ другихъ формъ, но послѣднія такъ неясны, что прежде, чѣмъ говорить о нихъ, требуется собрать бѣльшій матеріалъ и посвятить много времени для внимательнаго осмотра.

A N I M A L I A.

Оставляя безъ описанія неясныя пустоты и конкреціи, встрѣчающіяся въ Верхнемъ Известнякѣ при Красновидовѣ и оставленныя, вѣроятно, губками, а также ядра *Rhizopoda*, попадающіяся въ той же мѣстности, какъ въ Известнякѣ, такъ и въ вышележащихъ мергеляхъ и песчаникѣ, я перехожу къ болѣе явственнымъ остаткамъ лучистыхъ и моллюсковъ.

R A D I A T A.

Antozoa.

1) *Stenopora columnaris*, Schloth. sp.

Въ Камско-Волжскомъ бассейнѣ есть всѣ три видоизмѣненія этого коралла, различаемыя Гейницемъ (Dyas, В. I, s. 213 — 215): *ramosa* табл. I, фиг. 8 и 9; *incrustans* — табл. II, фиг. 1 и табл. I, фиг. 10 (переходя въ *ramosa*); *tuberosa* — табл. II, фиг. 2. Достойно вниманія, что форма, изображенная на этой послѣдней фигурѣ, встрѣчается нерѣдко въ Среднемъ и Нижнемъ ярусахъ Известняка на Волгѣ и варіируетъ мало.

Находится во всѣхъ трехъ ярусахъ Известняка. Въ нѣкоторыхъ горизонтахъ Средняго яруса (устье Вятки) и въ нижней части Верхняго (устье Янасалки) видоизмѣненіе *ramosa* образуетъ своими сплетеніями цѣлыя прослойки.

Echinodermata.

Crinoidea.

4) *Poteriocrinus Quenstedti*, n. sp. Табл. II, фиг. 7 и 8.

Пластинки чашечки трехрядныя. Пластинки нижняго ряда, *базальныя*, числомъ пять, четырехъугольнаго очертанія; нижній уголь, очень оттянутый и острый, отогнутъ внутрь и образуетъ дно чашечки, налегающее на верхній членикъ стебля, а линія перегиба составляетъ нижній край боковой стѣнки чашечки и превращаетъ базальныя пластинки, повидимому, въ пятиугольныя; эти пятиугольники мало отличаются отъ правильныхъ (равностороннихъ). Пять пластинокъ втораго ряда, *парабазальныхъ*, перемежаются съ базальными; четыре изъ нихъ шестиугольныя, одна семиугольная, такъ какъ ея верхній уголь, соотвѣтствующій въ другихъ парабазальныхъ пластинкахъ радіальному шву, сръзанъ. Верхній рядъ состоитъ изъ пяти широко-пятиугольныхъ пластинокъ, *радіальныхъ*, и небольшой *несимметричной*, шестиугольной пластинки, на которую налегаютъ выше двѣ пятиугольныя, все еще принадлежащія къ чашечкѣ (иначе сказать, несимметричная пластинка раздѣлена на три: одну нижнюю и двѣ верхнихъ); верхній край радіальныхъ пластинокъ прямолинейный (безъ выемки). Выше слѣдуютъ свободно двигающіеся щупальцы: сначала надъ

каждой радіальной пластинкой большая трапецеидальная пластинка (2-я радіальная) и потомъ меньшая трапецеидальная (3-я радіальная), за которой является первое дихотомическое вѣтвление щупальцевъ, повторяющееся до четырехъ разъ. Надъ несимметричными пластинками идутъ прямо два вертикальные ряда пластинокъ (два тонкіе щупальца?). Всѣ описанныя части чашечки состоятъ какъ бы изъ двухъ слоевъ, наружнаго и внутренняго, сливающихся въ одинъ по угламъ и въ центрѣ пластинки, но оставляющихъ съ каждой стороны многоугольника зіяющій синусъ, который соотвѣтствуетъ синусу смежной пластинки и составлялъ, вѣроятно, мѣсто прикрѣпленія мягкой, связывавшей чашечку ткани. Поверхность чашечки, повидимому, гладкая, но въ нѣкоторыхъ, какъ бы лучше сохранившихся, мѣстахъ видна мелкая, бородавчатая скульптура. Мои экземпляры не позволяютъ сомнѣваться, что въ крышкѣ чашечки значительныхъ известковыхъ пластинокъ не было. Стебель круглый, состоитъ попеременно изъ члениковъ бѣльшаго и мѣньшаго діаметра; однако это различіе размѣровъ къ основанію стебля выравнивается. Каналъ круглый; его діаметръ приблизительно $\frac{1}{5}$ діаметра стебля. На суставной поверхности каждаго членика прилежащая къ каналу часть гладка, иногда едва замѣтно углублена, а периферическая, начиная не ближе, какъ съ половины радіуса, представляетъ радіальныя бороздки, сообщающія краю суставныхъ поверхностей зубчатость, которая замѣчается также на краю пластинокъ щупальцевъ.

Я имѣю два хорошіе экземпляра. У одного (фиг. 7) длина щупальцевъ 50^{мм}, длина чашечки 15^{мм}, длина стебля (основаніе его отсутствуетъ) 22^{мм}; наибольшая ширина слабо сложенныхъ щупальцевъ вмѣстѣ (всей короны) 45^{мм}, ширина нѣсколько сдавленной чашечки 20^{мм}, ширина стебля 5^{мм}. Передняя стѣнка чашечки въ этомъ экземплярѣ испорчена и его дополняетъ 2-й экземпляръ, имѣющій хорошо сохранившуюся чашечку, начало щупальцевъ и верхнюю часть стебля. Здѣсь длина чашечки 11^{мм}, наибольшая ширина (вверху) 16^{мм}; чашечка также сдавлена; ширина большихъ члениковъ стебля 4^{мм}, меньшихъ 3^{мм}. Первый экземпляръ отличается отъ втораго тѣмъ, что край суставной поверхности стеблевыхъ члениковъ не лежитъ въ одной плоскости, а представляетъ

волнистую линію, которая 5 разъ опускается дугообразно книзу и 5 разъ задается углами кверху; это тѣмъ больше замѣтно, чѣмъ ближе членики къ чашечкѣ; на разстояніи 50^{мм} отъ послѣдней волнистости уже не видно.

Различные авторы цитируютъ въ Камско-Волжскомъ Пермскомъ Известнякѣ *Syathocrinus ramosus*, называя этимъ именемъ, конечно, ту форму, которую я сейчасъ описалъ, потому что другой здѣсь найдено не было. Р. Людвигъ даже видѣлъ одинъ изъ изображаемыхъ мною экземпляровъ (Табл. II, Фиг. 7) въ Геологическомъ кабинетѣ Казанскаго университета и называетъ его *Syathocrinus ramosus* *). Я не вижу возможности соединять нашу форму съ *Syathocrinus ramosus*, потому что Гейницъ описываетъ и изображаетъ (Dyas, В. I, s. 110, Тѣ. XX, Фиг. 14), по Кингу, 4 парабазальныя пластинки пятисторонними, а 1 шестистороннею, тогда какъ въ нашей формѣ 4 шестистороннія и 1 семисторонняя; кромѣ того, базальныя пластинки *S. ramosus* очень низкія, членики стебля равные, радіальныя бороздки на ихъ поверхности подходятъ близко къ каналу, отъ котораго отдѣлены желобкомъ. Квенштедтъ, описывающій парабазальныя пластинки рода *Syathocrinus*, по Миллеру, точно также (Petrefactenk., 2 Aufl., s. 735, Тѣ. LXVIII, fig. 20), изображаетъ въ политипажѣ (fig. 150), тоже по Миллеру, чашечку *Syathocrinus rugosus*, которая имѣетъ 4 шестистороннія и 1 семистороннюю парабазальныя пластинки и высокія базальныя, совершенно сходно съ тѣмъ, какъ это наблюдается въ Камско-Волжской формѣ, но 1) 4 радіальныя пластинки снабжены здѣсь особенной выемкой, 2) несимметричная пластинка одна и пятиугольная, 3) поверхность всѣхъ пластинокъ имѣетъ явственныя рельефныя украшенія. Въ недавно вышедшей статьѣ г. Траутшольда «Einige Crinoideen» (Bull. d.

*) Людвигъ говоритъ (Dyas, В. II, s. 295), что этотъ Prachtexemplar найденъ проф. Вагнеромъ въ Нижнемъ Известнякѣ на р. Казанкѣ. Во-первыхъ, на Казанкѣ нѣтъ не только Нижняго Известняка, но вообще никакихъ, достойныхъ вниманія, пермскихъ обнаженій, а во-вторыхъ, я лично нашелъ этотъ экземпляръ въ Верхнемъ Известнякѣ, при устьѣ Янасалки, въ 1859 г., когда былъ еще студентомъ.

l. soc. des Natural. d. Moscou, 1867 г., № 3) описана подъ именемъ *Peteriocrinus multiplex*, Trautsch., форма изъ Верхней каменноугольной формации Московскаго бассейна, такъ сходная съ нашей пермской, что можно было бы даже попытаться называть обѣ однимъ именемъ. Однако нѣкоторыя особенности въ вѣтвистости щупальцевъ, въ числѣ несимметричныхъ пластинокъ (3 вмѣсто 4-хъ), въ формѣ стеблеваго канала, склоняють меня къ употребленію инаго названія*).

Судя по числу члениковъ стебля, находится преимущественно въ Среднемъ Известнякѣ, при устьяхъ Вятки и Берсута; но всѣ эти членики небольшого діаметра и высоки, тогда какъ въ Верхнемъ Известнякѣ при устьѣ Янасалки, при Услонѣ и проч. они хотя довольно рѣдки, но большаго діаметра и низки; точно также и въ нижнемъ ярусѣ. Оба изображенные экземпляра найдены въ Верхнемъ Известнякѣ при устьѣ Янасалки (близь с. Буртасы).

5) *Pentacrinus*? Табл. II, фиг. 10.

Подъ этимъ названіемъ я разумѣю три пятиугольные членика стебля изъ Верхняго Известняка при д. Шелангѣ на Волгѣ. Рѣзко ограниченная, радіально бороздчатая кайма на суставной поверхности напоминаетъ нѣкоторыя формы *Pentacrinus*. Діаметръ членика 4^{мм}, высота его не болѣе 1^{мм}.

М О Л Л У С С А.

Bryozoa.

1) *Fenestella*, Lonsdale. Табл. II, фиг. 5 и 6.

Известковые рѣшетки, принадлежащія видамъ этого рода, часто встрѣчаются въ Нижнемъ, Среднемъ и Верхнемъ ярусахъ, преимущественно вмѣстѣ съ *Stenopora columnaris*. Разнообразіе въ строеніи рѣшетки, въ расположеніи, числѣ и формѣ клѣтокъ,

*) Названіе это дано въ честь уважаемаго палеонтолога, проф. Тюбингенскаго университета, Фридриха Аугуста Квенштедта, руководящими совѣтами котораго я такъ много пользовался при моихъ первыхъ занятіяхъ этой наукой.

въ которыхъ сидѣли моллюски, заставляетъ меня пока воздержаться отъ точныхъ видовыхъ названій. Чаше другихъ встрѣчается, повидимому, *Fen. Geinitzi*, d'Orb. Формы, сходныя съ *F. retiformis*, Schloth. и *F. infundibuliformis*, Goldf., здѣсь также попадаются; кромѣ того есть, кажется, нѣсколько новыхъ.

Во всѣхъ трехъ ярусахъ Известняка.

2) *Phyllopora*, King. Экземпляръ, изображенный на табл. II, фиг. 3 и 4, представляетъ форму весьма близкую къ *Ph. Ehrenbergi*. Gein. (Dyas, B. I, s. 117).

Хотя трудно сомнѣваться, что онъ изъ формациіи Пермскаго Известняка, однако слѣдуетъ прибавить, что я нашелъ его, вмѣстѣ съ другими пермскими окаменѣlostями, уже на вторичномъ мѣстѣ, въ наносахъ Волги, близъ села Красновидова.

Brachiopoda.

6) *Lingula orientalis* n. sp., Табл. II, фиг. 11 и 12.

Извѣстно, что отличія формъ *Lingulae* всегда незначительны и не соотвѣтствуютъ рѣзкому разнообразію родовыхъ группъ другихъ моллюсковъ; но стараясь обращать вниманіе на отношеніе морфологическихъ явленій къ географическимъ и хронологическимъ условіямъ, мы принимаемъ въ соображеніе незначительную измѣняемость этого рода, какъ одно изъ характерныхъ его свойствъ и беремъ въ расчетъ даже тѣ мелочныя черты, которыя неважны для большинства другихъ родовъ. Съ такой точки зрѣнія я считаю небезполезнымъ дать нашей *Lingulae* особое названіе и отдѣлить ее отъ *L. Credneri*, Gein. Хотя та и другая имѣютъ въ общемъ сходное; эллиптическое очертаніе, но наша форма болѣе удлинена: длина ея относится къ ширинѣ, какъ 2 къ 1, тогда какъ у *L. Credneri*, какъ 3 къ 2; длина *L. orientalis* не менѣе 5^{мм}, а *L. Credneri* достигаетъ 8^{мм}. Наибольшая выпуклость створки находится въ замочной части раковины, откуда она, въ видѣ закругленнаго, постепенно теряющагося киля, доходитъ до половины длины раковины, блестящей и тонкой, покрытой ясными кон-

центрическими слоями нарастанія. (Быть можетъ, это *L. mytiloides*, Sow?).

Это, конечно, та же самая форма, которую видѣли Мёрчисонъ и Вернелъ на р. Черемшанѣ (Geol. of Russ. v. II, p. 294).

Въ огромномъ количествѣ въ песчанистомъ мергелѣ при устьѣ р. Вятки и въ Елабугѣ, гдѣ эта порода подстилаетъ и прослаиваетъ Средній ярусъ Пермскаго Известняка. Попадаетъ также въ Среднемъ Известнякѣ при Котловкѣ.

7) *Strophalosia horrescens*, d. Vern. Табл. II, фиг. 13 — 17.

Въ этой формѣ слѣдуетъ различать два видоизмѣненія:

α) *Stroph. horresc. pyramidalis*, куда относится описанный Вернелемъ (Paleont d. l. Russie, p. 280, Pl. XVIII, фиг. 1) *Productus horrescens*. Ядра этого видоизмѣненія (фиг. 13 и 14) часто встрѣчаются у насъ въ Нижнемъ Известнякѣ при Богородскомъ и рѣдко въ Среднемъ Известнякѣ (даже сомнительно, встрѣчаются ли, потому что я нашелъ въ этомъ ярусѣ, близъ Морквашъ, только неполную верхнюю створку).

β) *Stroph. horres. prysmatica* (фиг. 15, 16 и 17), къ которой относится *Producta calva*, Kutorga (Verhandl. d. k. Russ. Min. Gesellsch. z. St. Petersburg, 1842, s. 17, Тѣл. 5). Видоизмѣненія *prysmatica* находится преимущественно въ Среднемъ ярусѣ (хотя есть и въ Нижнемъ). На Волгѣ оно попадаетъ только въ ядрахъ, а восточнѣе (устье Вятки) есть хорошо сохранившіяся раковины.

8) *Productus Cancrini*, d. Vern. Табл. II, фиг. 18 — 24.

Ссылаясь на описанія Вернеля и Гейница, точно также, какъ и на ихъ рисунки, я привожу только изображенія нѣсколькихъ экземпляровъ, интересныхъ по непостоянству общаго контура (фиг. 20—24) и реставрацію, осторожно сдѣланную по хорошо сохранившимся экземпляровъ съ устья Берсута и изъ песчаного мергеля на Волгѣ (фиг. 18 и 19).

Въ Нижнемъ, Среднемъ и Верхнемъ ярусахъ на Волгѣ; въ Среднемъ и Верхнемъ по Камѣ.

9) *Productus hemisphaerium*, Kutorga. Табл. III, фиг. 1 2 и 3.

Отличіе отъ описанной и изображенной Куторгой формы (Dyas, В. I, Тѣ. XVIII, fig. 28) весьма не велико и состоитъ только въ томъ, что тонкія, продольныя бороздки, покрывающія поверхность раковины, обыкновенно мельче и плотнѣе (по срединѣ большой створки ихъ насчитывается въ 5 миллиметрахъ отъ 10 до 12) и большинство экземпляровъ имѣетъ бо́льшую величину и нѣсколько шире. Наибольшая длина: по прямой линіи отъ середины замочнаго края до середины передняго около 20^{мм}, по кривизнѣ на срединѣ большой створки около 60^{мм}; наибольшая ширина, одинаковая при замкѣ и по срединѣ раковины, около 30^{мм}. Что касается до изображаемаго Гейнцемъ экземпляра по Кейзерлингу (Dyas, В. I, Тѣ. XVIII, fig. 29), то онъ представляетъ значительное отличіе отъ нашей формы. Не должно думать, что отсутствіе на нашей раковинѣ тѣхъ иголъ по замочному краю, которыя наблюдалъ Кейзерлингъ, есть обстоятельство случайное, зависящее отъ неудовлетворительнаго сохраненія окаменѣлостей: у меня есть прекрасно сохранившіеся экземпляры, но на нихъ не видно никакого слѣда иголь.

Находится *только* въ желтомъ известнякѣ Средняго яруса, при устьѣ р. Берсута, на Камѣ; за то здѣсь въ несмѣтномъ множествѣ.

10) *Spirifer rugulatus*, Kutorga. Табл. III, фиг. 4—7.

Ширина складокъ, которыхъ наибольшее измѣреніе совпадаетъ съ замочнымъ краемъ, обыкновенно въ 1½ или 1¾ раза больше длины; створки довольно выпуклыя; клювъ въ нижней значительно загибается надъ треугольной, умѣренно высокой замочной площадкой, которой длина относится къ вышинѣ, какъ 6 : 1 или 9 : 1. Вертикальная бороздчатость, пересѣкающая на замочной площадкѣ весьма явственную горизонтальную, рѣдко и слабо замѣтна. Дельтидій по срединѣ кнаружи выпуклый. Зубныя пластинки въ нѣкоторыхъ экземплярахъ сильно, въ нѣкоторыхъ весьма слабо развиты (независимо отъ возраста). Синусъ нижней створки тянется отъ вершины клюва къ лобному краю раковины, при чемъ постепенно расширяется и становится мельче; по сторонамъ его наблюдается кругловато-выпуклыя складки, постепенно мельчающія къ концамъ крыльевъ и раздѣленныя узкими, почти

острыми бороздками. Число складокъ съ каждой стороны синуса не вполне опредѣленно: иногда можно насчитать 19, иногда только 9; крайнія всегда мелки и довольно неясны. Синусъ не составляетъ пробѣла между правыми и лѣвыми складками: онѣ покрываютъ и его поверхность; чаще всего на немъ замѣчаются двѣ складки (не считая тѣхъ, которыя совпадаютъ съ краями синуса), иногда четыре; здѣсь онѣ менѣе выпуклы, чѣмъ внѣ синуса. На соответствующей синусу, но болѣе рѣзкой выпуклости верхней створки складокъ совершенно незамѣтно. Кромѣ складокъ на поверхности раковины находятся концентрическіе, раздѣленные неравномѣрными промежутками слои нарастанія, особенно сгруженные въ молодой половинѣ раковины. Ширина взрослыхъ экземпляровъ обыкновенно около 60^{мм}, но доходятъ до 75^{мм}.

Величина раковины, нѣкоторыя черты ея контура и большое число складокъ—сближаютъ эту форму съ *Sp. Schrenki*; однако въ развитіи и загнутиости клюва, въ меньшемъ числѣ складокъ, наблюдающемся у нѣкоторыхъ экземпляровъ — есть сходство со *Sp. curvirostris*, d. Vern.; а присутствіе складокъ на синусѣ, отличая эту форму отъ *Sp. Schrenki* и *Sp. curvirostris*, ставитъ ее къ *Sp. rugulatus*, Kutorga и позволяетъ смотрѣть, какъ на представителя въ нашей странѣ нѣмецкаго *Sp. alatus* Schloth (*undulatus*, Sow). Сюда же должны быть отнесены *Sp. hystericus*, d. Vern. и *Sp. indeterminatus*, d. Vern. (*Paléont. d. l. Russ. p. 173, Pl. VI, fig. 12 и 13*). Эйхвальдъ (*Палеонт. Росс., Древній періодъ, стр. 207*) прямо относитъ *Sp. rugulatus*, Kutorga, къ *Sp. undulatus*, Sow., но въ описаніи есть неточность: въ главной характеристикѣ сказано «среднее углубленіе (синусъ) гладкое», а черезъ 4 строки читаемъ — «въ среднемъ углубленіи является одно ребро, или нѣсколько лучистыхъ струнъ, какъ всегда у *Sp. undulatus*». У Куторги сказано (*Verh. d. Kaiser. Min. Gesellsch. z. St. Petersburg., 1842, s. 22*) «синусъ гладкій, съ едва замѣтными лучистыми возвышеніями», которыхъ число онъ не приводитъ, а на его рисункахъ (*Tfl. V, fig. 5*) насчитывается въ синусѣ отъ 6 до 7 складокъ; фигуръ съ однимъ ребромъ нѣтъ. Куторга говоритъ въ описаніи, что на поверхности створки съ каждой стороны синуса, около 7 складокъ, но на одной изъ его фигуръ (фиг. с)

ясно насчитывается отъ 10 до 11, такъ что, съ этой стороны нѣтъ препятствія отнести нашу форму къ *Sp. rugulatus*; только нѣсколько затрудняетъ меня чрезвычайная загнутость клюва, видная на той же фигурѣ (fig. 5, c), напоминающая скорѣе *Productus*, чѣмъ *Spirifer*. Думаю, что изображенъ исключительный экземпляръ.

Я опредѣляю эту форму, какъ *Sp. rugulatus*, въ томъ предположеніи, что видовой характеръ описанной Куторгою раковины долженъ быть расширенъ и яснѣе изложенъ, сообразно съ выше-сдѣланнымъ описаніемъ. Впрочемъ, по всей вѣроятности, всѣ формы *Spirifer*, которыхъ названіе цитированы выше, составляютъ одну весьма тѣсную группу, но широко распространенную географически и варьирующую.

Одна изъ самыхъ распространенныхъ раковинъ Средняго яруса, въ восточной части Казанской и въ Вятской губерніяхъ (д. Котловка, устье Вятки, устье Берсуты).

11) *Spirifer cristatus*, Schloth. Табл. II, фиг. 25 — 27.

Небольшая, высокая раковина, очертанія близкаго къ полукруглому, съ острыми (незакругленными) складками; замочный край нѣсколько короче наибольшей ширины раковины. Замочная площадка нижней створки высоко трехъ-угольная; высота равна почти половинѣ ширины. Трехъ-угольное замочное отверстіе большое, безъ дельтидія. Клювъ загибается надъ замочной площадкой подобно тому, какъ у *Sp. curvirostris*, d. Vern (Pal. d. l. Russie, T. VI, fig. 14 и Geinitz, Dyas, B. I, Tfl. XVI, fig. 14); но отъ вершины клюва, по срединѣ внутренней поверхности нижней створки тянется до половины ея длины лезвее (*crista*), являющееся на ядрахъ въ видѣ узкой щели, характеръ *Sp. cristatus*, Schloth.; кромѣ того, складки, которыхъ съ каждой стороны синуса 4 — 6 (обыкновенно 5), не кругловаты, какъ у *Sp. curvirostris*, а остры, какъ у *Sp. cristatus*. Синусъ, по величинѣ и формѣ, занимаетъ средину между этими двумя видами. Клювъ верхней створки выдается мало, т. е. замочная площадка здѣсь развита слабо. Слои нарастанія замѣтны только близъ лобнаго края, но такъ какъ у меня не самыя раковины, а только ядра, то этому признаку нельзя давать никакого вѣса.

Такимъ образомъ нашъ *Sp. cristatus* отличается отъ нѣмецкаго болѣе высокой замочной площадкой и развитіемъ клюва, т. е. тѣмъ же, чѣмъ между прочимъ нашъ *Sp. rugulatus* отличается отъ нѣмецкаго *Sp. alatus*.

Въ Верхнемъ Известнякѣ на Волгѣ и Камѣ; въ Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ (близъ Богородскаго); попадаетъ довольно часто.

12) *Spirigera concentrica*, d. Vern. Табл. III, фиг. 8—11.

Форму, описанную Вернелемъ подъ названіемъ *Terebratula concentrica*, variation d. systeme permien, Гейницъ относитъ къ *Athyris pectinifera*, Sow., но такъ какъ онъ въ тоже время считаетъ особенно характерною для этого вида бахромчатость слоевъ нарастанія, а на поверхности собранныхъ мною пермскихъ экземпляровъ этотъ послѣдній признакъ никогда не наблюдается, то необходимо сохранить видовое названіе Вернеля*). Слои нарастанія такого вида (фиг. 10), что къ нимъ едва можетъ быть примѣнено выраженіе Вернеля «la surface est couverte de stries concentriques légèrement écailleuses» (Pal. d. l. Russ., p. 54). Что касается до отдѣленія этой формы, какъ видоизмѣненія съ преобладаніемъ развитія въ ширину, то оно не можетъ быть проведено въ видѣ отличительной черты для пермской формы вообще: встрѣчаются экземпляры (фиг. 11) съ одинаковымъ размѣромъ въ ширину и длину.

Въ известковыхъ слояхъ всѣхъ трехъ ярусовъ. Въ Верхнемъ и Нижнемъ ярусахъ я не находилъ *Spirigera concentrica* больше 23^{мм} въ ширину, что представляетъ въ этихъ слояхъ рѣдко встрѣчающійся maximum, тогда какъ въ Среднемъ ярусѣ, въ особенности при устьѣ Берсута, очень часто попадаютъ экземпляры въ 27, 28, даже до 30 миллиметровъ.

13) *Atrypa* sp.? Табл. III, фиг. 12 и 13.

Я изображаю эту раковину только потому, что она играетъ значительную роль въ фаунѣ Средняго яруса на востокѣ, но не

*) Что касается до родового имени, то въ этомъ я слѣдую Зюсу (Classification d. Brachiopoden) и не вижу причинъ, которыя заставляютъ Гейница держаться названія *Athyris*.

нахожу возможности опредѣлить ее ближе. Ширина самыхъ крупныхъ экземпляровъ около 5^{мм}, длина около 4^{мм}, высота обѣихъ створокъ около 3 $\frac{1}{2}$ ^{мм}; необыкновенно тонкая створка волокнистаго строенія. Я не могъ разсмотрѣть ни обособленной замочной площадки, ни какихъ либо иныхъ чертъ въ устройствѣ раковины.

Въ нѣкоторыхъ частяхъ Средняго Известняка при Котловкѣ, вмѣстѣ съ небольшимъ числомъ *Lingula orientalis*, неясныхъ и мелкихъ *Conchifera* и кусочками древеснаго угля.

14) *Terebratulula elongata*, Schloth. Табл. III, Фиг. 14 — 18.

Эта форма достигаетъ въ Среднемъ Известнякѣ на Камѣ (устье Вятки) 35^{мм} въ длину, а измѣряя по выпуклой поверхности большой створки, 45^{мм}, тогда какъ бѣльшій нѣмецкій экземпляръ имѣетъ только 25^{мм} (Dyas, B. I, s. 83); въ Нижнемъ и въ особенностяхъ въ Верхнемъ ярусѣ и у насъ рѣдко превосходятъ 20^{мм} въ длину. Въ большихъ экземплярахъ синусъ большой створки обыкновенно хорошо замѣтенъ; въ экземплярахъ же, имѣющихъ менѣе 20^{мм} въ длину, часто отсутствуетъ.

Въ Нижнемъ, Среднемъ и Верхнемъ ярусахъ по Волгѣ; въ Среднемъ и Верхнемъ на Камѣ.

Conchifera.

15) *Solemya biarmica*, d. Vern. Табл. IV, Фиг. 17.

Изображенная у Вернеля (Pal. d. l. Russ., p. 294, Pl. XIX, fig. 4) представляетъ совершенно гладкое ядро, 25^{мм} наибольшаго измѣренія, взятое на р. Пьянѣ. Мои экземпляры имѣютъ до 45^{мм} въ длину и отличаются, во-первыхъ, концентрическою струйстостью, во-вторыхъ, лучисто расходящимися внизъ и назадъ отъ клюва, болѣе или менѣе ясными, возвышенными линіями; отсюда же внизъ и впередъ проходитъ довольно широкая и глубокая бороздка, теряющаяся на половинѣ, или нѣсколько ниже половины высоты створки. Эти черты, отсутствовавшія на экземплярахъ Вернеля, всѣ изображены въ рисункахъ Гейница (Dyas, B. I, Тѣ. XII, fig. 18 и 19; s. 60). Нѣмецкіе экземпляры достигаютъ

однако только 34^{мм} въ длину. Замѣченная Вернелемъ сдвинутость правой (по его терминологіи, лѣвой) створки вверхъ, особенно ясная въ задней части раковины, наблюдается съ неизмѣннымъ постоянствомъ.

Въ Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ весьма часто; въ Верхнемъ Известнякѣ рѣдко и въ небольшихъ экземплярахъ.

16) *Panopaea lunulata*, Gein. Табл. IV, фиг. 15 и 16.

Отличается отъ предыдущей формы отсутствіемъ лучистыхъ линий (Geinitz, Dyas, B. I, s. 59) и болѣе выдающимся клювомъ. Наблюдается такая же сдвинутость створокъ, какъ у *Solemya biarmica*.

Часто встрѣчается въ Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ; рѣдко въ Верхнемъ, гдѣ попадаются только небольшіе экземпляры.

17) *Osteodesma Kutorgana*, d. Vern. Табл. III, фиг. 25.

Гейницъ полагаетъ, что эта раковина есть только молодая *Allorisma elegans*, но встрѣчая ее въ Верхнемъ и Нижнемъ Известнякѣ въ большемъ числѣ экземпляровъ, изъ которыхъ ни одинъ не превосходитъ 15^{мм} въ длину и, въ то же время, вовсе не находя въ нашей формации взрослой, настоящей *Allorisma elegans*, мы уже по одному этому не можемъ раздѣлять такого взгляда. Кромѣ того, не совсѣмъ понятно, какимъ образомъ могла бы исчезнуть съ возрастомъ сильная дугообразная вогнутость верхняго края и косвеннаго ребра, спускающагося отъ замка внизъ и назадъ. Во взрослой *Allorisma elegans* вогнутость эта должна бы быть замѣтна, по крайней мѣрѣ, при вершинѣ створки, чего однако нѣтъ. Не слѣдуетъ ли думать, напротивъ, что нѣмецкая форма, принимаемая за молодую *Allorisma*, есть *Osteodesma Kutorgana*?

Въ 15-ти, внимательно обслѣдованныхъ мною экземплярахъ, ни одинъ не представляетъ той вогнутости въ передней части нижняго края, которую рисуетъ Вернель (Pal. d. l. Russ., Pl. XII, fig. 9); на двухъ наблюдалъ я едва замѣтную линію, пробѣгающую по срединѣ задней площадкѣ (фиг. 25), подобно тому среднему ребру, которое описываетъ Гейницъ для *Allorisma ele-*

gans, что однако едва ли представляет надежную опору для его мнѣнія.

Часто въ Нижнемъ и рѣже въ Верхнемъ Известнякѣ на Волгѣ.

18) *Schizodus obscurus*, Gein. Табл. III, фиг. 19, 20 и 24.

Широко-овальный, кзади нѣсколько оттянутый контуръ, значительная выпуклость раковины, тонкій, оттянутый къ замочному краю клювъ, сильные мышечные отпечатки, изъ которыхъ каждый сопровождается выше сидящимъ, меньшимъ отпечаткомъ, углубленія и выпуклости, пробѣгающія по ядру отъ задней части клюва косвенно внизъ и назадъ, соотвѣтствуютъ діагнозамъ, которые даетъ Гейницъ для *Schizodus obscurus*. Различіе состоитъ въ томъ, что въ нѣмецкихъ экземплярахъ клювъ раньше отдѣляется отъ створки и поднимается выше замочнаго края, заднее крыло раковины больше оттянуто, вообще — русская раковина правильнѣе, равномернѣе выпукла, вслѣдствіе чего косое, внизъ и кзади пробѣгающее ребро мало замѣтно; то же должно сказать и о вогнутости въ задней части нижняго края. Въ замкѣ три зубца въ лѣвой створкѣ (два на ядрѣ) и два въ правой (три на ядрѣ), весьма сходно съ тѣмъ, что изображено на рисункѣ Гейница, представляющемъ гуттаперчевый оттискъ ядра.

Очень распространенъ въ Верхнемъ и Нижнемъ Известнякѣ. Въ Среднемъ ярусѣ попадаются только небольшіе экземпляры, приблизительно въ 15^{мм} длиною, тогда какъ въ Верхнемъ экземпляры въ 35^{мм} весьма обыкновенны.

19) *Schizodus planus*; n. sp. Табл. III, фиг. 21—23.

Весьма удлиненная, равностворчатая раковина съ хорошо развитымъ замкомъ, лежащимъ во взрослыхъ экземплярахъ приблизительно на границѣ двухъ заднихъ третей длины раковины съ переднею. Вслѣдствіе того, что замокъ выдается изъ общаго контура, замочный край образуетъ въ передней и задней частяхъ вогнутость. Замочныхъ зубцовъ въ лѣвой створкѣ два (на ядрѣ три), въ правой три (на ядрѣ два), т. е. числовое отношеніе ихъ обратно тому, которое наблюдается въ предъидущемъ видѣ. Створки слабо и довольно равномерно выпуклы; косвенное, тупое ребро,

пробѣгающее отъ слабо выдающагося (на ядрахъ), приплюснутаго клюва къ заднему, нижнему углу, часто напоминаетъ *Schiz. Schlotheimi* и *Schiz. truncatus* (Dyas, В. II, Тѣ. XIII). Мышечные отпечатки, а часто и мантийный край явственны; надъ переднимъ отпечаткомъ обыкновенно видѣнъ отдѣльный, маленькій. Передній край, нѣсколько оттянутый книзу, закругленъ, нижній — растянута-дугообразный, задній — косвенно срѣзанъ внизъ и назадъ; углы закруглены. Поверхность раковины (собственно говоря, поверхность наружнаго отпечатка) гладкая; на ней замѣчаются только очень мелкіе, сплоченные слои наростанія; на поверхности ядеръ, также гладкой, видны иногда (въ большихъ экземплярахъ) сглаженные возвышенія и углубленія. Наибольшая длина 65^{мм}; вышина 30^{мм}; глубина створки 7^{мм}. Удлиненность раковины обуславливаетъ фізіогномическое сходство съ нѣкоторыми нѣмецкими экземплярами *Schiz. Schlotheimi* (Dyas, В. I, Тѣ. XIII, fig. 9), но не съ тѣми, которые Гейницъ считаетъ типическими и которые весьма родственны и *Schiz. obscurus* и *Schiz. truncatus*; самое же существенное то, что замокъ *Schiz. Schlotheimi* не обследованъ, тогда какъ на русскихъ экземплярахъ онъ совершенно ясенъ и представляетъ лучшее отличіе отъ *Schiz. obscurus* (русскаго и нѣмецкаго) и *Schiz. truncatus*, котораго замокъ изображаетъ Гейницъ по Кингу. Это обратное отношеніе числа зубцовъ на правой и лѣвой створкахъ кажется мнѣ достойнымъ вниманія палеонтологовъ и, вѣроятно, дѣлитъ рядъ *Schizodus* на двѣ группы*). Если замокъ *Schizodus Schlotheimi* окажется сходнымъ съ *Schizodus planus*, то, можетъ быть, обѣ формы способны были бы соединиться въ одинъ видъ, хотя различіе ихъ, какъ видоизмѣненій, должно быть необходимо удержано, по его геологическому значенію.

Schizodus rossicus d. Vern., описанный по весьма скудному матеріалу и, притомъ, по молодымъ экземплярамъ, относили то къ *Schiz. Schlotheimi*, то къ *Schiz. truncatus*. Вернелъ цитируетъ его между прочимъ изъ Ключищъ; но въ этомъ известнякѣ я не встрѣчалъ взрослыхъ формъ, кромѣ *obscurus* и *planus*. Полагаю,

*) Жаль было бы, однако, если бы на этомъ основаніи сдѣлали два рода.

что и молодые формы, которыхъ діагнозы неясны, должны относиться къ нимъ. Слѣдуетъ прибавить, однако, что молодые или, выражаясь строже, мелкіе экземпляры, встрѣчающіеся иногда въ большомъ количествѣ, представляютъ очень часто ясное діагональное ребро, незамѣтное въ большихъ экземплярахъ ни у *Schiz. obscurus*, ни у *Schiz. planus*. Имѣемъ ли мы здѣсь дѣло съ переходящей чертой развитія, или тутъ дѣйствительно замѣшалась особенная, малорослая форма — я не берусь рѣшить.

Нижній и Верхній Известнякъ на Волгѣ; Верхній Известнякъ на Камѣ.

20) *Nucula Beyrichi*, v. Schauroth. Табл. V, фиг. 4.

Отъ изображенной у Гейница (*Dyas*, B. I, s. 67, Тѣ. XIII, fig. 24) отличается только сильнымъ развитіемъ задняго мышечнаго отпечатка, который, повидимому, совершенно незамѣтенъ на нѣмецкой формѣ.

Въ Нижнемъ и Верхнемъ ярусѣ на Волгѣ.

21) *Arca Kingiana*, d. Vern. Табл. IV, фиг. 2 и 3.

На многихъ экземплярахъ наблюдается характерный для этого рода замокъ (родъ *Macrodon*, King.), Вернелемъ не описанный и, вѣроятно, на его экземплярахъ не наблюдавшійся.

Въ Нижнемъ и Верхнемъ ярусѣ на Волгѣ; въ Верхнемъ на Камѣ.

22) *Clidophorus Pallasii*, d. Vern. sp. Табл. IV, фиг. 4—13.

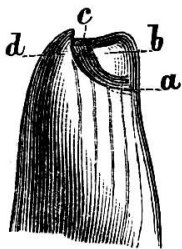
Родъ *Clidophorus*, по Галлю, включаетъ равностворчатыхъ, неравностороннія раковины, съ замкомъ безъ зубцовъ и углублений, съ внутреннимъ лезвиемъ, спускающимся отъ передняго конца замочнаго края внизъ и отдѣляющимъ передній мышечный отпечатокъ. Мак-Кой присоединилъ къ этимъ діагнозамъ незамѣченный Галлемъ длинный боковой зубецъ (*Seiten-Zahn*), начинающійся вблизи передняго конца замочнаго края и сопровождающій его кзади. Съ другой стороны, Кингъ установилъ родъ *Pleurophorus*, считая за характеръ его, какъ упомянутый боковой зубецъ, такъ и еще два расходящіеся, короткіе замочные зубца и признавая за лезвиемъ, отдѣляющимъ передній мышечный отпе-

чатокъ, только второстепенное значеніе. Не соглашаясь, повидимому, со взглядомъ на послѣдній діагнозъ, Гейницъ различаетъ эти два рода по присутствію (*Pleurophorus*), или отсутствію (*Clidophorus*) замочныхъ зубцовъ, не считая боковой, общій обоимъ; притомъ, не находя въ обработанномъ имъ матеріалѣ экземпляровъ съ *двумя* замочными зубцами, тогда какъ *одинъ* такой зубецъ имѣли многіе, онъ видоизмѣняетъ діагнозъ Кинга тѣмъ, что не признаетъ необходимымъ присутствіе двухъ зубцовъ для включенія въ родъ *Pleurophorus*. На стр. 72-й (Dyas, B. I) онъ говоритъ: «Ein zweiter kleinerer Schlosszahn, der mit dem grösseren divergiren soll, ist in der Deutlichkeit wenigstens, wie er von King dargestellt wird, wohl nur selten zu finden». При такомъ положеніи дѣла, я тщетно старался опредѣлить собранные мною русскіе экземпляры и отнести ихъ или къ одному изъ этихъ родовъ, или размѣстить по обоимъ. Они, какъ нельзя лучше, показываютъ всю искусственность и шаткость устанавливаемыхъ въ нашей систематикѣ родовъ. Я очень радъ, что Мак-Кой уже послѣ того, какъ Кингъ далъ діагнозы для *Pleurophorus*, включилъ этотъ родъ въ понятіе о *Clidophorus*, котораго характеръ онъ расширилъ, принявъ, что присутствіе и отсутствіе замочныхъ зубцовъ должно служить, какъ видовое отличіе. Русскіе экземпляры представляютъ, однако, протестъ даже противъ этого послѣдняго условія: если мы захотимъ разумѣть подъ видовыми названіями рѣзко разграниченныя, независимыя формы, то виды не могутъ быть отдѣлены на основаніи этого признака, или, обратно, если мы отдѣлимъ ихъ такимъ образомъ, то они не могутъ считаться рѣзко разграниченными, независимыми формами. Мой матеріалъ, содержащій до 70 экземпляровъ, позволяетъ дать слѣдующее описаніе.

Clidophorus Pallasі обнимаетъ двустворчатые, удлиненныя раковины съ болѣе или менѣе тупымъ внутреннимъ лезвиемъ, спускающимся отъ передняго конца замочнаго края внизъ, косвенно назадъ, до линіи прикрѣпленія мантийнаго края и ограничивающимъ сзади и *снаружи* передній мышечный отпечатокъ; этотъ послѣдній, обыкновенно весьма глубокій, имѣетъ въ крупныхъ экземплярахъ овальное, въ мелкихъ правильное, не равносторонне-

треугольное очертаніе; верхній (замочный) уголъ треугольника есть наиболѣе глубокий (на ядрѣ наиболѣе выдающійся) и оттянутъ кнутри, вверхъ и назадъ, т. е. лезвее здѣсь не прямо присоединяется къ замочному краю, а сначала изгибается вверхъ и назадъ, измѣняя при этомъ свое плоскостное положеніе и варьируя въ формѣ. Такъ какъ эта часть раковины трудно поддается описанію и еще труднѣе ясному представленію въ воображеніи читателя, между тѣмъ, я могу пояснить текстъ рисункомъ не са-

Фиг. 17.



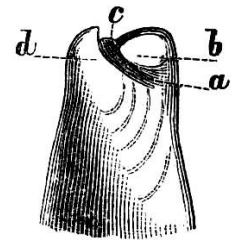
мой раковины, а только ядра, которое составляет мой подлинный матеріалъ, то я буду описывать самое ядро (фиг. 17). Соответствующая лезвею бороздка *a*, постепенно углубляющаяся къ замочному краю, опускается при пунктѣ *c* перпендикулярнымъ уступомъ, который представляетъ отпечатокъ внутренней стѣнки замочнаго края раковины; этотъ уступъ есть непосредственное продолженіе передняго мышечнаго отпечатка, его,

можно сказать, верхній уголъ, оттянутый кнутри, кверху и нѣсколько кзади. Зайдя за клювъ *d*, онъ здѣсь оканчивается, приблизительно въ томъ пунктѣ, на который указываетъ эта буква; между нимъ и скрывающимъ его снаружи клювомъ остается бороздка, составляющая продолженіе борозды *a*, но въ иной плоскости, довольно близкой къ плоскости рисунка. Передняя стѣнка треугольнаго возвышенія *b* слегка *вогнута кпереди*, а край уступа въ пунктѣ *c* на $\frac{1}{4}^{\text{мм}}$ *нависъ къ замку*. Двѣ послѣднія черты до того мелочны, что никакой наблюдатель не обратилъ бы на нихъ вниманія, если бы онѣ не отыскивались намѣренно, и палеонтологъ имѣетъ полное право повторить слова Вернея, относящіяся къ этой раковинѣ: «La charnière est complètement édentule». Всѣ остальные признаки описываемой формы вполне соответствуютъ діагнозамъ *Clidophorus Pallasii* у Гейница (Dyas, B. I, S. 70), а именно: овально-трапецеидальный контуръ, тупое діагональное ребро, легкая вогнутость нижняго края, сильно выдающійся и загнутый клювъ, направленіе передняго края почти перпендикулярное къ замочному, короче сказать, это во всѣхъ отношеніяхъ типичный *Clidophorus Pallasii*. Но въ упомянутой раньше

вогнутости передней стѣнки мышечнаго отпечатка и въ отвороченности уступа бороздки кроется зародышъ несостоятельности раздѣльнаго существованія *Clidophorus Pallasi* и *Pleurophorus costatus*. Черезъ формы, показывающія постепенное увеличеніе этихъ признаковъ, *безъ измѣненія всѣхъ остальныхъ*, мы доходимъ до экземпляровъ (фиг. 18), представляющихъ на мѣстѣ отвороченнаго края уступа, при *c*, значительный зубецъ, разграничивающій два углубленія, которыя соотвѣтствуютъ тупымъ зубцамъ раковины, одно за клювомъ, другое при мышечномъ отпечаткѣ. Такія формы не могутъ быть отнесены ни къ *Clidophorus* по описанію вышецитированныхъ авторовъ, потому что имѣютъ замочные зубцы, ни къ *Pleurophorus*, потому что, во-первыхъ, имѣютъ всѣ видовые признаки *Clidophorus Pallasi*, во-вторыхъ, послѣдній видъ основанъ Вернелемъ именно на этихъ формахъ, такъ какъ большая часть экземпляровъ изъ Услона, гдѣ онъ собиралъ ихъ, представляетъ зачатки зубца. На самыхъ раковинахъ они должны быть менѣе замѣтны, чѣмъ на ядрахъ и Вернелъ, имѣвшій въ рукахъ раковины изъ Ичалки и руководствовавшійся преимущественно ими, весьма справедливо не обратилъ на эту мелочную и варьирующую черту вниманія. Кромѣ діагнозовъ, относящихся къ внутреннему устройству раковины, есть еще одна наружная черта, считающаяся весьма важной для характеристики *Pleurophorus costatus*, — это ребра, расходящіяся отъ клюва косвенно внизъ и назадъ. Изъ многихъ наружныхъ отпечатковъ я наблюдалъ слѣды такихъ реберъ только на двухъ экземплярахъ (Табл. VI, фиг. 8). Вернелъ, который также ихъ видѣлъ, правъ и въ этомъ случаѣ, не придавая имъ видоваго значенія.

Около формъ, изображенныхъ на фиг. 17 и 18, группируется множество другихъ, варьирующихъ въ общей формѣ, развитіи клюва и замочныхъ зубцовъ, однако связанныхъ другъ съ другомъ вполне неразрывно. Ихъ можно удобно группировать въ 3 физиогномическія видоизмѣненія:

Фиг. 18.



a) *Clidophorus Pallasii obliquus*. Это болѣе или менѣе косыя, кзади расширяющіяся формы, часто съ тупымъ, діагональнымъ ребромъ, съ острымъ, значительно выдающимся клювомъ (въ ядрахъ). Сюда отходятъ формы съ зачатками замочныхъ зубцовъ, или вовсе безъ нихъ. Длина отъ 6^{мм} до 50^{мм}; ширина отъ 2^{1/2}^{мм} до 20^{мм}. Табл. IV, фиг. 4—8; фиг. 13 переходъ къ видоизмѣненію *c*.

b) *Clidophorus Pallasii rectangularis*. Верхній и нижній край раковины приблизительно прямолинейны и параллельны. Створки плоскія, клювъ выдается мало и незагнутъ. Замочные зубцы обыкновенно присутствуютъ. Длина отъ 15^{мм} до 45^{мм}; ширина отъ 7^{мм} до 17^{мм}. Табл. IV, фиг. 9 и 10; фиг. 11 переходъ къ видоизмѣненію *c*.

c) *Clidophorus Pallasii oblongus*. Какъ замочный, такъ и нижній край раковины дугообразно выгнуть, такъ что раковина имѣетъ часто правильный, эллиптическій контуръ. Клювъ совершенно не выдается; кругловатый передній мышечный отпечатокъ сидитъ почти впереди его. Замочный зубецъ (на ядрѣ) большой, притупленный; мантийный край представляетъ рѣзко выдающееся ребро. Длина отъ 45^{мм} до 85^{мм}; ширина отъ 20^{мм} до 35^{мм}. Табл. IV, фиг. 12; фиг. 11 переходъ къ видоизмѣненію *b*; фиг. 13 переходъ къ видоизмѣненію *a*.

Разумѣется, эти группы не могутъ имѣть никакого генетическаго значенія, такъ какъ по господствующимъ размѣрамъ видно, что индивидуумы одной группы переходятъ съ возрастомъ въ другую.

Въ виду сообщенныхъ наблюденій можетъ представиться вопросъ: не слѣдуетъ ли считать всѣ эти формы за варьирующій *Pleurophorus* и причисленіе нѣкоторыхъ изъ нихъ къ *Clidophorus* отнести къ недосмотру? Но при такомъ оборотѣ дѣла существованіе рода *Clidophorus* становится сомнительнымъ и мы приходимъ, просто, къ вопросу о выборѣ названія; весьма вѣроятно, что такіе же слѣды замочныхъ зубцовъ, какіе наблюдаются въ представителяхъ фиг. 16, найдутся въ нѣмецкихъ и англійскихъ экземплярахъ. Если же выбирать названіе, то даже едва ли не лучше было бы остаться при старомъ *Mytilus Pallasii* Вернея! Трудно сказать, чѣмъ гарантированы мы въ солидности подоб-

ныхъ родовыхъ отличій. Описанный случай съ *Clidophorus* и *Pleurophorus* служитъ новымъ и, мнѣ кажется, солиднымъ доказательствомъ противуестественной запутанности, которую вноситъ въ науку неудержимое стремленіе все классифицировать и разъединять, солиднымъ потому, что замочные зубцы въ раковинахъ моллюсковъ, самый прочный принципъ конхологической классификаціи оказывается неустойчивыми въ предѣлахъ видоваго типа.

Clidophorus Pallasii есть самая распространенная раковина Нижняго и Верхняго яруса Известняка, тогда какъ въ Среднемъ ярусѣ она встрѣчается рѣдко и только въ небольшихъ экземплярахъ (не болѣе 25^{мм} длиною). Видоизмѣненіе *oblongus* находится лишь въ Верхнемъ и Нижнемъ ярусѣ на Волгѣ, иначе сказать — въ восточныхъ частяхъ бассейна условія никогда не были на столько благоприятны росту *Clidophorus Pallasii*, на сколько — въ западныхъ.

23) *Modiola* sp. Табл. IV, фиг. 1.

Отъ этой формы, часто встрѣчающейся въ Нижнемъ ярусѣ на Волгѣ (близъ Богородскаго) и несравненно рѣже въ Верхнемъ (устье Янасалки, близъ Буртасъ), я имѣю только ядра, представляющія такъ мало характернаго, что я не рѣшаюсь на видовое опредѣленіе. Наибольшая длина 25^{мм}.

Быть можетъ, кромѣ Нижняго и Верхняго ярусовъ, она встрѣчается и въ Среднемъ, въ числѣ неясныхъ, удлинненныхъ *Conchifera*, которыхъ ближайшее опредѣленіе обыкновенно не удается.

24) *Aucella Hausmanni*, Goldf. Табл. IV, фиг. 18.

Немногія находящіяся у меня створки довольно неясны и сдавлены, такъ что не допускаютъ точнаго сравненія съ нѣмецкими.

Встрѣчается въ самой верхней части Верхняго Известняка на р. Вяткѣ, вмѣстѣ съ отпечатками наземныхъ растений и небольшими, сдавленными *Conchifera*.

25) *Gervillia ceratophaga*, Schloth. Табл. V, фиг. 1.

На большинствѣ экземпляровъ находятся концентрическія, округленно-выпуклыя бороздки, покрывающія среднюю часть ра-

ковины и отсутствующія на крыльяхъ, на которыхъ замѣчаются только мелкіе, слабо выраженные слои нарастанія.

Въ Верхнемъ и Нижнемъ, рѣдко въ Среднемъ Известнякѣ.

26) *Gervillia sulcata*, Gein. Табл. V, фиг. 2. (Geinitz, Die Carbonformation des Dyas in Nebraska, S. 33, in Verhandlungen d. Kaiserl. Leop.-Carol. Academie, B. XXXIII).

Гейницъ считаетъ концентрическія бороздки, замѣтныя при срединѣ раковины и аналогичныя упомянутымъ въ предыдущемъ видѣ, за слои нарастанія; всмотрѣвшись въ имѣющіеся у меня экземпляры, я нахожу это мало вѣроятнымъ; даже на рисункѣ американской раковины, изображенной въ выше цитированной статьѣ, мнѣ кажется, можно видѣть, что бороздки и слои нарастанія здѣсь не одно и тоже.

Встрѣчается обыкновенно вмѣстѣ съ *Gervillia ceratophaga*.

27) *Gervillia antiqua*, Münster. Табл. V, фиг. 3.

Не смотря на многочисленность весьма отчетливыхъ ядеръ этой раковины, имѣющихся въ моей коллекціи, я ни разу не наблюдалъ 4-хъ замочныхъ зубцовъ, какъ ихъ описываетъ и изображаетъ Гейницъ (Dyas, B. I, s. 79, Тѣ. XIV, fig. 19 и 20). На здѣшнихъ экземплярахъ можно видѣть только два переднихъ, притомъ очень небольшихъ зуба; за то задній, продольный зубецъ (пробѣгающій почти параллельно замочному краю), который въ нѣмецкихъ раковинахъ былъ бы пятымъ, если бы Гейницъ обратилъ на него вниманіе, въ нашихъ раковинахъ много длиннѣе.

Встрѣчается обыкновенно вмѣстѣ съ *Gervillia ceratophaga* и *Gervillia sulcata*.

28) *Avicula speluncaria*, Schloth. Табл. IV, фиг. 19 — 24.

Вернелъ указываетъ на окрестности Казани, преимущественно на Услонѣ, какъ на главнѣйшее мѣстонахожденіе его *Aviculae Kasanensis*; потому я не могу сомнѣваться, что собранные мною экземпляры представляютъ именно тотъ видъ, о которомъ онъ говоритъ (Paléont. d. l. Russ., p. 320, Тѣ. XX, fig. 14). Но эта форма отличается отъ *Avicula speluncaria* Schloth. не настолько, какъ можно подуматъ по рисунку Вернеля, какъ будто сдѣланному

по экземпляру исключительному, по крайней мѣрѣ, для нашей мѣстности. Наша *Avicula* менѣе косая и менѣе широкая (большею частію, длина относится къ ширинѣ, какъ 5 : 4); заднее крыло не прямоугольное, а тупоугольное, переднее далеко не такъ развито и ни въ одномъ изъ видѣнныхъ мною экземпляровъ (число которыхъ болѣе ста) контуръ его не переходитъ такъ непосредственно въ нижній край раковины: оно всегда отдѣлено выемкою; замочный край болѣе или менѣе близокъ къ прямолинейному, но длина его не превышаетъ $\frac{2}{3}$ ширины раковины, часто еще меньше. Всѣ эти черты, дѣлающія описываемую раковину несходной съ рисункомъ Вернея, суть именно тѣ самыя, которыя отличаютъ *Av. Kasanensis* отъ *Av. speluncaria*; единственные отличія отъ послѣдней составляютъ: 1) обыкновенно присутствующія, крупныя ребра, перемежающіяся съ двумя или четырьмя мелкими и иногда выдающіяся на краю раковины въ видѣ рожковъ; 2) обыкновенно болѣе развитое переднее крыло; однако обѣ черты не непременно присутствуютъ, да кромѣ того, наблюдаются иногда на нѣмецкой *Avicula speluncaria*. На плоской правой створкѣ я не могъ замѣтить той косвенной складки, которая въ *Av. speluncaria* опускается внизъ и назадъ отъ середины замочнаго края (Geinitz, Dyas, B. I, Тѣ. XIV, fig. 6).

Названіе *Kasanensis* можетъ быть удержано только какъ имя господствующаго здѣсь видоизмѣненія. Предѣлы варіацій этой формы очень широки, какъ частію видно изъ фигуръ табл. IV.

Встрѣчается въ Верхнемъ, Среднемъ и Нижнемъ Известнякѣ. На Волгѣ, при нижней границѣ Верхняго яруса, эта раковина достигаетъ весьма значительныхъ размѣровъ: 50^{мм} въ длину и 40^{мм} въ ширину.

29) *Pecten sericeus*, d. Vern. Табл. IV, фиг. 25 — 27.

Отъ изображенной у Гейница формы (Dyas, B. I, Тѣ. XV, fig. 2 и 3) отличается только меньшимъ развитіемъ задняго крыла (уха), которое у большихъ экземпляровъ иногда почти отсутствуетъ, и большей величиной до 35^{мм} въ діаметрѣ, тогда какъ нѣмецкіе экземпляры около 20^{мм}. Лучистыя, возвышенныя линіи на поверхности расположены правильно, но слабо замѣтны.

Экземпляры, недовольно хорошо сохранившіеся, сдавленные, съ трудомъ отличаются отъ правой створки *Aviculae speluncaiae*. Главное отличіе состоитъ въ томъ, что 1) клювъ этой послѣдней вовсе не выдается и на ядрахъ почти не отдѣленъ бороздкой отъ передняго крыла, 2) створка эта почти совершенно плоская, тогда какъ у *Pecten* значительно выпукла, 3) слои нарастанія рѣзко видны, между тѣмъ какъ у *Pecten* поверхность гладкая, рѣдко съ замѣтными и, въ такомъ случаѣ, мелкими слоями нарастанія.

Довольно рѣдокъ въ Верхнемъ Известнякѣ на Волгѣ.

Н Е Т Е Р О Р О Д А.

30) *Bellerophon* sp. Табл. V, фиг. 13 и 14.

Къ этому роду должно отнести маленькія, спиральныя раковины, около 6^{мм} въ діаметрѣ, изображенныя на цитированныхъ фигурахъ; краевая вырѣзка на спинной сторонѣ отверстія довольно ясна. Я не войду въ ихъ ближайшее описаніе, такъ какъ мой матеріалъ, состоящій только изъ двухъ экземпляровъ, кажется мнѣ для того недостаточнымъ, тѣмъ болѣе, что въ 1865 году, въ Пермскомъ Известнякѣ Костромской губерніи, г. Пикторскій нашелъ ту же или весьма близкую форму *Bellerophon* въ лучшихъ экземплярахъ и въ большемъ числѣ *). Названіе, которое даетъ г. Пикторскій найденному имъ виду должно быть распространено и на здѣшнюю форму.

Въ Верхнемъ Известнякѣ на Волгѣ (устье Янасалки).

Г А С Т Е Р О Р О Д А.

31) *Turbonilla volgensis* n. sp. Табл. V, фиг. 9 и 10.

Подъ этимъ, мало означающимъ названіемъ я помѣщаю, по примѣру Гейница, тѣ удлиненно-коническія, спирально-завитые

*) Я видѣлъ собранныя г. Пикторскимъ раковины въ январѣ мѣсяцѣ 1868 года, въ одномъ изъ засѣданій Съѣзда Русскихъ Естествоиспытателей въ С.-Петербургѣ.

Gasteropoda, которыхъ тщетно пытались характеризовать положительными признаками; они, кажется, характеризуются только отрицательными: все то, что не Murchisonia, не Pleurotomaria, не Turbo, однимъ словомъ, не какой-либо родъ, имѣющій положительный признакъ, то все Turbonilla, да и то съ условіемъ, что формація не прѣсноводная, иначе это Paludina.

Между имѣющимися у меня многочисленными ядрами и отпечатками, есть широко-коническія формы, сходныя съ Turbonilla Altenburgensis, Gein. и узко-коническія, подобныя Turbonilla Phillipsi, первое видоизмѣненіе можно назвать lata, второе angusta; онѣ соединены переходами, затрудняющими строгую сортировку. Даже самое видовое названіе volgensis имѣетъ только условное, временное значеніе и я считаю пока излишнимъ входить въ подробное описаніе. Я замѣчу только: 1) что Turb. volg. lata (аналогъ Turb. Altenburgensis) достигаетъ болѣе 30^{мм} въ длину, тогда какъ длина нѣмецкой формы не болѣе 6^{мм}; Turb. volg. angusta (аналогъ Turb. Phillipsi) имѣетъ болѣе 20^{мм} въ длину, а нѣмецкая форма только 9^{мм}; 2) что на оборотахъ нашей Turb. volg. lata нерѣдко замѣчается слабый, притупленный киль, сходный съ килемъ Murchisoniae, что невольно говоритъ въ пользу мнѣнія гр. Кэйзерлинга, предлагавшаго соединить Turb. Altenburgensis съ Murchisonia subangulata. Я впрочемъ не могу утверждать, что киль Turbonillae есть слѣдъ, оставленный краевой вырѣзкой, какъ у Murchisonia: на моихъ экземплярахъ не видно слоевъ нарастанія.

Въ Нижнемъ, Среднемъ и Верхнемъ Известнякѣ; крупные экземпляры встрѣчаются только въ Нижнемъ и Верхнемъ, въ особенности въ послѣднемъ.

32) *Turbo Burtasorum* *), n. sp. Табл. V, фиг. 5.

По срединѣ послѣдняго оборота проходитъ, рѣзко ограниченный возвышенными линіями, вогнутый поясъ; выше его возвы-

*) По имени народа Буртасы, нѣкогда обитавшаго въ этой странѣ и передававшего это названіе селу, близъ котораго, при устьѣ рѣчки Янасалки, я собралъ большую часть экземпляровъ этой раковины.

пенныя, спиральныя, неодинаково рѣзкія линіи, раздѣленныя неодинаково широкими промежутками, числомъ двѣ; ниже пояса пять или шесть возвышенныхъ, спиральныхъ, одинаково удаленныхъ и одинаково рѣзкихъ линій. Оборотовъ 3 — 4. Высота конуса 8^{мм}; ширина до 8^{мм}.

Нижній, Средній и Верхній Известнякъ.

33) *Pleurotomaria dives-ouralica*, n. sp. Табл. V, Фиг. 6.

Общая форма раковины широко-коническая; ширина (около 20^{мм}) немного больше высоты (около 18^{мм}). Спиральныхъ выпуклыхъ оборотовъ 3 — 4; шовъ довольно глубокой; послѣдній оборотъ вдвое выше предъидущихъ, взятыхъ вмѣстѣ; пупокъ небольшой. На поверхности замѣтны мелкія, многочисленныя, спиральныя возвышенныя линіи, которыя пересѣкаются неравномѣрными слоями наростанія. Поясъ раструба лежитъ въ верхней четверти послѣдняго оборота, а въ другихъ оборотахъ, частью скрытыхъ въ завиткѣ, въ верхней половинѣ; онъ образуетъ возвышенную полосу, ограниченную снизу (и менѣе ясно сверху) желобкомъ, который обуславливаетъ своимъ нижнимъ краемъ родъ *carinae*. На поясъ раструба слои наростанія дугообразно выгибаются назадъ.

Признаки, напечатанные курсивомъ, составляютъ отличія отъ ближайшей формы — *Pleurotomaria uralica*, d. Vern. (Paléont. d. l. Russ., p. 336, Pl. XXIII, fig. 12) изъ Каменноугольной формации. Вмѣстѣ съ тѣмъ, эти отличія совпадаютъ съ тѣми, на основаніи которыхъ Вернелъ отдѣлилъ свой видъ отъ *Pleurotomaria dives*, d. Koninck (также каменноугольной). Я не видалъ послѣдней формы, но принимая въ расчетъ ея величину (по словамъ Вернеля, втрое больше *Pleurot. uralicae*) рѣшаюсь дать пермской формѣ сложное названіе (по крайней мѣрѣ, до ближайшаго разъясненія), при чемъ ее можно считать, по желанію, особымъ видомъ, или только видоизмѣненіемъ.

Въ Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ.

34) *Murchisonia subangulata*, d. Vern. Табл. V, Фиг. 7 и 8.

Удлиненно-коническая раковина въ 7—8 оборотовъ, на которыхъ, нѣсколько выше середины, проходитъ двухконтурный киль (поясъ раструба); онъ лежитъ тѣмъ ближе къ срединѣ, чѣмъ но-

вѣе (больше) оборотъ; на послѣднемъ оборотѣ, ниже кия, видно отъ 4 до 5 спиральныхъ, правильно расположенныхъ бороздокъ. Послѣдняя черта сглаживаетъ различіе между этимъ видомъ и *Murchisonia* (*Turbonilla*) *biarmica*, Kutorga (*Verh. d. Kais. Russ. Min. Gesellsch. z. St. Petersburg.*, 1842, Тѣ. VI, fig. 3), различіе, на которомъ основываетъ Гейницъ невозможность соединить эти виды по предложенію Кэйзерлинга.

Въ Нижнемъ, Среднемъ и Верхнемъ ярусѣ Известняка.

35) *Emarginula?* sp. Табл. V, фиг. 11 и 12.

Нижній край раковины овальный; длина овала 17^{мм}; ширина 11^{мм}; высота раковины около 10^{мм}. Верхушка сдвинута впередъ. Наружная поверхность тонко-радіально-бороздчатая; бороздки пересѣкаются слоями наростанія. На передней сторонѣ, ниже верхушки раковины, виллообразное возвышеніе, какъ представлено на табл. V. фиг. 11, вѣроятно, ограничивающее нѣкоторую вырѣзку. Внутренняя поверхность гладкая; на передней сторонѣ ядра, при вершинѣ, рѣзкій уступъ.

Верхній Известнякъ при устьѣ Янасалки; встрѣчается рѣдко.

С Е Р Н А Л О Р О Д А.

36) *Nautilus cornutus*, n. sp. Табл. V, фиг. 15 — 19.

Завитки, число которыхъ отъ 3 до 4, быстро растутъ въ ширину, образуя глубокій пупокъ; каждый оборотъ скрываетъ около половины предыдущаго и имѣетъ въ поперечномъ разрѣзѣ полулунную форму съ закругленными концами. Въ послѣднемъ оборотѣ большихъ экземпляровъ спинная сторона плоская, иногда почти сдавленная. Край камерныхъ перегородокъ образуетъ слегка волнистую линію, которая дугообразно задается назадъ на брюшной сторонѣ, на каждой боковой и едва замѣтно на спинной. Сифонъ лежитъ ближе къ брюшной сторонѣ (между серединой и брюшной третью перегородки). Послѣдняя камера обыкновенно занимаетъ около $\frac{1}{3}$ оборота и близъ отверстія раковины представляетъ замѣчательную особенность: кругловатое ребро, отдѣляющее наруж-

ную (спинную) часть раковины отъ внутренней, ограничивающей пупокъ, быстро и круто отходитъ въ сторону, скоро принимая почти перпендикулярное направлѣніе къ плоскости спирали и образуя трубчатый отростокъ, который выдается съ каждой стороны отверстія въ видѣ рога; перешедшія такимъ образомъ на рогъ, наружная и внутренняя поверхность сходятся на передней (противуположной) сторонѣ его подъ угломъ, что обусловливаетъ гладкій шовъ, который не тянется прямолинейно по передней сторонѣ рога, а образуетъ часть растянутой, наверхъ и назадъ завивающейся спирали, такъ что при концѣ рога шовъ находится уже не впереди, а наверху. Конецъ этого отростка открытъ; край отверстія внизу закругленъ и оттянутъ дальше, вверху образуетъ острый уголъ. Общее направлѣніе слегка изгибающагося рога — въ сторону, вверхъ и немного впередъ; длина его въ большихъ экземплярахъ, имѣющихъ около 100^{мм} въ діаметрѣ, до 55^{мм}. Спинная часть послѣдней камеры мало задается впередъ дальшаго описаннаго отростка. Поверхность раковины на первыхъ, внутреннихъ оборотахъ покрыта тонкими, продольными (спиральными) линіями, которыя незамѣтны на послѣднихъ оборотахъ, гдѣ наблюдаются только неправильные, поперечные слои наростанія, которые на срединѣ спинной сторонѣ образуютъ назадъ задающій уголъ, оставляющій свой слѣдъ въ легкой возвышенной линіи. Соответственно этому, такой же входящій уголъ находится по срединѣ спинной части края въ отверстіи раковины.

Наибольшій діаметръ 105^{мм}, наибольшая ширина завитка (въ отверстіи) 80^{мм}, наибольшая высота завитка 45^{мм}, длина одного рога 55^{мм}.

Продолженіе послѣдней камеры въ роговидные отростки наводитъ на мысль о *Nautilus Seebachianus*, Gein. (Dyas, B. I, s. 43, Тѣ. XI, fig. 7*), у котораго есть листообразное расширеніе камеры въ стороны и въ длину. Въ пользу такого сближенія формъ говоритъ и возвышенная линія, пробѣгающая по срединѣ спинной поверхности и отсутствующая у *Nautilus Freieslebeni*.

Р. Людвигъ, видѣвшій экземпляръ этого вида въ Геологическомъ музеѣ Казанскаго университета, называетъ его (Geinitz, Dyas, B. II, s. 295) *Nautilus Freieslebeni* и указываетъ, какъ

его мѣстонахожденіе, Нижній Известнякъ въ окрестностяхъ Казани. Это неправильно: онъ былъ найденъ мною лично въ 1859 году въ Верхнемъ Известнякѣ при устьѣ Янасалки.

Въ Верхнемъ Известнякѣ на Волгѣ, встрѣчается очень часто, но только на ограниченномъ пространствѣ — между Буртасами и Антоновкой, въ особенности подъ самымъ селомъ Красновиновымъ, въ нижней части Верхняго яруса.

Г л а в а ІІІ.

Попробуемъ теперь вникнуть въ смыслъ и причины распредѣленія органическихъ остатковъ формаціи Пермскаго Известняка, описанныхъ въ предъидущей главѣ. По принятому обычаю, бросимъ прежде всего сравнительный взглядъ на дѣло.

Оставляя въ сторонѣ растенія и исключивъ изъ 36 вышеприведенныхъ животныхъ остатковъ всѣ рѣдкія, или только исключительно у насъ встрѣчающіяся формы, я приведу слѣдующую таблицу, въ которой два параллельные списка позволяютъ сличить распредѣленіе пермскихъ окаменѣлостей въ Камско-Волжскомъ Известнякѣ и въ Германскомъ Цехштейнѣ. При этомъ я позволяю себѣ сравнивать не только одноименныя, но и тѣ разноименныя формы, которыя могутъ считаться аналогичными; таковы: *Spirifer rugulatus* и *Spirifer alatus*, *Schizodus Schlotheimi* и *Schizodus planus*, *Lingula orientalis* и *Lingula Credneri*, *Nautilus cornutus* и *Nautilus Seebachianus*, *Strophalosia horrescens* и *Productus Geinitzianus*.

Пермскій Известнякъ въ Казанской губерніи.				Цехштейнъ въ Германіи.			
	Верхній.	Средній.	Нижній.		Верхній.	Средній.	Нижній.
<i>Stenopora columnaris</i>	+	+	+	<i>Stenopora columnaris</i>	0	+	+
<i>Poteriocrinus Quenstedti</i>	+	+	+	<i>Cyathocrinus ramosus</i>	0	+	+
<i>Fenestella Geinitzi</i>	+	+	+	<i>Fenestella Geinitzi</i>	+	0	0

Пермскій Известнякъ въ Казанской губернии.				Цехштейнъ въ Германіи.			
	Верхній.	Средній.	Нижній.		Верхній.	Средній.	Нижній.
Lingula orientalis	0	+	+	Lingula Credneri	0	0	+
Strophalosia horrescens	0	+	+	Productus Geinitzianus,	0	0	+
Productus Cancrini	+	+	+	Productus Cancrini	0	0	+
Spirifer rugulatus	0	+	0	Spirifer alatus	0	+	+
Spirifer cristatus	+	0	+	Spirifer cristatus	0	+	0
Spirigera concentrica	+	+	+	Athyris pectinifera	0	+	+
Terebratula elongata	+	+	+	Terebratula elongata	0	+	+
Pecten sericeus	+	0	+	Pecten sericeus	0	0	+
Aucella Hausmanni	+	0	0	Aucella Hausmanni	+	+	0
Avicula speluncaria	+	+	+	Avicula speluncaria	0	+	+
Gervillia antiqua	+	+	+	Gervillia antiqua	+	+	+
Gervillia ceratophaga	+	+	+	Gervillia ceratophaga	0	+	+
Clidophorus Pallasi	+	+	+	Clidophorus Pallasi (и Pleurophorus costatus)	+	+	+
Arca Kingiana	+	0	+	Arca Kingiana	0	+	0
Nucula Beyrichi	+	0	+	Nucula Beyrichi	0	0	+
Schizodus obscurus	+	+	+	Schizodus obscurus	+	0	+
Schizodus planus	+	0	+	Schizodus Schlotheimi	+	+	0
Solemya biarmica	+	0	+	Solemya biarmica	0	0	+
Panopaea lunulata	+	0	+	Panopaea lunulata	0	0	+
Turbonilla volgensis	+	+	+	Turbonilla Altenburgensis	+	0	0
Murchisonia subangulata ..	+	+	+	Murchisonia subangulata	0	+	0
Nautilus cornutus	+	0	0	Nautilus Seebachianus	0	0	+

Изъ 25 общихъ и аналогичныхъ видовъ, содержащихся въ этой таблицѣ, во-первыхъ, нѣтъ ни одного исключительно свой-

ственного какому нибудь одному ярусу обоихъ бассейновъ; во-вторыхъ, изъ двухъ исключительно свойственныхъ одному ярусу въ Казанской губерніи одинъ встрѣчается въ томъ же ярусѣ Германіи, а изъ 13, исключительно свойственныхъ одному изъ ярусовъ въ Германіи въ тѣхъ же ярусахъ Казанской губерніи находится 9. Возьмемъ дѣло иначе: изъ 22-хъ видовъ нашего Верхняго яруса, въ Германіи встрѣчаются — въ Верхнемъ ярусѣ 7, въ Среднемъ 13, въ Нижнемъ 16; изъ 16 видовъ нашего Средняго яруса въ Германіи — въ Верхнемъ 5, въ Среднемъ 9, въ Нижнемъ 13; изъ 22-хъ нашего Нижняго яруса — въ Германіи, въ Верхнемъ 6, въ Среднемъ 12, въ Нижнемъ 16. Изъ этихъ цифръ выходитъ, что каждый изъ нашихъ ярусовъ имѣетъ большее палеонтологическое сходство съ Нижнимъ германскимъ ярусомъ, чѣмъ съ Среднимъ и Верхнимъ; однако пропорція видовъ, общихъ съ этими послѣдними, также довольно значительна. Какой же дробный параллелизмъ здѣсь возможенъ? На чемъ можетъ держаться приравниваніе нашего Средняго яруса Нижнему Цехштейну Германіи, а Верхняго Верхнему (Zechstein-Dolomit), какъ это дѣлаетъ Людвигъ (Geinitz, *Dyas*, В. I, s. 304 *). Это вполнѣ произвольно. Людвигъ говоритъ (*loc. cit.*), что нашъ Средній ярусъ *такъ рѣзко* отличается отъ Верхняго присутствіемъ свойственныхъ ему brachiopoda, между прочимъ, *Productus Cancrii*, *Spirigera concentrica*, *Terebratula elongata*, тогда какъ въ Верхнемъ находятся почти исключительно conchifera и gasteropoda. Хотя въ общемъ смыслѣ замѣчаніе это затрогиваетъ вполнѣ вѣрную палеонтологическую черту, о чемъ рѣчь впереди, но оно поставлено неправильно. Во-первыхъ, три выше названныя формы brachiopoda, наиболѣе распространенныя въ нашей мѣстности, проходятъ чрезъ всѣ три яруса; во-вторыхъ, Людвигъ недовольно строго относился къ фактамъ и находилъ выведенное имъ распредѣленіе окаменѣлостей тамъ, гдѣ его нѣтъ: такъ, въ *Dyas*, В. I, на стр. 295 онъ даетъ наслоеніе при Верхнемъ Услонѣ, по *Мёрчисону*, на описаніе котораго и ссылается, но у Мёрчисона не оказывается Верхняго

*) Читатель не долженъ терять изъ вида, что Людвигъ не знаетъ нашего Нижняго яруса и называетъ *Нижнимъ* Средній.

Известняка, какъ его понимаетъ Людвигъ, т. е. яруса съ *Clidophorus Pallasii*, безъ *Productus Cancrini*; потому Людвигъ измѣняетъ въ своей цитатѣ группировку слоевъ, принимаетъ Верхній ярусъ за Средній (по его Нижній), а Верхнимъ ярусомъ считаетъ принадлежащую къ Верхнимъ Полосатымъ Мергелямъ прослойку туфовиднаго Известняка, въ которой Мёрчисонъ наблюдалъ *Modiolae*. Людвигъ не объясняетъ, почему онъ думаетъ, что эти *Modiolae* непременно *Modiolae Pallasii* и почему къ выраженію Мёрчисона *туфовидный* известнякъ онъ прибавилъ отъ себя эпитетъ *пузыристый*, что придаетъ ему въ описаніи сходство съ настоящимъ Верхнимъ Известнякомъ. Посѣтившій эту мѣстность сейчасъ убѣдится въ неправильности смысла, приданнаго Людвигомъ словамъ Мёрчисона. Если распоряжаться такъ свободно съ описаніемъ наслоенія, то можно вывести какую угодно группировку слоевъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, какую угодно параллелизацію.

Прежде, чѣмъ коснемся вопросовъ о томъ, что такое эта дробная параллелизація, пользующаяся у многочисленной партіи современныхъ геологовъ такой популярностью и на какихъ принципахъ она держится, мы попытаемся вникнуть въ общій характеръ дѣйствительнаго распредѣленія окаменѣлостей въ Пермскомъ Известнякѣ, придерживаясь сколько возможно фактическихъ и числовыхъ данныхъ.

Количественное опредѣленіе фауны. Замѣчаніе Р. Людвига о преобладаніи въ нашемъ Верхнемъ ярусѣ моллюсковъ изъ отряда *conchifera*, а въ Среднемъ (по его Нижнемъ) ярусѣ *brachiopoda* совершенно вѣрно, но оно состоитъ не въ томъ, что послѣдніе найдутъ за предѣлы Средняго, а первые—за предѣлы Верхняго Известняка. Изъ предъидущей главы видно, что изъ 8 видовъ *brachiopoda* только 2 (*Spirifer rugulatus* и *Productus hemisphaerium*) не выходятъ за предѣлы Средняго яруса; а изъ 13 *conchifera* Верхняго яруса 6 встрѣчаются въ Среднемъ и 12 въ Нижнемъ. Обыкновенный приѣмъ для оцѣнки преобладанія въ данномъ слоѣ того или другаго порядка формъ состоитъ въ счетѣ видовъ этихъ порядковъ, но легко доказать, что приѣмъ этотъ совершенно невѣренъ: нѣкоторыя прослойки Средняго Известняка на Волгѣ содержатъ *Productus Cancrini*, *Terebratula elongata*, *Avi-*

cula speluncaria, *Gervillia ceratophaga*, *Osteodesma Kutorgana*, *Clidophorus Pallasi*, такъ что, по счету видовъ, *conchifera* преобладаютъ и относятся къ *brachioroda*, какъ 4 къ 2, или 2 къ 1; но достаточно взглянуть на самый слой, чтобъ убѣдиться въ не-вѣрности такого заключенія: на пространствѣ приблизительно 1-го квадратнаго фута находятся 70 экземпляровъ *Productus Cancrini*, 6 *Terebratula elongata*, 6 *Avicula Speluncaria*, 16 *Gervillia ceratophaga*, 3 *Osteodesma Kutorgana* и 2 *Clidophorus Pallasi*, т. е. по числу экземпляровъ, *conchifera* относятся къ *brachioroda* какъ 27 : 76, или почти какъ 1 къ 3. Хотя эти цифры несравненно вѣрнѣе, но и онѣ явно не выражаютъ истиннаго отношенія. Въ самомъ дѣлѣ, представимъ себѣ, что мы наблюдаемъ извѣстный объемъ породы, содержащій 10 экземпляровъ большихъ *Pinna* и 20 экземпляровъ микроскопическихъ *rhizoroda*; слѣдуетъ ли изъ этихъ чиселъ, что здѣсь преобладаютъ послѣдніе? Конечно нѣтъ: 20 *rhizoroda* занимаютъ меньшее пространство и потребляютъ меньше питательныхъ веществъ, чѣмъ $\frac{1}{100}$ часть одной *Pinna*. Короче сказать, если опредѣляя преобладаніе какихъ-либо формъ, мы имѣемъ въ виду опредѣлить на сколько окружающія условія благоприятны для тѣхъ или другихъ, то лучшей мѣркой должна служить общая масса тѣла, какъ выраженіе количества потребленныхъ ими питательныхъ веществъ. Не имѣя никакой возможности узнать мелкія различія въ удѣльномъ вѣсѣ тканей тѣлъ организмовъ, которые погребены въ обслѣдуемыхъ слояхъ, мы вынуждены руководствоваться не самой массой, а только объемомъ. Почти излишне говорить, что мы имѣемъ полное право это сдѣлать, такъ-какъ колебанія въ удѣльномъ вѣсѣ (*s*) могутъ быть самыя ничтожныя; слѣдовательно отношеніе объемовъ (*v*) весьма близко выражаетъ отношеніе массъ (*vs*).

Съ перваго взгляда понятно, что найти числа, выражающія относительный объемъ различныхъ организмовъ въ данномъ слоѣ, задача очень сложная, мѣшкатная и достижимая только въ приближеніи; имѣя однако въ виду, что такое приближеніе несравненно точнѣе простой оцѣнки на глазъ, которая, въ свою очередь, точнѣе обыкновеннаго счета видовъ, я рѣшилъ затратить время на эту попытку. Значительная масса породъ всѣхъ трехъ ярусовъ

Известняка, изъ различныхъ мѣстностей, которою я запасся лѣтомъ 1866 и 1867 годовъ, служила мнѣ матеріаломъ. Нарисовавъ контуры раковинъ каждаго вида въ нѣсколькихъ стадіяхъ роста, я постепенно раскалывалъ образчики Известняка изъ одного яруса одной мѣстности на мелкіе куски и отмѣчалъ каждый экземпляръ, полный или неполный, при соотвѣтствующемъ ему контурѣ на рисункахъ. Знакомый съ фауной этой формаци, я обыкновенно узнавалъ формы безъ затрудненія; нерѣдко однако видовое распознаваніе было невозможно и я помѣчалъ экземпляры вообще какъ *conchifera*, *gasteropoda* и проч., для которыхъ также были изготовлены различные контуры. Разобравъ, такимъ образомъ, имѣвшійся у меня матеріалъ, я сосчитывалъ число экземпляровъ каждаго контура, умножалъ на эту сумму объемъ соотвѣтствующаго экземпляра и складывалъ полученныя числа для *conchifera* съ одной стороны, для *brachiopoda* съ другой. Мало распространенныя формы, которыя въ осмотрѣнныхъ съ этой цѣлью кускахъ найдены не были, но неособенно рѣдко встрѣчаются въ томъ же слоѣ, вносились въ расчетъ по одному экземпляру. Для опредѣленія объема я превращалъ на чертежѣ формы раковинъ въ прямоугольныя, четырехгранныя призмы и, принявъ наименьшую призму за единицу, выводилъ геометрически относительныя числа ихъ объемовъ. Числа эти весьма несходны съ числами видовъ, а иногда и съ числами экземпляровъ:

Въ западной части области, на Волгѣ, отношеніе выражается въ процентахъ слѣдующими числами:

		По объемамъ.	По экземпляр.	По видамъ.
Верхній ярусъ	{ <i>Brachiopoda</i> . . .	19	12	26
	{ <i>Conchifera</i> . . .	81	88	74
Средній ярусъ	{ <i>Brachiopoda</i> . . .	83	66	38
	{ <i>Conchifera</i> . . .	17	34	62
Нижній ярусъ.	{ <i>Brachiopoda</i> . . .	25	12	25
	{ <i>Conchifera</i> . . .	75	88	75

Восточнѣе, по Камѣ, между Чистополемъ и устьемъ Вятки :

Верхній ярусъ	{ <i>Brachiopoda</i> . . .	5	3	6
	{ <i>Conchifera</i> . . .	95	97	94

Средній ярусъ	Brachiopoda. .	90	97	83
	Conchifera. . .	10	3	17

Нижній ярусъ — скрытъ подъ уровнемъ рѣки.

Еще восточнѣе, между устьемъ Вятки и Елабугой:

Верхній ярусъ — Числа колеблются около приведенныхъ для этого яруса непосредственно выше.

Средній ярусъ	Brachiopoda. .	43	54	43
	Conchifera. . .	57	46	57

Нижній ярусъ — Почти исключительно *Lingula*, изрѣдка *Clidophorus Pallasii*.

Смотря на эти цифры, легко видѣть, что отношеніе объемовъ не сходно съ отношеніемъ экземпляровъ и видовъ, что, напримѣръ, въ Среднемъ ярусѣ на Волгѣ число видовъ brachiopoda больше, чѣмъ въ Верхнемъ, число экземпляровъ больше числа видовъ, а объемъ больше числа экземпляровъ, т. е. кромѣ числа увеличилась и средняя величина экземпляра. Это весьма рѣзкая и замѣчательная черта въ распредѣленіи нашихъ окаменѣлостей. Brachiopoda въ Среднемъ ярусѣ достигаютъ бѣльшихъ размѣровъ, чѣмъ въ Верхнемъ и Нижнемъ, тогда какъ conchifera наоборотъ: *Clidophorus Pallasii*, имѣющій въ Верхнемъ и Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ нерѣдко 6, иногда 8,5 сантиметровъ въ длину, не превосходитъ въ Среднемъ ярусѣ 3-хъ сантиметровъ; *Schizodus obscurus* въ Верхнемъ ярусѣ обыкновенно 2,5 и 3 сантиметра, въ Среднемъ 1, рѣже 1,5 сантиметра. Величина экземпляровъ conchifera въ Верхнемъ ярусѣ, особенно хорошо замѣтная на *Clidophorus Pallasii*, постепенно измѣняется и въ горизонтальномъ направленіи, съ запада на востокъ, такъ что maximum ея на Волгѣ; величина экземпляровъ brachiopoda Средняго яруса, хорошо выражающаяся на *Terebratulina elongata*, къ востоку сначала увеличивается, достигаетъ при устьѣ Берсута maximum и затѣмъ сравнительно быстро уменьшается въ Елабугѣ. Этотъ maximum brachiopoda въ Среднемъ ярусѣ при Берсутѣ (brachiopoda 100%) особенно поразителенъ тѣмъ, что только въ этомъ пунктѣ разрѣза встрѣчается, и притомъ въ несмѣтномъ множествѣ, *Productus hemis-*

phaerium, Kutorg., тогда какъ другая преобладающая форма, *Spirifer rugulatus*, Kutorg, хотя западнѣе неизвѣстна, но на востокъ идетъ за Котловку, уменьшаясь при этомъ въ величинѣ, какъ и *Terebratura elongata*. Въ этой восточной части Известняка, за быстрымъ уменьшеніемъ величины экземпляровъ *brachiopoda*, слѣдуетъ ихъ уменьшеніе и въ числѣ, такъ что по объемамъ и видамъ этотъ отрядъ падаетъ ниже 50%; слѣдовательно, здѣсь и въ Среднемъ ярусѣ преобладаютъ *conchifera*.

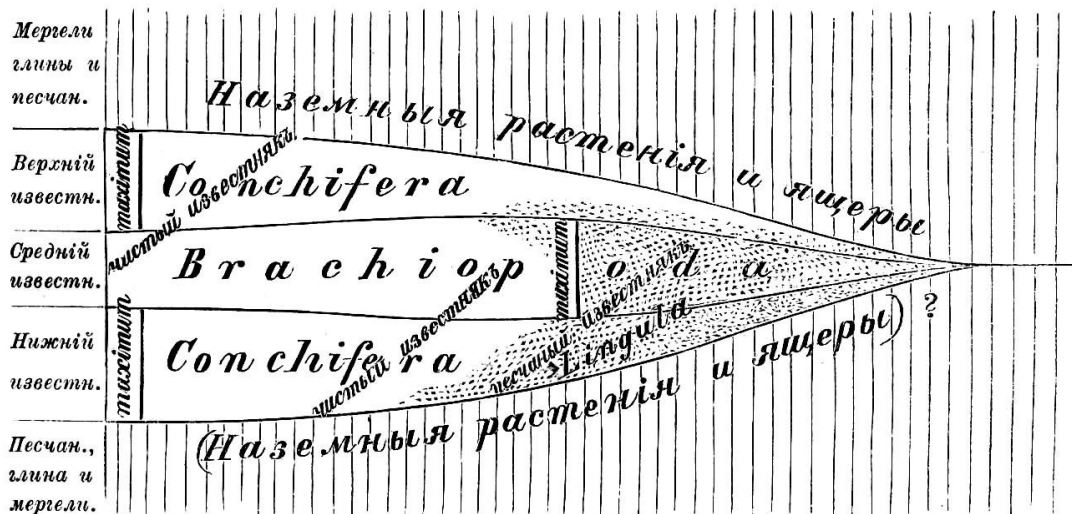
Фауны глубокаго моря и мелководья. Упомянутыя черты распределенія окаменѣлостей показаны на разрѣзѣ формации Известняка вдоль теченія Камы, помѣщенномъ на Табл. VI. На соответствующихъ мѣстахъ разрѣза я пишу названія наиболѣе распространенныхъ здѣсь раковинъ, выражая относительную среднюю величину экземпляровъ крупностью шрифта; названія формъ, величина которыхъ не измѣняется значительно, написаны среднимъ шрифтомъ. Предъ названіями помѣщено процентное отношеніе объемовъ, экземпляровъ и видовъ *brachiopoda* и *conchifera*. Смотря на этотъ разрѣзъ, мы видимъ, что фауна *brachiopoda* занимаетъ среднюю часть формации, что сверху она всюду покрыта фауной *conchifera*, что на западѣ подстилается ею и снизу, а восточнѣе несмѣтнымъ множествомъ *Lingula* (которую мы должны отдѣлить, по ея распределенію, отъ другихъ *brachiopoda*) и небольшимъ числомъ *Clidophorus*; наконецъ, что верхняя и нижняя фауны на востокѣ постепенно сближаются, даже сливаются, вытѣсняя ярусъ съ преобладаніемъ *brachiopoda*. Можно было бы сказать, что фауна *conchifera* одѣваетъ массу Известняка, какъ оболочка чечевичнаго зерна одѣваетъ ядро, если бы восточная часть нижней поверхности этой оболочки съ *conchifera* не была занята *Lingula*. Но обратимся къ смыслу этихъ явленій, къ разъясненію тѣхъ условій, которыя благопріятствуютъ въ различныхъ пунктахъ и въ различное время развитію *conchifera*, или *brachiopoda*, произвели такое распределеніе.

Наблюденія надъ мѣстообитаніемъ морскихъ животныхъ Э. Форбса Лёвена, Остена (Austen), Андрию (d'Archiac, *Introd. à l'et. d. l. Paléont. stratig.*, v. II; Woodward, *A. Manual of the Mollusca*; *fahrb. d. kaiserl. — Königl. geolog. Reichsanstalt*; 1858) и

прекрасное изслѣдованіе Эдуарда Зюсса (Die Wohnsitze d. Brachiopoden, Sitzungs—Berichte d. Wiener Academie, 1859) ставятъ внѣ сомнѣнія, что conchifera и gasteropoda суть преимущественно обитатели мелководья, а brachiopoda, за исключеніемъ родовъ Discina, Lingula, нѣкоторыхъ видовъ Orthis и Terebratulina, живутъ только на значительныхъ глубинахъ (глубже 100 метровъ). Въ особенности рода Spirifer и Productus указываютъ на глубину; что же касается до Lingula, то всѣ совершенныя виды ея обитаютъ не глубже 35 метровъ и всегда на песчаномъ днѣ; послѣднее условіе неизмѣнно наблюдается и при ископаемыхъ формахъ этого рода, что служитъ сильнымъ ручательствомъ за право перенести результаты наблюденій надъ нынѣ живущими видами на вымершіе. Такимъ образомъ, если нельзя сказать, что въ Пермскомъ Известнякѣ фауна conchifera непрерывно окружаетъ фауну brachiopoda, то можно смѣло поставить иное положеніе — *фауна мелководья облекаетъ фауну глубокаго моря непрерывнымъ слоемъ*. Въ дополненіе къ сказанному слѣдуетъ прибавить, что тамъ же, гдѣ conchifera достигаютъ maximum развитія, въ Верхнемъ и Нижнемъ Известнякѣ на Волгѣ, встрѣчается во множествѣ Palaeorhynchus insignis, Gein. — новый признакъ мелководья, такъ какъ водоросли составляютъ главнѣйшую черту 2-го вертикальнаго пояса въ населеніи морскихъ береговъ, начинающагося сейчасъ за уровнемъ отлива, пояса ламинарій. Въ самыхъ верхнихъ частяхъ Верхняго яруса, по крайней мѣрѣ на Камѣ, находится большое число наземныхъ растений (при Кутькиной, Омарѣ, Грахани, Котловкѣ; также при крымской Слудкѣ и Нижнихъ Шунахъ на Вяткѣ) и остатки ящеровъ, говорящіе въ пользу близости берега. Наземныя растенія попадаютъ, кромѣ того, въ различныхъ слояхъ вышележащихъ Полосатыхъ Мергелей и, кажется, въ восточномъ продолженіи нижележащихъ песчаниковъ. Какъ Форбсъ при своихъ розысканіяхъ въ Эгейскомъ и Британскомъ моряхъ встрѣчалъ на значительныхъ глубинахъ только малорослыхъ conchifera, такъ и въ нашемъ Среднемъ ярусѣ моллюски этого порядка отличаются весьма небольшою величиной; слѣдуетъ исключить развѣ одну Avicula speluncaria, которая сравнительно съ другими двустворчатыми, меньше измѣняетъ размѣры, притомъ

чаще всѣхъ другихъ примѣшивается къ фаунѣ brachiopoda, въ особенности сопутствуетъ Productus Cancrini; но и она достигаетъ maximum роста только въ Верхнемъ Известнякѣ и въ подстилающемъ его песчаномъ мергелѣ (смотри главу II, § Avicula). Чтобы ясно выразить изложенное воззрѣніе на распредѣленіе окаменѣлостей, я приведу слѣдующій схематичный чертежъ.

Фиг. 19.

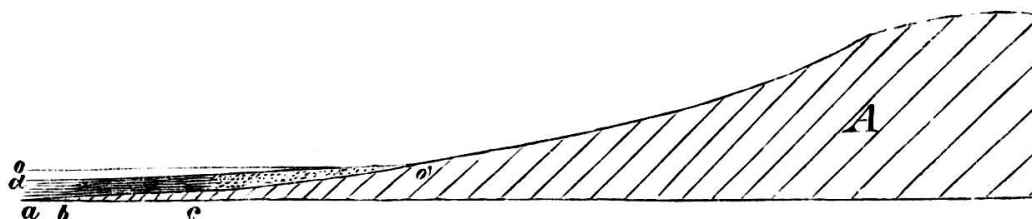


Самый процессъ, обусловившій такое распредѣленіе, кажется мнѣ весьма простымъ. Для яснаго представленія о немъ нужно только обратить вниманіе на то, что на западѣ мелководье смѣнилось глубокимъ моремъ, которое снова превратилось въ мелководье, тогда какъ на востокѣ глубина постоянно оставалась незначительной, что вполне объясняется постепеннымъ опусканіемъ морскаго дна и отступленіемъ береговой линіи на востокъ; затѣмъ опусканіе смѣнилось поднятіемъ, или уменьшилось настолько, что не вознаграждало выполненіе бассейна осадками, вслѣдствіе чего произошло обратное движеніе береговой линіи, съ востока на западъ. Я желалъ бы обратить особенное вниманіе читателя на этотъ процессъ, такъ какъ онъ приводитъ къ весьма интереснымъ и неожиданнымъ выводамъ и долженъ имѣть значеніе не для одного Камско-Волжскаго Пермскаго бассейна, но и вообще для морскихъ формаций всѣхъ временъ и мѣстностей, потому что обуславливающія его обстоятельства принадлежатъ къ самымъ простымъ и нормальнымъ. Въ сущности онъ не зависитъ даже отъ нашего

воззрѣнія на причины измѣненія относительнаго уровня моря и суши, т. е. принимаемъ ли мы поднятія и опусканія суши, или наступленія моря, или выполненія бассейновъ: онъ представляетъ неизбежное слѣдствіе твердо стоящаго факта, что относительное положеніе морскаго уровня измѣняется. Я принимаю, однако, вертикальныя колебанія земной поверхности въ высшей степени вѣроятными. Разсмотримъ ближе главные моменты процесса.

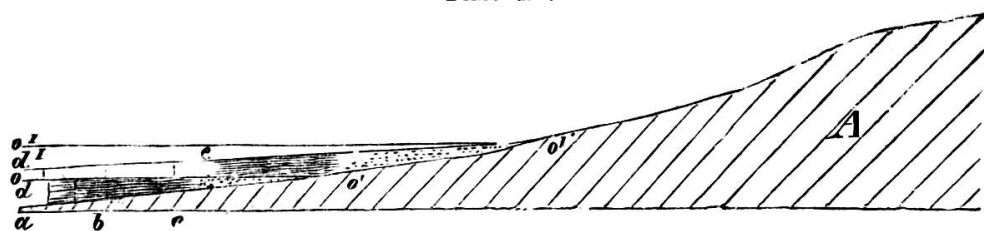
Пусть A (фиг. 20) представляетъ массу породъ, составляющихъ сушу и постепенно уходящихъ подъ уровень моря oo' . Въ прибрежной части so' отлагается матеріалъ, доставленный сушей,

Фиг. 20.



конгломераты, песчаники, глины; въ открытомъ, но все еще мелко-морѣ ab образуется насчетъ раковинъ моллюсковъ известнякъ; область bc есть мѣсто отложенія мергеля, какъ промежуточной породы, происходящей чрезъ смѣшеніе известняка съ прибрежными наносами. Если дно бассейна (и суша) опускается, то чрезъ опредѣленный періодъ времени при уровнѣ $o^1o^{1'}$ (фиг. 21)

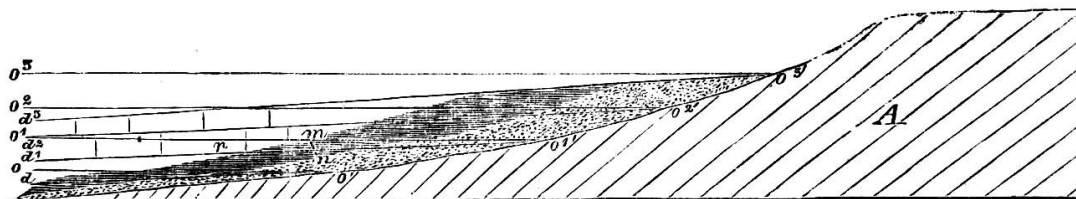
Фиг. 21.



должны наблюдаться новыя массы известняка, мергеля и песчаника, расположенныя вполне аналогично предъидущимъ, какъ показано на фиг. 21; но мергель eo' , соотвѣтствующій bc , расположится надъ песчаникомъ so' , а часть известняка ed^1 , соотвѣтствующая ab , надъ частію мергеля bc и частію песчаника so' . Такъ какъ, по условію, измѣненіе уровня совершалось не вдругъ, а по-

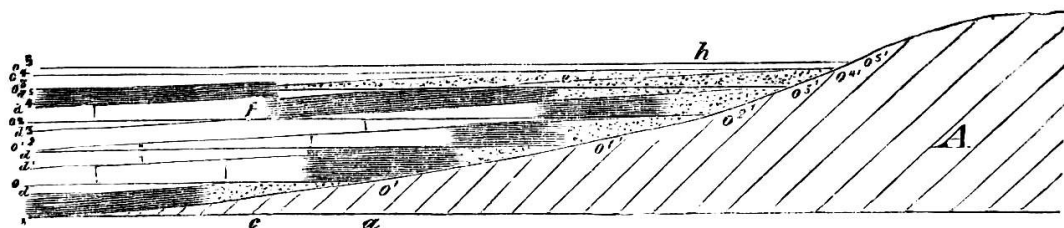
степенно, то породы не представляют уступовъ, какъ изображено на фиг. 21, а вытянутся непрерывными слоями, какъ показываетъ фиг. 22, гдѣ видны дальнѣйшія стадіи того же процесса. Положимъ, что опусканіе дна и выполненіе бассейна совершаются

Фиг. 22.



равномѣрно и что выполненіе равняется двумъ третямъ опусканія, какъ это принято въ предыдущихъ чертежахъ; въ такомъ случаѣ, глубина лѣвой части бассейна постепенно увеличивается и при положеніи уровня $o^3 o^3'$ она въ четыре раза больше, чѣмъ при уровнѣ oo' ($o^3 d^3 = 4od$). Если затѣмъ опусканіе будетъ уменьшаться, а выполненіе бассейна не измѣнится, такъ что размѣръ его будетъ, наконецъ, превосходить размѣръ опусканія, тогда, въ теченіи такого же періода времени, какой раздѣляетъ положенія уровня при o^3 и o^2 , o^2 и o^1 , o^1 и o , уровень измѣнится только на $o^3 o^4$ (фиг. 23), между тѣмъ масса береговыхъ породъ, поступаю-

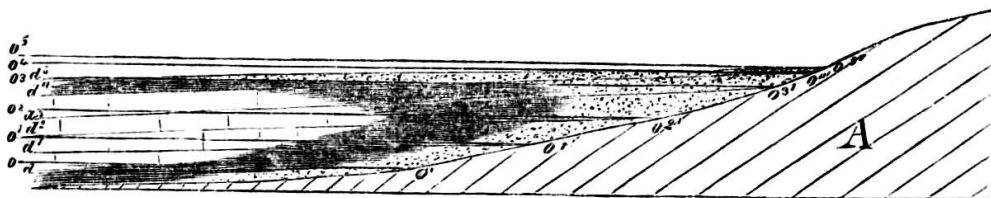
Фиг. 23.



щихъ въ бассейнъ, остается неизмѣненною; слѣдовательно, не имѣя возможности отлагаться такою же значительною толщею, какъ прежде, и постепенно выполняя прибрежное мелководье, она вытянется внутрь бассейна до e (фиг. 23) и накроетъ известнякъ, какъ видно на чертежѣ при уровнѣ o^4 , которому соотвѣтствуетъ положеніе морскаго дна $d^4 o^4'$. При этомъ, береговая линія подвинется, положимъ, до h . При дальнѣйшемъ, еще болѣе медленномъ измѣненіи уровня до o^5 , мергель и за нимъ песчаникъ еще дальше зададутся внутрь бассейна, до f . Вслѣдствіе непрерывности процесса, наслоеніе должно принять видъ, представленный на фиг.

24. Такимъ образомъ получается расположеніе породъ, вполне сходное съ наблюдаемымъ въ нашемъ Пермскомъ бассейнѣ (Табл.

Фиг. 24.



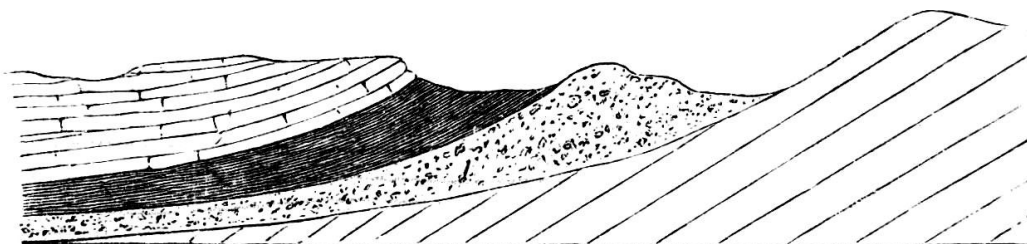
VI). Принятые выше размѣры опусканія и отношеніе ихъ къ размѣрамъ выполненія бассейна имѣютъ вліяніе только на второстепенныя черты формы геологической чечевицы (отъ которой мы рассматриваемъ только половину), какъ можно назвать такое наслоеніе, на мощность слоевъ, крутизну ихъ изгибовъ и т. п., тогда какъ сущность дѣла остается неизмѣнно таже самая. Если опусканіе не уменьшается, а остается равномѣрнымъ или увеличивается, то получается только нижняя часть чечевицы до линіи $d^3 o^3$, если оно смѣняется поднятіемъ — чечевица вытягивается и загибается правымъ краемъ кверху, если отложеніе данной толщи слоевъ совершалось все при поднятіи, получается только верхняя часть чечевицы, выше линіи $d^3 o^3$, съ относительнымъ паденіемъ слоевъ отъ берега; если, наконецъ, сначала происходило поднятіе, потомъ опусканіе, то является фигура, которую мы получимъ, поставивъ нижнюю часть на мѣсто верхней, а верхнюю на мѣсто нижней.

Мы рассматривали вліяніе опусканія на расположеніе минеральныхъ породъ; но тоже самое имѣетъ мѣсто и для распредѣленія фаунъ. Слѣдуетъ только принять, что рѣчь идетъ не о пескѣ, мергелѣ и известнякѣ, а о собраніи организмовъ, обитающихъ различныя глубины: пусть so' (фиг. 20) представляетъ береговой поясъ Форбса (область между уровнемъ прилива и уровнемъ отлива), часть bc — поясъ ламинарій, а часть ab поясъ кораллинь и коралловъ. Придавая тоже значеніе слоямъ фиг. 24, легко видѣть, что въ готовой формациі фауна глубокаго моря (изъ пояса кораллинь и коралловъ) опоясывается фауной мелководья (изъ пояса ламинарій и береговаго).

Полнаго вниманія заслуживаютъ вытекающія отсюда слѣд-

ствія. Положимъ, мы наблюдаемъ формацию, состоящую изъ налегающихъ другъ на друга пластовъ песчаника, мергеля и известняка, имѣющую видъ, представленный на фиг. 25. По общепринятому правилу, пласты эти считаются осажденными одинъ послѣ другаго въ послѣдовательныя эпохи; между тѣмъ, если это напластываніе есть только нижняя, уцѣлѣвшая отъ размыванія часть

Фиг. 25.



геологической чечевицы (ниже линіи $d^3 o^3$, Фиг. 24), то такое воззрѣніе справедливо только для очень ограниченной мѣстности; на Фиг. 24 видно, что линіи, проходящія чрезъ одновременно отлагавшіяся части формаци, иначе говоря, показывающія положеніе дна, косвенно пересѣкаютъ всѣ три пласта ($d^1 o^1$, $d^2 o^2$ и проч.) и, постепенно слѣдя нѣкоторый слой, напр. песчаникъ слѣва направо, мы съ каждымъ шагомъ переходимъ въ болѣе и болѣе новыя образованія*). Это даетъ право поставить тезисъ, повидимому, парадоксальный: *общепринятое убѣжденіе въ послѣдовательности образованія послѣдовательно другъ на друга налегающихъ слоевъ—неверно*. При первомъ столкновеніи съ этимъ выводомъ и разсматриваніи напластованія различныхъ формаций въ дѣйствительности невольно возникаетъ возраженіе, повидимому, очень серьезнаго свойства; оно состоитъ въ слѣдующемъ: если смежные пласты песчаника, мергеля и известняка сложились изъ постепенно надвигавшихся другъ на друга осадковъ, какъ описано при чертежахъ 20, 21 и 22, то не должны ли наблюдаться постепенные переходы одного пласта въ другой, такъ какъ области отложенія песка, мергеля и известняка, конечно, не разграничивались рѣзко?

*) Гг. Остенъ и Шарпъ высказали именно такое воззрѣніе на Верхній зеленый Песчаникъ Англіи, считая его одновременнымъ съ мѣловымъ мергелемъ и, можетъ быть, съ Бѣлымъ Мѣломъ (Lyell. Elem. of Geol., 1865, p. 329).

Но не должно забывать, что правильность и простота очертанія слоевъ, какую представляютъ фиг. 22 и 24, мыслима только при идеально-простомъ теченіи процесса; для этого требуется именно, чтобъ береговые осадки всегда уносились на одинаковое разстояніе отъ берега, чтобъ съ каждымъ днемъ край песчаного отложенія *c* (фиг. 20) на столько же подавался вправо, на сколько подается сюда, вслѣдствіе опусканія, береговой пунктъ морскаго уровня *o'*. Такая правильность немыслима: подъ вліяніемъ дождливыхъ и сухихъ временъ года, въ теченіи которыхъ рѣки, то многоводныя и быстрыя, то обмелѣвшія и тихія, приносятъ бѣльшее или меньшее количество суспенсированнаго и перекатывающагося по дну матеріала, распредѣляя его на болѣе, или менѣе значительной области, подъ вліяніемъ бурь и временныхъ теченій, береговые отложенія постоянно измѣняютъ площадь своего распространенія, то вытягиваясь въ открытое море, въ область Известняка, то отступая къ берегу. Это обусловливаетъ неравномѣрную зубчатость слоя; зубцы эти, чрезвычайно острые и вытянутые, являются въ видѣ тонкихъ прослоекъ, перемежающихся съ породой смежнаго слоя, какъ это видно на разрѣзѣ табл. VI. Во всякомъ частномъ случаѣ трудно, разумѣется, убѣдиться непосредственнымъ наблюденіемъ, что данныя прослойки суть зубцы, что, на примѣръ, прослойки Известняка въ сѣромъ песчаномъ мергелѣ при Елабугѣ представляютъ зубцы известняковой толщи, налегающей выше и западнѣе; однако въ виду интереса, который представляло бы разъясненіе этого дѣла, я изыскивалъ средства дойти до него хотя косвеннымъ путемъ. Я нахожу подтвержденіе высказаннаго выше воззрѣнія въ сличеніи наслоенія въ Елабугѣ (Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ., обнаж. I) съ наслоеніемъ при устьѣ Вятки (loc. cit., обн. III и IV) изображеннымъ въ главныхъ чертахъ на табл. VI. Въ Елабугѣ подъ Верхнимъ Известнякомъ съ *Clidophorus Pallasii* непосредственно слѣдуютъ около 15 метровъ сѣраго песчаного мергеля, прослоеннаго известнякомъ; ниже идутъ красныя породы — глины и песчаники. При р. Вяткѣ, подъ Верхнимъ Известнякомъ лежитъ песчанистый известнякъ въ 25-метровъ толщиною и уже ниже слѣдуетъ сѣрый, частію песчанистый, частію глинистый мергель. Какъ этотъ послѣд-

ній, такъ и Елабужскій сѣрый мергель я считаю частями одного непрерывнаго пласта, подстилающаго Известнякъ, но частями *разновременными*, такъ какъ сѣрый мергель при р. Вяткѣ не содержитъ прослоекъ известняка, которыя наблюдаются въ Елабужскомъ, а предположить выклиниваніе ихъ къ западу, куда весь Известнякъ утолщается, было бы невѣроятно. Въ горизонтѣ Елабужскаго сѣраго мергеля находится при Вяткѣ песчанистый известнякъ. Опираясь на такое наведеніе, я представляю себѣ соотношеніе породъ и слоевъ, какъ показано на разрѣзѣ табл. VI. Такъ это, или не такъ въ нашемъ частномъ примѣрѣ, но зубчатость слоевъ непремѣнно должна существовать, а это совершенно маскируетъ петрографическій переходъ одного пласта въ другой. Не должно также упускать изъ виду, что мощность переходной толщи, даже въ идеально-правильномъ случаѣ, была бы только незначительной величиной въ сравненіи съ площадью отложенія этого осадка на днѣ моря, также какъ мощность песчанаго слоя *mn* (фиг. 22) есть незначительная часть *nr*; иначе сказать, это отношеніе $\sin. a$ къ $\cos. a$, когда a не превосходитъ нѣсколькихъ минутъ. Уголъ a составляется общею границей слоя, которая получается при элиминированіи зубчатости и протяженіемъ прослойки (зубца), располагающейся необходимо по линіи *rn*, представляющей поверхность морскаго дна въ нѣкоторую прошедшую эпоху и параллельной линіямъ *do'*, *d'o''* и т. д. (Я не имѣю надежныхъ данныхъ для опредѣленія этого угла въ наслоеніи между Елабужой и устьемъ Вятки и могу только сказать, что онъ очень малъ). Послѣднее свойство упомянутыхъ прослоекъ — протяженіе ихъ по дну — можетъ дать интересное указаніе на то, въ какихъ именно направленіяхъ слѣдуетъ искать вполнѣ одновременныя отложенія *).

Геологическіе горизонты. Изложенное на послѣднихъ страницахъ достаточно разъясняетъ, что должно внимательно различать понятія о хронологическомъ, стратиграфическомъ, петрографиче-

*) Для этого необходима, однако, подробная и точная нивелировка рѣчныхъ береговъ (въ особенности Камы) и не менѣе точное измѣреніе слоевъ въ обнаженіяхъ.

скомъ и палеонтологическомъ горизонтахъ. Вообще геологическимъ горизонтомъ мы называемъ направлѣніе, соединяющее такія части формаціи, которыя аналогичны въ одномъ изъ названныхъ отношеній. Такъ на фиг. 22 слой песчаника или мергеля представляетъ, на всемъ его протяженіи, одинъ петрографическій или стратиграфическій горизонтъ; однако, послѣдній не однозначущъ съ первымъ: при выклиниваніи слоя, стратиграфическій горизонтъ его продолжается дальше, тогда какъ петрографическаго тутъ, понятно, нѣтъ; такъ напримѣръ, можно сказать: что правый конецъ линіи $d^3o^{3'}$ есть стратиграфическій горизонтъ Известняка, хотя самая порода здѣсь уже не существуетъ. Тотъ же слой чертежа (песчаникъ), если мы примемъ, что онъ изображаетъ не минеральную породу, а распредѣленіе фауны мелководья, есть палеонтологическій горизонтъ, который, какъ сейчасъ будетъ объяснено, можетъ не только не совпадать, но и не быть параллельнымъ съ петрографическимъ горизонтомъ. Наконецъ, хронологическіе горизонты косвенно пересѣкаютъ всѣ другіе и идутъ въ чертежѣ по линіямъ do' , $d^1o^{1'}$, $d^2o^{2'}$ и проч. Мы обыкновенно не дѣлаемъ такихъ различій при разсматриваніи формацій, но еслибы стали дѣлать, то, я думаю, это было бы не бесполезно.

Все сказанное выше о петрографическомъ горизонтѣ, по отношенію его къ хронологическому, примѣняется во всей силѣ и къ горизонту палеонтологическому. Сколько бы ни различили фаунъ, которыхъ чечевицеобразное распредѣленіе въ формаціи обусловлено различной глубиной, всѣ онѣ существовали одновременно; это ничто иное, какъ различныя фаціи (facies) даннаго геологическаго періода, зависѣвшія отъ глубины*) и постепенно перемѣщавшіяся вслѣдствіе колебаній морскаго дна. Изъ чертежа фиг. 24 мы видимъ общее направлѣніе пути, по которому онѣ слѣдовали. Что же касается до частнаго и точнаго его опредѣленія, то для этого требуется взять въ расчетъ еще другія обстоятельства. Изъ работъ Форбса и другихъ, выше цитированныхъ из-

*) Въ виду важнаго значенія и проистекающей изъ этого необходимости часто употребляютъ слово *facies*, я позволю себѣ руссифицировать его и писать *фація*, за неимѣніемъ соотвѣтствующаго, чисто русскаго слова.

слѣдователей, мы знаемъ, что на распредѣленіе морскихъ организмовъ имѣютъ вліяніе, кромѣ глубины, многія другія условія, изъ которыхъ я возьму здѣсь въ расчетъ только минеральную натуру дна. Обѣ фаціи, какъ глубокаго моря, такъ и мелководья, дробятся, въ свою очередь, на фаціи — песчаную, илистую, скалистую и т. д., изъ которыхъ каждая отличается присутствіемъ особенныхъ, только ей свойственныхъ формъ. Въ нашемъ Пермскомъ бассейнѣ примѣръ этого представляетъ замѣна *conchifera* множествомъ *Lingulae* въ нижнемъ горизонтѣ фауны мелководья (въ Нижнемъ ярусѣ), въ этой восточной части его, гдѣ постоянное отложеніе песчанистаго ила было неблагоприятно массѣ *conchifera*, обитавшей, конечно, въ другихъ мѣстностяхъ, лежавшихъ въ сторонѣ отъ нынѣшняго теченія Камы; только изрѣдка заблудившіеся экземпляры этой фауны (*Clidophorus Pallasii*) попадали въ песчанистую область, занятую *Lingula*. Въ подобныхъ же мѣстныхъ условіяхъ слѣдуетъ искать причину положенія *maximum conchifera* въ западной части бассейна, на Волгѣ, а *maximum brachiopoda* — въ восточной, между устьями рѣкъ Берсута и Вятки. Петрографическій характеръ формаціи приводитъ къ предположенію, что большинство Пермскихъ *brachiopoda*, въ особенности, составлявшіе главную ихъ массу, *Spirifer rugulatus* и *Productus hemisphaerium*, обитатели глубокаго, но песчанаго дна, а пермскіе виды *conchifera*, каковы *Clidophorus Pallasii*, *Schizodus planus* и много другихъ, населяли чистыя отмели, состоявшія преимущественно изъ обломковъ раковинъ и почти свободныя отъ береговыхъ осадковъ. Известняковая фація фауны мелководья, обитавшая сначала на мѣстѣ Нижняго яруса на западѣ (см. разр. табл. VI), постепенно подвигаясь къ востоку, вышла изъ плоскости нашего разрѣза и уступила мѣсто песчанистой фаціи; она вернулась въ ту же плоскость въ эпоху отложенія Верхняго яруса. Уясненіе этихъ передвиженій особенно важно, потому что для наблюденія *надъ постепеннымъ измѣненіемъ формъ во времени мы должны знать этотъ путь, совершенный фаунами*. Только тщательныя геологическія розысканія, произведенныя съ этой точки зрѣнія, и подробныя наблюденія надъ горизонтальнымъ распространеніемъ въ слоѣ всякихъ *varietates*, могутъ разъяс-

нить этотъ вопросъ. Между тѣмъ мы обыкновенно смѣшиваемъ органическіе остатки одного слоя, изъ какихъ бы горизонтально различныхъ пунктовъ они не происходили; мы ищемъ переходовъ въ вертикальномъ направленіи, чрезъ массу разнообразныхъ пластовъ и прослоекъ. Но стратиграфическое обособленіе слоя зависитъ обыкновенно отъ петрографической особенности въ составѣ, а особенность эта указываетъ на измѣненіе условій въ бассейнѣ и, слѣдовательно, на перемѣну фаціи населенія. Возможно ли допустить, чтобъ опредѣленная фація, не смотря на измѣненіе среды, вносящей чуждую для нея обстановку, осталась на томъ же мѣстѣ, когда есть возможность перейти на другое, столько же привольное, сколько было сначала первое? Это можно допустить только для такихъ исключительныхъ случаевъ, когда мѣстообитаніе фауны отовсюду замкнуто непреодолимой для нея преградой. Но тогда, сколько можно судить по нѣкоторымъ примѣрамъ, происходитъ не выработка новыхъ формъ, а просто уродство, истощеніе и гибель старыхъ, потому что, если вообще возможно видовое измѣненіе формъ, то его, конечно, вѣроятнѣе ожидать, какъ показалъ Дарвинъ, не отъ непосредственнаго и насильственнаго вліянія внѣшнихъ условій, а отъ свободного развитія и борьбы за существованіе. Что же касается до такихъ слоевъ или, вѣрнѣе, ярусовъ, которые отличаются не петрографическимъ, а палеонтологическимъ характеромъ, то уже одинъ тотъ фактъ, что они не считаются за одинъ слой, показываетъ рѣзкую перемѣну фауны. Подобный примѣръ представляетъ намъ отношеніе Нижняго и Средняго Известняковъ на Волгѣ (близъ Богородскаго). Тутъ нельзя думать о внезапномъ вымирании одной фауны и столько же внезапномъ возникновеніи другой, потому что исчезнувшая фауна, сохранившая почти всѣ характерныя черты, снова является въ Верхнемъ Известнякѣ и, притомъ, также неожиданно; здѣсь это—явная перемѣна фаціи отъ перемѣны глубины. Если бы Верхній ярусъ нашей формации былъ смытъ въ одинъ изъ новѣйшихъ геологическихъ періодовъ, мы не имѣли бы въ фаунѣ Верхняго яруса важнаго довода въ пользу такого воззрѣнія, какъ не имѣемъ его, по видимому, для многихъ мѣстностей и многихъ формаций, отъ которыхъ уцѣлѣли только небольшіе остатки.

Палеонтологическая рѣзкость границъ между слоями и отсутствіе переходныхъ формъ между погребенными въ нихъ населеніями принадлежатъ къ числу самыхъ видныхъ и знаменательныхъ геологическихъ явленій; на нихъ постоянно указываютъ многіе геологи, между которыми мы встрѣчаемъ имена опытнѣйшихъ наблюдателей, пользующихся общимъ уваженіемъ, что придаетъ указаніямъ особенный вѣсъ. Что касается самой рѣзкости палеонтологическихъ границъ, то къ ней относится все сказанное о петрографической рѣзкости (стр. 127); притомъ, если можно ожидать здѣсь постепенности, то никакъ не въ переходѣ формъ, а цѣлыхъ фаунъ, посредствомъ примѣси формъ одной фауны къ формамъ другой въ постепенно измѣняющейся пропорціи, т. е. точно также, какъ песокъ или глина могутъ постепенно переходить въ известнякъ. Какъ немыслимъ переходъ во времени кварцевой песчинки въ известковое зерно, также неправдоподобно измѣненіе характерной формы одной фаціи въ форму другой, въ теченіи сравнительно краткаго періода, обнимающаго отложеніе двухъ пограничныхъ слоевъ: разныя фаціи фаунъ также независимы, какъ разныя минеральныя породы и если мы хотимъ разяснить вопросъ объ измѣненіи формъ, то должны держаться, по крайней мѣрѣ, сначала, въ предѣлахъ одной фаціи, которой послѣдовательное, хронологическое передвиженіе въ образующейся формаціи совершается въ горизонтальномъ направленіи; потому указаніе на отсутствіе переходныхъ формъ въ направленіи вертикальномъ ничего не доказываютъ, кромѣ недостаточнаго вниманія къ извѣстнымъ нынѣ фактамъ относительно распредѣленія современныхъ морскихъ организмовъ и его строгой зависимости отъ сложной комбинаціи внѣшнихъ условій. Повторяю: если существовали переходныя формы во времени, то ихъ должно преслѣдовать въ геологическихъ формаціяхъ по направленію палеонтологическихъ горизонтовъ (какъ они объяснены выше), иначе говоря, горизонтально, а не перпендикулярно къ нимъ, какъ это обыкновенно дѣлается. При этомъ невольно является вопросъ: есть ли хоть намеки на существованіе такихъ формъ въ горизонтальномъ направленіи? Я не въ силахъ отвѣчать; пусть скажутъ свое слово другіе, владѣющіе достаточнымъ запасомъ палеонтологической опыт-

ности и подробно изучившіе на практикѣ нѣкоторую обширную и цѣльную формацію. Въ книгахъ нельзя искать необходимаго для рѣшенія задачи матеріала, потому что, сколько извѣстно, съ этой точки зрѣнія еще не смотрѣли на дѣло. Я замѣчу только, что Броннъ говорилъ въ *Untersuchungen über die Entwicklungs-Gesetze d. Organ. Welt*, 1858, s. 233: «... мы собственно не знаемъ такого ряда формъ, который связывалъ бы непрерывной цѣпью два самостоятельные видовые типа; а гдѣ подобное явленіе замѣчается, тамъ расположены такія формы скорѣе одна *возлѣ* другой, въ однихъ и тѣхъ же слояхъ, чѣмъ одна *надъ* другой, въ различныхъ.» Броннъ видѣлъ въ этомъ сильное возраженіе противъ измѣняемости формъ во времени, а мы склонны къ совершенно противоположному выводу.

Хронологическая параллелизація. Формація Пермскаго Известняка въ Камско-Волжскомъ бассейнѣ не содержитъ данныхъ для розысканій по этому послѣднему вопросу, такъ какъ раковины моллюсковъ, погребенныя въ крайнихъ точкахъ открытаго въ обнаженіяхъ пути, совершеннаго фауной *conchifera*, а именно въ Верхнемъ и Нижнемъ ярусахъ на Волгѣ, не представляютъ достаточнаго различія или, выражаясь иначе, однѣ и тѣ же видовыя формы идутъ чрезъ всю формацію; слѣдовательно, время отложенія Известняка не выходитъ за предѣлы одного палеонтологическаго періода. Различіе между фаунами Верхняго и Нижняго ярусовъ на Волгѣ заключается больше въ ихъ количественномъ, чѣмъ въ качественномъ составѣ: послѣдній, какъ видно изъ главы II и частию изъ таблицы стр. 114, ограничивается, сколько мнѣ извѣстно, для Нижняго Известняка присутствіемъ *Strophalosia horrescens* и *Pleurotomaria dives-ouralica*, а для Верхняго — *Nautilus cornutus*, *Bellerophon* и нѣкоторыхъ другихъ, еще рѣже встрѣчающихся формъ. Количественное же различіе преимущественно выражается въ бѣльшемъ распространеніи для Нижняго яруса — *Panopaea lunulata*, *Solemya biarmica*, *Modiola*, а для Верхняго — *Schizodus planus* и *Schizodus obscurus*. Но и изъ этихъ немногихъ отличій значительная доля обусловлена, конечно, мелочнымъ несходствомъ фацій, а не временемъ; мало того, я не нахожу никакого положительнаго основанія приписывать этому послѣднему

какую бы то ни было изъ указанныхъ перемѣнъ въ фаунѣ мелководья и вполнѣ признаю рациональное правило Форбса: *исчезновеніе видовой формы изъ данной формации только въ томъ случаѣ можетъ быть приписано вымиранію* (слѣдовательно, отнесено къ общимъ палеонтологическимъ измѣненіямъ во времени), *когда она замѣнена другою аналогичною формой, заступившею ей мѣсто въ соотвѣтствующихъ отложеніяхъ* (т. е. въ той же фаціи) (Woodward, Man. of Mollusca, p. 411). Нѣтъ сомнѣнія, что, соблюдая это правило, мы во многихъ случаяхъ воздержались бы отъ дробной параллелизаціи формаций, которая, какъ кажется, только запутываетъ дѣло исторической геологіи. Если сопоставить, что подъ геологическою параллельностью мы подразумѣваемъ одновременность, а параллелизуемъ, не обращая вниманія на фаціи, то само собою понятно, что должно изъ этого выйти. Какъ и слѣдуетъ ожидать, вертикальная послѣдовательность формъ въ одной странѣ оказывается иногда противоположной ихъ послѣдовательности въ другой, что ставитъ изслѣдователя въ крайнее затрудненіе; но распространенное убѣжденіе въ правильности дробной хронологической параллелизаціи такъ сильно, что онъ считаетъ своей прямой обязанностью отнести обследованные слои, по времени образованія, къ тѣмъ или другимъ слоямъ прежде обследованныхъ бассейновъ; для этого существуетъ простое средство — обратить преимущественное вниманіе на тѣ формы, которыя являются въ желаемой послѣдовательности и считать не важной, *мѣстной* особенностью противурѣчащее распредѣленіе другихъ *). Нерѣдко встрѣчается и замѣчательное совпаденіе въ распредѣленіи окаменѣлостей, на которое особенно опираются нѣкоторые геологи, какъ на поразительное доказательство одновременности слоевъ. Такъ, по поводу сравненія англійской Пермской формации съ Тюрингенской, которыхъ породы наложены въ одинаковой послѣдовательности (песокъ, мергель, известнякъ), Науманъ (Lehrbuch d. Geognosie, B. II, s. 648) говоритъ, что палеон-

*) Я позволю себѣ не указывать на примѣры, тѣмъ болѣе, что стоитъ взять на удачу 3, 4 сочиненія, въ которыхъ приводится подробная параллелизація, чтобы найти ихъ. Несравненно труднѣе отыскать примѣръ противоположнаго взгляда на дѣло.

тологическій характеръ англійской и нѣмецкой формаціи показываетъ удивительное совпаденіе, позволяющее *съ рѣдкою увѣренностью* параллелизовать эти страны «не смотря на мѣстныя отличія и своеобразности, изъ которыхъ слѣдуетъ указать въ особенности на видовое несходство рыбъ той и другой страны, такъ какъ оно доказываетъ, что для геологической эквивалентности никакимъ образомъ не требуется видовое сходство рыбъ съ тюрингенскими». Можно, однако, и я думаю, что справедливѣе, смотрѣть на дѣло совершенно иначе: большое сходство пермской фауны моллюсковъ въ Англіи и Тюрингіи показываетъ, что формація той и другой страны отлагалась въ одинъ и тотъ же геологическій періодъ (Пермскій) и въ одномъ или, если въ разныхъ, то сообщавшихся бассейнахъ, которыхъ фауны не могли оставаться обособленными; по крайней мѣрѣ, этого нельзя принять для такой подвижной ихъ части, каковы рыбы. Еслибъ одновременность отложеній простиралась до того, что сначала во всемъ бассейнѣ всюду образовался песчаникъ, потомъ мергель, послѣ известнякъ, то въ каждомъ слоѣ погребалась бы одна и та же фауна и какъ Marl-Slate Англіи, такъ и Kupferschiefer въ Тюрингервальдѣ заключали бы однѣхъ и тѣхъ же рыбъ. А такъ какъ рыбы эти не одинаковы, то принимая въ расчетъ, что высшіе организмы смѣняются въ геологическихъ фаунахъ обыкновенно быстрѣе низшихъ, мы выводимъ, что эпохи отложеній отдѣльныхъ ярусовъ далеко не совпадали, хотя разновременность ихъ не выходила изъ предѣловъ одного геологическаго періода, въ теченіи котораго фауна моллюсковъ оставалась почти неизмѣнной; самые же ярусы суть ничто другое, какъ фаціи. Въ одинаковой послѣдовательности ихъ также мало удивительнаго, какъ въ неизмѣнной послѣдовательности временъ года: какъ переходъ отъ зимы къ лѣту каждый годъ совершается чрезъ весну, такъ и переходъ отъ береговаго, песчанаго отложенія къ чисто морскому известняку совершается, не смотря на различіе времени и мѣста, чрезъ глину и мергель, а вмѣстѣ съ тѣмъ, чрезъ фауну мелководья къ фаунѣ глубокаго моря.

Подобнымъ образомъ я не вижу никакой возможности хронологически параллелизовать Пермскую формацію Камско-Волж-

скаго бассейна съ Тюрингенской. Все, что можно сказать, если не съ увѣренностью, то по крайней мѣрѣ, съ очень большою вѣроятностью, это — что обѣ онѣ принадлежатъ къ одному большому геологическому періоду, неясно граничащему, съ одной стороны, съ Каменноугольнымъ, съ другой — съ Триасовымъ. Но тѣмъ дѣло и кончается; а совпадаетъ ли во времени отложеніе нашего Пермскаго Известняка съ Цехштейномъ или, напротивъ, образованіе его было уже закончено, когда только что началось осажденіе Цехштейна, — это остается вполнѣ неизвѣстнымъ. Какимъ образомъ говорить о подробныхъ хронологическихъ отношеніяхъ отдѣльныхъ бассейновъ, отстоящихъ одинъ отъ другаго на тысячи верстъ, когда параллелизація породъ одного бассейна, породъ, непосредственно переходящихъ одна въ другую, представляетъ столько затрудненій, вслѣдствіе отсутствія прочныхъ и практическихъ принциповъ, что мы считали песчаники, конгломераты, глины и мергели, обнаженные по Камѣ и ея притокамъ въ Вятской и Пермской губерніяхъ то менѣе, то болѣе древними, чѣмъ Известнякъ Казанской губерніи и только В. И. Мёллеръ призналъ ихъ за образованія одновременныя (*Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, 1865), въ чемъ я совершенно съ нимъ согласенъ. Между тѣмъ, многія изъ геологическихъ книгъ представляютъ дѣло въ такомъ свѣтѣ, что читающему наука кажется почти законченной, принципы выработанными и если что осталось сдѣлать, такъ это только вставить въ готовую рамку нѣсколько новыхъ фактовъ, общій характеръ которыхъ впрочемъ извѣстенъ заранее. Къ сожалѣнію, это — иллюзія, непохожая на дѣйствительность.

Послойно параллелизуя формаціи одной страны съ формаціями другой, мы обыкновенно не объясняемъ основаній, на которыхъ держится нашъ методъ, какъ будто онъ простъ и непогрѣшителенъ, какъ аксіома. А всмотришься ближе и возникаетъ подозрѣніе, что это не аксіома, а остатокъ полупоэтическихъ, полуневѣжественныхъ старыхъ воззрѣній, по которымъ наружная часть земнаго шара состояла изъ непрерывныхъ, концентрическихъ, всюду одинаковыхъ слоевъ. Измѣненныя и дополненныя, но удержавшія тотъ же существенный характеръ, эти воззрѣнія вышли вполнѣ новымъ изданіемъ съ именемъ д'Орбиньи и, привле-

кая своею отчетливостью и категорической ясностью, нашли столько приверженцевъ. Но съ каждымъ новымъ изслѣдованіемъ открывались новые факты, обнаруживавшіе неправильность ученія объ одновременномъ существованіи и одновременномъ исчезновеніи повсемѣстныхъ фаунъ. Понятіе о медленномъ измѣненіи органическаго населенія и о фаціяхъ постепенно вырабатывалось и теперь едва ли какой нибудь геологъ, даже изъ самыхъ горячихъ параллелизаторовъ, будетъ отвергать, для различныхъ мѣстностей, разновременное существованіе одинаковыхъ формъ и одновременность различныхъ. Не смотря на то, гдѣ этому не противорѣчитъ очевидность, прежній принципъ, по привычкѣ и инерціи, является во всей силѣ. Основныя воззрѣнія въ наукѣ смѣняются также медленно и незамѣтно, какъ смѣнялись геологическія фауны, то отступая, то являясь снова, то въ видѣ одной, то въ видѣ другой фаціи, и какъ трудно указать на ту точку извилистаго пути, при которой совершилось главное измѣненіе фауны, также трудно уловить рѣшительные моменты въ перемѣнѣ воззрѣній.

1868 года, Марта 30.
Казань.

Объясненіе таблицы I.

Фиг. 1. Водоросль изъ Средняго Известняка близъ Морквашъ, на Волгѣ. Въ натуральную величину.

Фиг. 2 и 2'. *Ullmania Bronni* Gör., изъ Верхняго Известняка при Кутькиной, на Камѣ. Двѣ разныя фигуры представляютъ верхній и нижній отпечатки одного экземпляра.

Фиг. 3. *Palaeophycus insignis*, Sein., изъ Верхняго Известняка въ Верхнемъ Услопѣ, на Волгѣ. В — поперечный разрѣзъ.

Фиг. 4 и 5. *Calamites* sp. (*infractus?* Gutbier) изъ песчаника надъ Верхнимъ Известнякомъ, близъ Котловки, на Камѣ.

Фиг. 6. Тоже растеніе изъ Верхняго Известняка при Кутькиной, на Камѣ.

Фиг. 7. Къ тому же растенію принадлежащія вѣтви изъ мергеля, подстилающаго Верхній Известнякъ, въ Антоновскихъ горахъ, на Волгѣ.

Фиг. 8. *Stenopora Columnaris*, Schloth., var. *gamosa*, изъ Средняго Известняка при устьѣ Вятки.

Фиг. 9. *Stenopora columnaris*, Schloth., изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, близъ Буртасъ (на Волгѣ). Увеличена въ 2,5 раза.

Фиг. 10. *Stenopora columnaris*, Schloth., variet *incrusters* (переходъ въ *gamosa*), изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки.

Объясненіе таблицы II.

Фиг. 1. *Stenopora columnaris*, Schloth., variet. *incrusters*. Облекаетъ часть экземпляра *Fenestellae*. Изъ Средняго Известняка при устьѣ Вятки. Увеличена въ 1,5 раза.

Фиг. 2. *Stenopora columnaris*, Schloth., variet. *tuberosa* (ядро и отпечатокъ) изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Увеличена въ 2,5 раза.

Фиг. 3 и 4. *Phyllopora* sp., King. Найдена вмѣстѣ съ другими пермскими окаменѣlostями на вторичномъ мѣстѣ, въ наносахъ Волги, близъ Красновидова. Увеличена въ 2 раза.

Фиг. 5 и 6. *Fenestella* sp. mult. Изъ Средняго Известняка при устьѣ Вятки. Кусокъ, изображенный на фиг. 6-й, взятъ со вторичнаго мѣста, изъ наносовъ. Фиг. 5 увеличена въ 2,5 раза; фиг. 6 въ натуральную величину.

Фиг. 7, 8 и 9. *Poteriocrinus Quenstedti* sp. n. изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки (близъ Буртасъ), на Волгѣ. Фиг. 9 показываетъ синусъ и рубчатость суставнаго края первой радіальной пластинки; она увеличена въ 3,5 раза. Фиг. 7 и 8 въ натуральную величину.

Фиг. 10. *Pentacrinus?* sp. Суставная поверхность членика стебля. Изъ Верхняго Известняка близъ Шеланги, на Волгѣ. Увеличена въ 3 раза.

Фиг. 11 и 12. *Lingula orientalis*, sp. n., изъ песчанистаго мергеля Нижняго яруса, при устьѣ Вятки. Фиг. 11 въ натуральную величину; фиг. 12 увеличена въ 4,5 раза.

Фиг. 13 и 14. *Strophalosia horrescens*, d. Vern., variet. *pyramidalis*. Изъ Нижняго Известняка близъ Богородскаго, на Волгѣ. (Ядро). Фиг. 13 — видъ снизу; фиг. 14 — видъ съ боку. Въ натуральную величину.

Фиг. 15, 16 и 17. *Strophalosia horrescens*, d. Vern., variet. *prismatica*. Изъ Средняго Известняка при устьѣ Вятки. Фиг. 15 — видъ снизу; фиг. 16 — видъ сверху; фиг. 17 — видъ съ боку. Въ натуральную величину.

Фиг. 18 и 19. *Productus Cancrini*, d. Vern. Реставрація по экземплярамъ изъ Средняго Известняка при устьѣ Берсута, на Камѣ, и изъ нижнихъ частей Верхняго яруса близъ Красновидова, на Волгѣ. Фиг. 18 — видъ снизу; фиг. 19 — видъ сверху. Увеличенъ въ 1,5 раза.

Фиг. 20 и 21. *Productus Cancrini* d. Vern. Изъ Средняго Известняка при Кубасѣ, на Камѣ. Ядро. Фиг. 20 — видъ спереди (частію снизу); фиг. 21 — видъ съ боку. Въ натуральную величину.

Фиг. 22, 23 и 24. *Productus Cancrini*, d. Vern. Видъ съ боку трехъ экземпляровъ изъ нижней части Верхняго Известняка на Волгѣ. Въ натуральную величину.

Фиг. 25, 26 и 27. *Spirifer cristatus*, Schloth. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, близъ Буртасъ. Ядро. Фиг. 25 — видъ сверху; фиг. 26 — видъ снизу; фиг. 27 — видъ съ боку. Увеличена въ 1,5 раза.

Объясненіе таблицы III.

Фиг. 1, 2 и 3. *Productus hemisphaerium*, Kutorga. Изъ Средняго Известняка при устьѣ Берсута, на Камѣ. Фиг. 1 — видъ съ боку; фиг. 2 — видъ снизу; фиг. 3 — видъ сверху. Въ натуральную величину.

Фиг. 4, 5, 6 и 7. *Spirifer rugulatus*, Kutorga. Изъ Средняго Известняка при устьѣ Берсута и Вятки, на Камѣ. Фиг. 4 — видъ снизу; фиг. 7 — видъ сверху; фиг. 5 — видъ нижней створки снутри; фиг. 6 — видъ верхней створки снутри. Въ натуральную величину.

Фиг. 8, 9, 10 и 11. *Spirigera concentrica*, d. Vern. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, близъ Буртасъ, на Волгѣ. Фиг. 8, 9 и 11 — ядра; 8 — видъ снизу, 9 — съ замка, 11 — сверху. Фиг. 10 — наружный отпечатокъ нижней створки. Въ натуральную величину.

Фиг. 12 и 13. *Atrypa* sp. Изъ Средняго Известняка близъ Котловки, на Камѣ. Ядро. Фиг. 12 — видъ съ замка; фиг. 13 — видъ снизу. Увеличена въ 4 раза.

Фиг. 14, 15 и 16. *Terebratula elongata*, Schloth. Изъ Средняго Известняка при устьѣ Вятки, на Камѣ. Фиг. 14 — видъ сверху; фиг. 15 — видъ снизу; фиг. 16 — видъ съ боку. Въ натуральную величину.

Фиг. 17 и 18. *Terebratula elongata*, Schloth. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Ядра. Фиг. 17 — видъ сверху; фиг. 18 — видъ съ боку. Увеличена на $\frac{1}{3}$.

Фиг. 19, 20 и 24. *Schizodus obscurus*, Gein. Изъ Верхняго Известняка, съ устья Янасалки, близъ Буртасъ. Фиг. 19 — видъ ядра съ правой стороны; фиг. 20 — видъ ядра съ лѣвой стороны (верхушка сколота, чтобы показать отпечатокъ зубцовъ); фиг. 24 — видъ замка реставрированнаго по ядрамъ. Въ натуральную величину.

Фиг. 21, 22 и 23. *Schizodus planus*, sp. n. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки на Волгѣ. Фиг. 21 — видъ ядра съ правой стороны; фиг. 22 — видъ ядра съ лѣвой стороны (верхушка сколота, чтобы показать отпечатокъ зубцовъ); фиг. 23 — видъ замка, реставрированнаго по ядрамъ. Въ натуральную величину.

Фиг. 25. *Osteodesma Kutorgana*, d. Vern. Изъ Верхняго (?) Известняка при Ключищахъ, на Волгѣ. Увеличена въ 2 раза.

Объясненіе таблицы IV.

Фиг. 1. *Modiola* sp. Изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Ядро. Въ натуральную величину.

Фиг. 2 и 3. *Arca Kingiana* d. Vern. Изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Фиг. 2 — видъ правой створки, реставрированной по отпечаткамъ; фиг. 3 — видъ ядра съ правой стороны. Въ натуральную величину.

Фиг. 4, 5, 6, 7 и 13. *Clidophorus Pallasi*, de Vern., variet. *obliquus*. Изъ Верхняго Известняка на Волгѣ. Ядра. Въ натуральную величину.

Фиг. 8. *Clidophorus Pallasi*, d. Vern., variet. *obliquus*. Изъ мергеля, подстилающаго Верхній Известнякъ въ Антоновскихъ горахъ, на Волгѣ. Правая створка, нарисованная по отпечатку. Въ натуральную величину.

Фиг. 9, 10 и 11. *Clidophorus Pallasi*, d. Vern., variet. *rectangularis*.

Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Ядро. Въ натуральную величину.

Фиг. 12. *Clidophorus Pallasii*, d. Vern., variet. *oblongus*. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Ядро. Въ натуральную величину.

Фиг. 15 и 16. *Raporaea lunulata* Gein. Фиг. 15 — видъ обѣихъ створокъ съ замочной стороны; изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ; фиг. 16 — видъ лѣвой створки, нарисованной по отпечатку изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Въ натуральную величину.

Фиг. 17. *Solemya biarmica*, d. Vern. Изъ Нижняго Известняка близъ Богородскаго, на Волгѣ. Видъ правой створки, нарисованной по отпечатку. Въ натуральную величину.

Фиг. 18. *Aucella Hausmanni*, Goldf. Изъ верхней части Верхняго Известняка на р. Вяткѣ, противъ Крымской Слудки. Увеличена въ 2 раза.

Фиг. 19 и 24. *Avicula speluncaria*, Schloth. Фиг. 23 — наружный видъ правой створки; остальные — видъ лѣвой створки. Фиг. 19, 21, 22 и 23 — изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки; фиг. 20 и 24 — изъ мергеля, подстилающаго Верхній Известнякъ близъ Антоновки, на Волгѣ. Въ натуральную величину.

Фиг. 25, 26 и 27. *Pecten sericeus*, d. Vern. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Фиг. 25 и 26 — наружные отпечатки правой створки; фиг. 27 — внутренній отпечатокъ (ядро) правой створки. Въ натуральную величину.

Объясненіе таблицы V.

Фиг. 1. *Gervillia ceratophaga*, Schloth. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Наружный отпечатокъ лѣвой створки. Увеличена въ 2,5 раза.

Фиг. 2. *Gervillia sulcata*, Gein. Изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Наружный отпечатокъ лѣвой створки. Увеличена въ 2,5 раза.

Фиг. 3. *Gervillia antiqua*, Münster. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Увеличена въ 1,5 раза.

Фиг. 4. *Nucula Beyrichi*, v. Schauroth. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Увеличена въ 4 раза.

Фиг. 5. *Turbo Burtasorum*, n. sp. Изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Нарисованъ по отпечаткамъ. Увеличенъ въ 3 раза.

Фиг. 6. *Pleurotomaria dives-ouralica*, n. sp. Изъ Нижняго Известняка при Богородскомъ, на Волгѣ. Въ натуральную величину.

Фиг. 7 и 8. *Murchisonia subangulata*, d. Vern. Изъ Верхняго Извест-

няка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Фиг. 7 — ядро; фиг. 8 — раковина, нарисованная по отпечаткамъ. Въ натуральную величину.

Фиг. 9 и 10. *Turbonilla volgensis*, n. sp. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Фиг. 9 — ядро; фиг. 10 — раковина по отпечатку. Въ натуральную величину.

Фиг. 11 и 12. *Emarginula* sp?.. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Фиг. 11 — наружный отпечатокъ; фиг. 12 — ядро. Въ натуральную величину.

Фиг. 13 и 14. *Bellerophon* sp. Изъ Верхняго Известняка при устьѣ Янасалки, на Волгѣ. Увеличена въ 2,5 раза.

Фиг. 15, 16, 17, 18 и 19. *Nautilus cornutus*, n. sp. Изъ Верхняго Известняка при Красновидовѣ, на Волгѣ. Фиг. 15 — экземпляръ, нарисованный по отпечаткамъ; фиг. 16 — ядро одной изъ камеръ, показывающее положеніе сифона. Фиг. 17 — видъ съ боку; фиг. 18 — видъ того же экземпляра со спинной стороны послѣдней камеры; фиг. 19 — разрѣзъ, реставрированный по тому же экземпляру. Въ натуральную величину.

Объясненіе таблицы VI.

Приложенный разрѣзъ составленъ на основаніи данныхъ, содержащихся въ «Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ.» и представленныхъ, въ главныхъ чертахъ, на таб. VII-й (наслоеніе по Камѣ). Вертикальный масштабъ, по отношенію къ горизонтальному, сильно увеличенъ, чтобъ нагляднѣе показать главнѣйшія черты описаннаго въ 3-й главѣ, чечевицеобразнаго наслоенія. Съ той же цѣлью слои представлены не изогнутыми, какъ въ дѣйствительности и на табл. VII-й, а выправлены и приведены приблизительно въ то положеніе, которое они имѣли первоначально. Нижнюю границу Верхняго Известняка я принялъ горизонтальною и все остальное нанесено по отношенію къ ней. Песчаный мергель, подстилающій Верхній ярусъ, почти всюду, по его петрографической дисгармоніи съ сосѣдними породами и по незначительной мощности, кажется мнѣ произведеніемъ нѣкотораго, сравнительно кратковременнаго теченія, т. е. подходит подъ категорію стратиграфическихъ зубцовъ, объясненныхъ въ главѣ 3-й; потому я признаю за нимъ большее право, чѣмъ за всякимъ другимъ слоемъ, быть изображеннымъ въ этомъ разрѣзѣ горизонтально, такъ, какъ подъ горизонтальностью здѣсь можно разумѣть ничто иное, какъ одновременную поверхность морскаго дна. Вслѣдствіе выправленія слоевъ, тѣ линіи, которыя въ дѣйствительности приблизительно прямо изогнулись въ кривыя и образуютъ изгибы противоположные дѣйствительнымъ изгибамъ слоевъ. Такое положеніе принялъ уровень Камы, означенный на разрѣзѣ, какъ верхняя граница синяго тона.

Читатель, вѣроятно, не затруднится тѣмъ, что многія названія моллюсковъ показаны на синемъ фонѣ, означающемъ, какъ объяснено на самой таблицѣ, что эта часть разрѣза скрыта подъ уровнемъ Камы: понятно, что окаменѣлости эти находятся въ ближайшихъ, выше уровня рѣки обнаженныхъ пунктахъ.

Объясненіе таблицы VII.

Вмѣсто разрѣзовъ, которые обыкновенно прилагаются въ дополненіе къ геологическимъ картамъ и въ поясненіе къ тексту я предпочелъ представить проэкціи наслоенія по берегамъ главныхъ рѣкъ, такъ какъ для составленія разрѣза требуется сдѣлать много такихъ стратиграфическихъ предположеній, безъ которыхъ легко обойтись въ проэкціи. Не смотря на такую проэкцію, не должно упускать изъ виду, что край рѣчной долины представленъ здѣсь вытянутымъ въ прямую линію, потому одна и таже стратиграфическая складка, вслѣдствіе извивистости рѣчной долины, иногда повторяется на проэкціи нѣсколько разъ.

Мощность формации Верхнихъ Полосатыхъ мергелей, сравнительно съ формацией Пермскаго Известняка, уменьшена въ проэкціяхъ, по крайней мѣрѣ, на половину, такъ какъ нанесеніе ея въ правильномъ относительномъ масштабѣ сильно увеличило бы размѣры каждаго рисунка безъ всякой выгоды для сущности дѣла. Такъ, по проэкціямъ, правый берегъ Волги въ Казанской губерніи не выше 75 метровъ надъ уровнемъ рѣки, тогда какъ на самомъ дѣлѣ, по приволжской треангуляціи, онъ доходитъ до 150 метровъ надъ тѣмъ же уровнемъ.

Объясненіе таблицы VIII.

Въ основаніе прилагаемой карты положена 12-листная Карта Европейской Россіи и Кавказскаго края, изданная въ 1862 году Географическимъ Обществомъ; но она исправлена и дополнена во многихъ подробностяхъ, по неизданной картѣ Казанской губерніи, въ масштабѣ 4 версты въ дюймѣ, составленной по планамъ генеральнаго межеванія и находящейся въ Военномъ Окружномъ Штабѣ. Подробности эти наносились впрочемъ на мою карту только въ тѣхъ пунктахъ, которые были посѣщены и осмотрѣны мною лично. Въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ, преимущественно касательно современнаго положенія русла Камы и Волги, я долженъ былъ отступить отъ карты Окружнаго Штаба и ввести поправки, на основаніи только собственныхъ наблюденій.

Распространеніе и границы геологических формаций нанесены по наблюденіямъ, сдѣланнымъ въ разное время, но преимущественно до 1866 и 1867 годахъ. Свѣдѣнія, собранныя въ 1866 году, изложены въ «Опис. Геол. Набл. въ Каз. и Вят. губ.» и относятся къ юго-восточной трети мѣстности, изображенной на картѣ. Остальное пространство осмотрѣно въ 1867 году. Границу Пермской формации къ С и СЗ отъ Казани я наблюдалъ при поѣздкѣ на Бишню, Алатъ, Золотые Ключи, Изикугунуръ, Ронгу, Петрикову, Царевококшайскъ, Модары, Козьмодемьянскъ, откуда я повернулъ на СЗ, чрезъ р. Ветлугу, къ Варнавинскому уѣзду Костромской губерніи и затѣмъ, чрезъ г. Семеновъ, выѣхалъ на Нижній Новгородъ. Поверхностные остатки Юрской формации и Послѣтретичные пески близъ юго-западной границы Казанской губерніи, я осматривалъ при поѣздкѣ изъ Козьмодемьянска, чрезъ Тораево, Ядринъ, Шуматово, Норусы, Кошлоуши, Кармалы и Тетюши. (Краткое описаніе этой поѣздки напечатано въ «Извѣстіяхъ Казанскаго Универс.» за 1867 годъ, подъ названіемъ «Отчетъ о геологической экскурсіи въ Ядринскій уѣздъ»). Только граница Пермской формации по р. Ахтаю (близъ г. Спасска) не осмотрѣна мною лично и нанесена по «Геогностической картѣ Казанск. губ.» бывшаго проф. Казанскаго университета П. И. Вагнера. Относительно послѣдней карты я убѣдился на дѣлѣ, что если въ объясненіи красокъ поставить вмѣсто *Триасъ* — *Пермская*, а вмѣсто *Третичная* — *Послѣтретичная*, то общій ходъ границъ между формациями оказывается вѣрнымъ, за исключеніемъ нѣкоторыхъ частныхъ, которыя почти на всякой геологической картѣ содержатъ недосмотры. Слѣдуетъ еще прибавить, что даже слово *Триасъ* нельзя считать достовѣрно неудачнымъ, потому что Пермскій Известнякъ почти всюду прикрытъ Полосатыми Мергелями, часть которыхъ, очень можетъ быть, дѣйствительно принадлежитъ къ Триасу. Причисляя ихъ, на прилагаемой здѣсь картѣ, къ Пермской формации, я поступаю, быть можетъ, не менѣе ошибочно. Обстоятельный разборъ этого должно оставить до другаго времени

Не излишне прибавить, что юго-восточная треть карты (отъ рѣкъ Свіаги и Казанки) есть уменьшенная копія, изготовляемой мною, геологической карты въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ, допускающемъ болѣе подробностей и болѣе точности.

Выставленные на картѣ цифры означаютъ, въ метрахъ, высоту нижней границы Верхняго яруса Известняка надъ горизонтальной плоскостью, совпадающей съ поверхностью меженной воды въ устьѣ Камы.



ОГЛАВЛЕНИЕ.

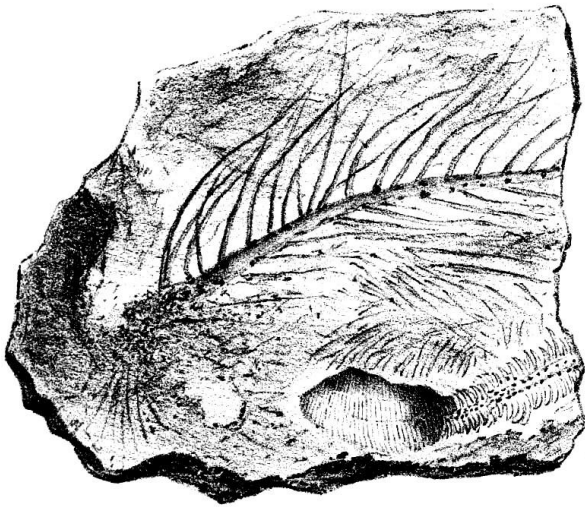
	Стран.
Предисловіе.....	3
Глава I.	
Вступленіе. Наслоеніе по Камѣ. Наслоеніе по Волгѣ. Наслоеніе по Вяткѣ, Казанкѣ и въ друг. мѣстахъ. Направленіе стратиграфическихъ линій. Форма стратиграфическихъ складокъ. Причины складокъ; гипсъ; доломитовый известнякъ; кремень; механическія слѣдствія процессовъ.....	5
Глава II.	
Вступленіе. Plantae. Antozoa. Crinoidea. Bryozoa. Brachiopoda. Conchifera. Heteropoda. Gasteropoda. Cephalopoda.....	77
Глава III.	
Сравнительное распредѣленіе пермскихъ окаменѣлостей въ Камско-Волжскомъ бассейнѣ и въ Германіи. Количественное опредѣленіе фауны. Фауны глубокаго моря и мелководья. Геологическіе горизонты. Хронологическая параллелизація	112

ВАЖНѢЙШІЯ ОПЕЧАТКИ.

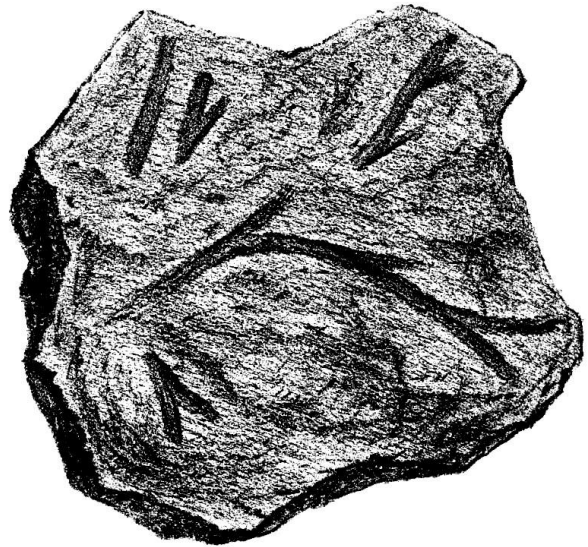
страницы	сверху		напечатано:	вмѣсто:
	1	2		
—	1	20	на сѣверѣ	Арскомъ на сѣверѣ
—	2	6	г. Малмыжа	г. Сарапула, на западъ до р. Суры и на сѣверо-востокъ до г. Малмыжа
—	3	18	взглядъ	очеркъ
—	7	1	Надъ изве- стнякомъ	Подъ известнякомъ
—	13	4	ниже	ниже
—	17	28	Камы	Волги
—	19	15	ярусъ, въ ко- торомъ	ярусъ отъ Средняго, въ которомъ
—	—	17	отъ Средня- го, составл.	составляетъ
—	21	10	большимъ Сундыремъ	Большимъ Сундыремъ
—	36	30	сходнымъ	сходный
—	38	34	надъ	подъ
—	50	3	изображеній	соображеній
—	51	6	10. 34	10. 94
—	—	15	N ₂	N ₉
—	52	6	въ одной	водной
—	58	12	2, 5%	32, 5%
—	59	34	неизмѣнный	неизмѣненный
—	62	8	составляетъ	оставляетъ
—	—	30	гипсовый	готовый
—	64	28	латовою	агатовою
—	71	3	массѣ, <i>a</i> ,	массы, <i>o</i> ,
—	—	6	<i>bc</i>	<i>bd</i>
—	въ фигурѣ 16 часть А должна имѣть такое-же наклонное по- ложеніе, какъ часть В.			

<i>сверху</i>				<i>напечатано:</i>	<i>вмѣсто:</i>
<i>стр.</i>	<i>77</i>	<i>строк.</i>	<i>10</i>	сочиненіе	сочиненія
—	80	—	16	часть для порядка се- мейства	часто для порядка, семейства
—	81	—	1	принятый	принятой
—	106	—	21	дастъ	дасть
—	119	—	36	fahrb. d. kai.	Jahrb. d. Kaiserl.
—	120	—	8	совершен- ные	современные
—	—	—	10	этой	той
—	133	—	6	ей	ея
—	137	—	7	Sein.,	Gein.,
—	140	—	15	19 и 24	19—24
—	141	—	37	прямо изогнулись	прямые, изогнулись
—	142	—	11	Не смотря	Но смотря
—	143	—	2	до 1866	въ 1866

1.



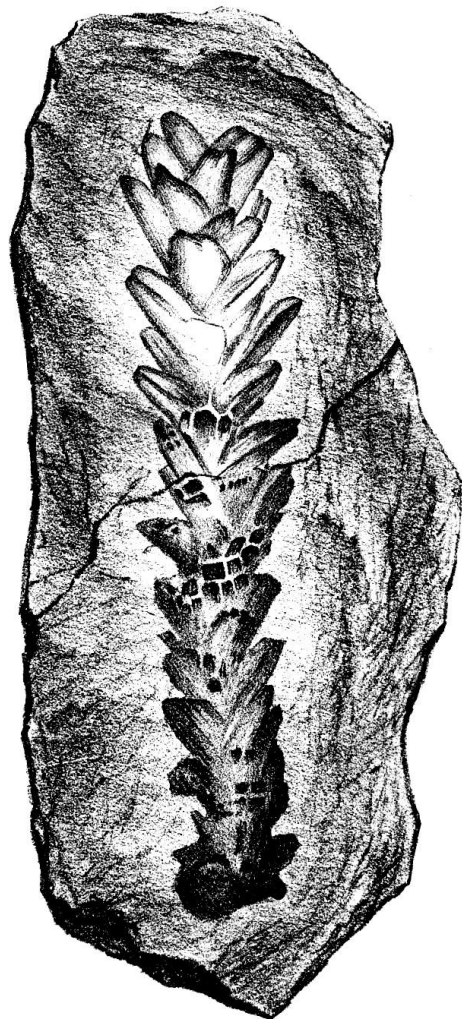
7.

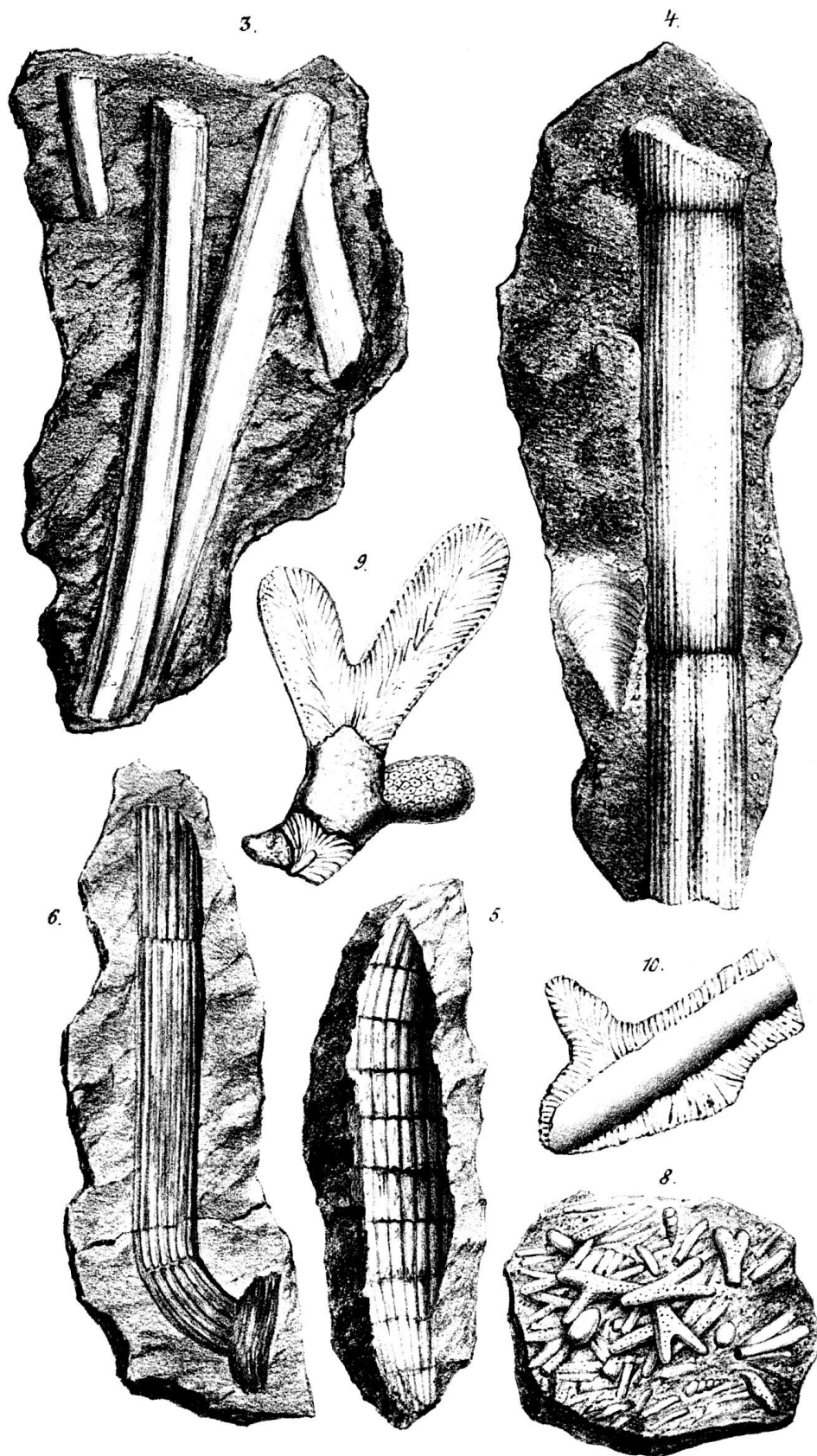


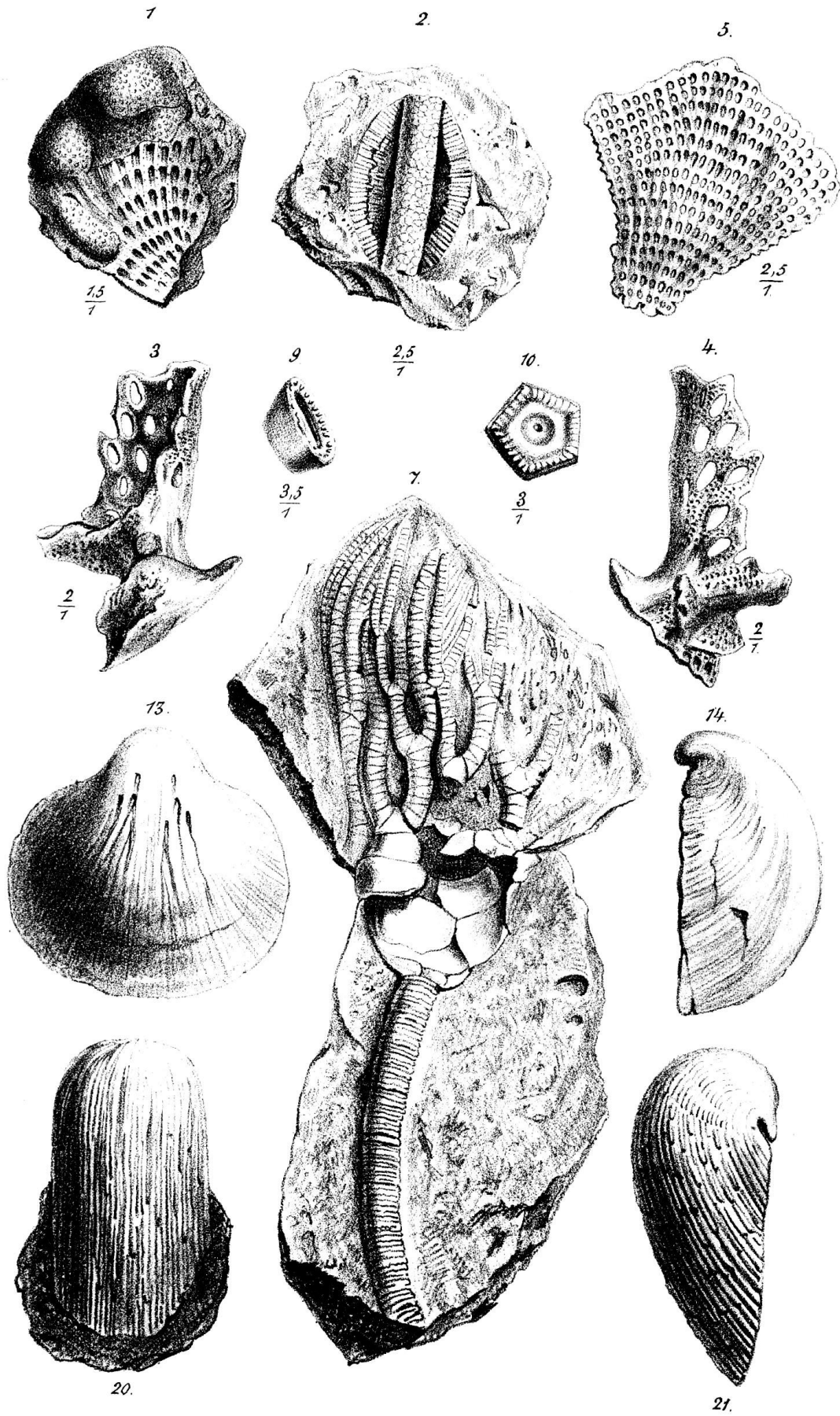
- 2.

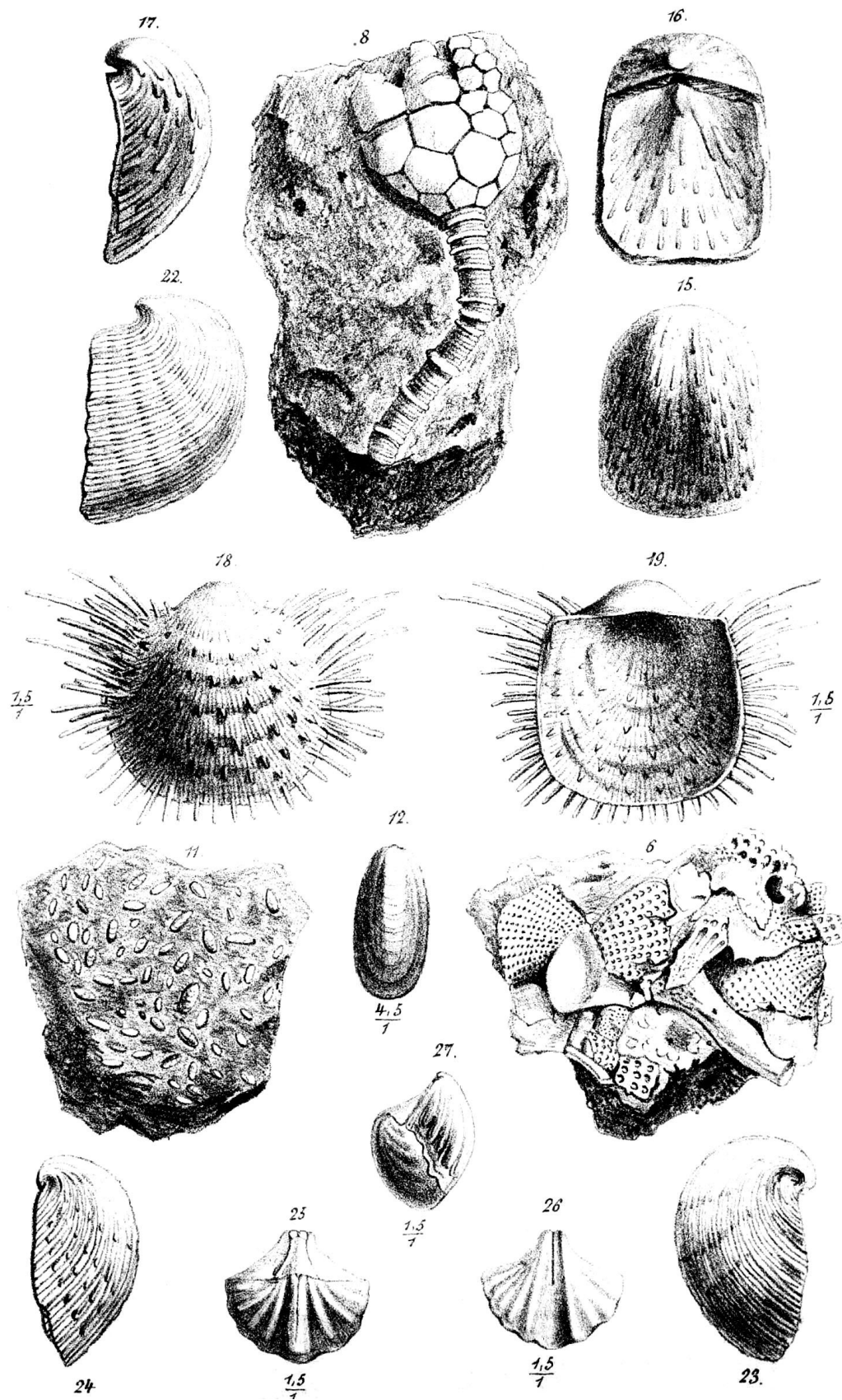


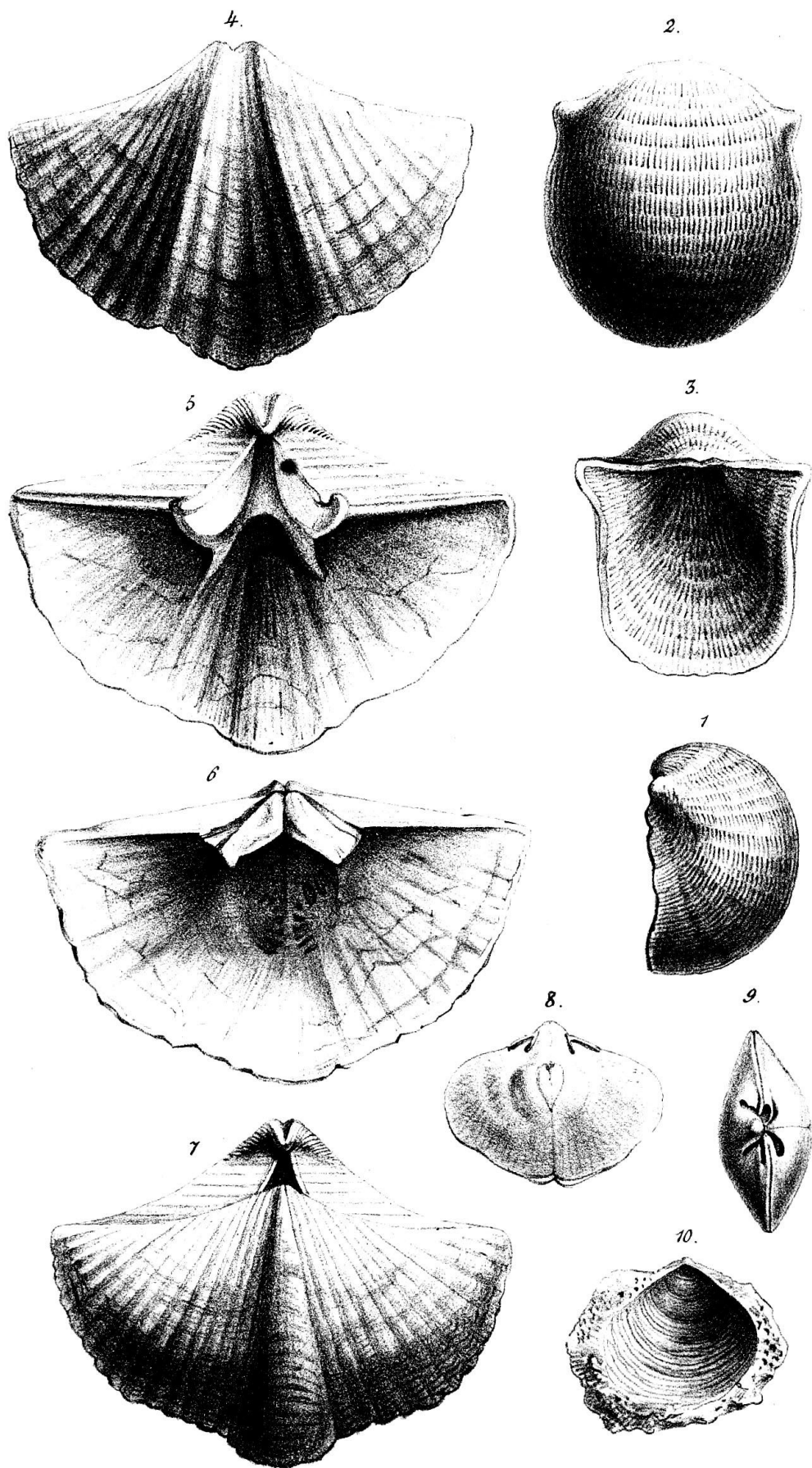
2'

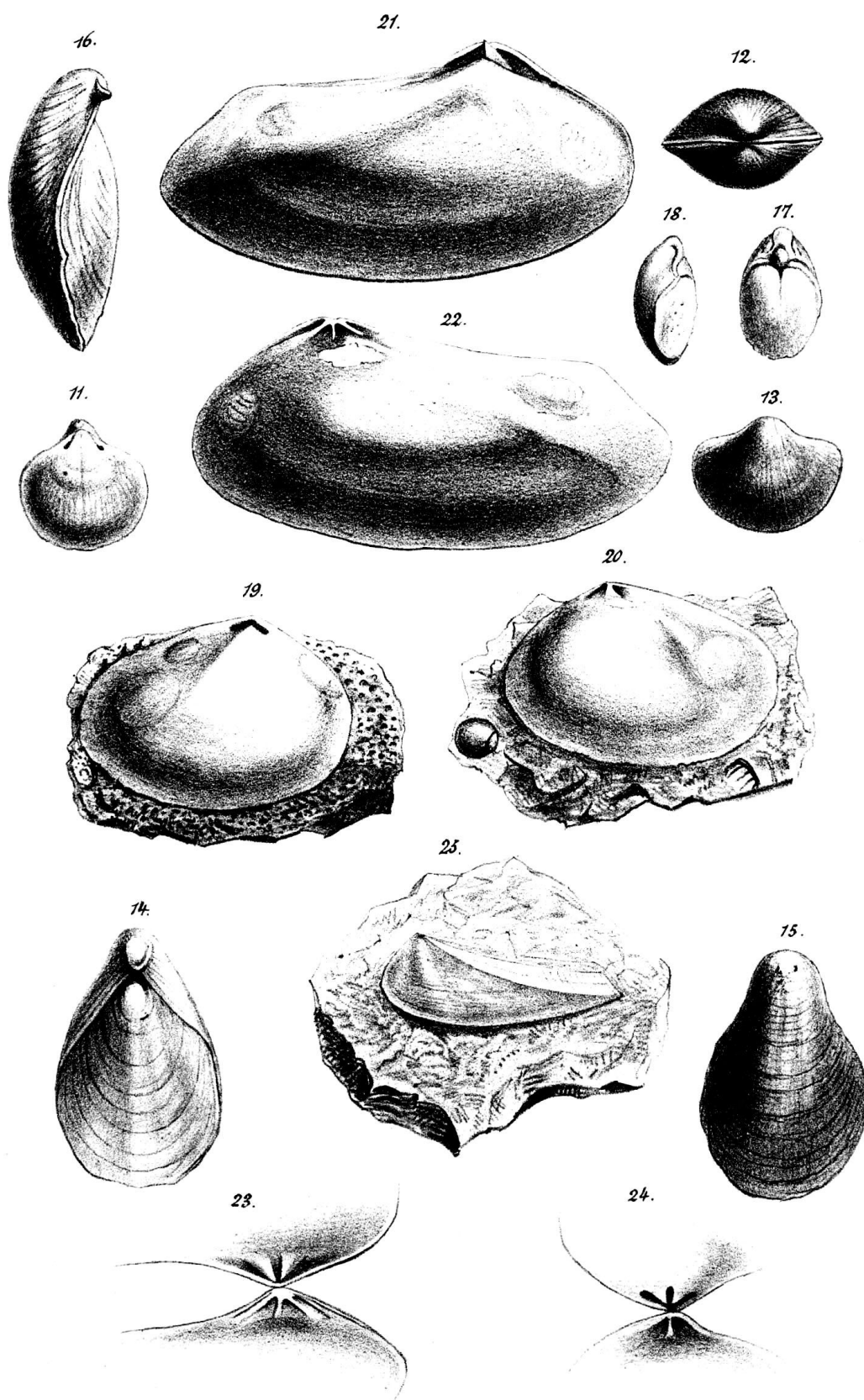


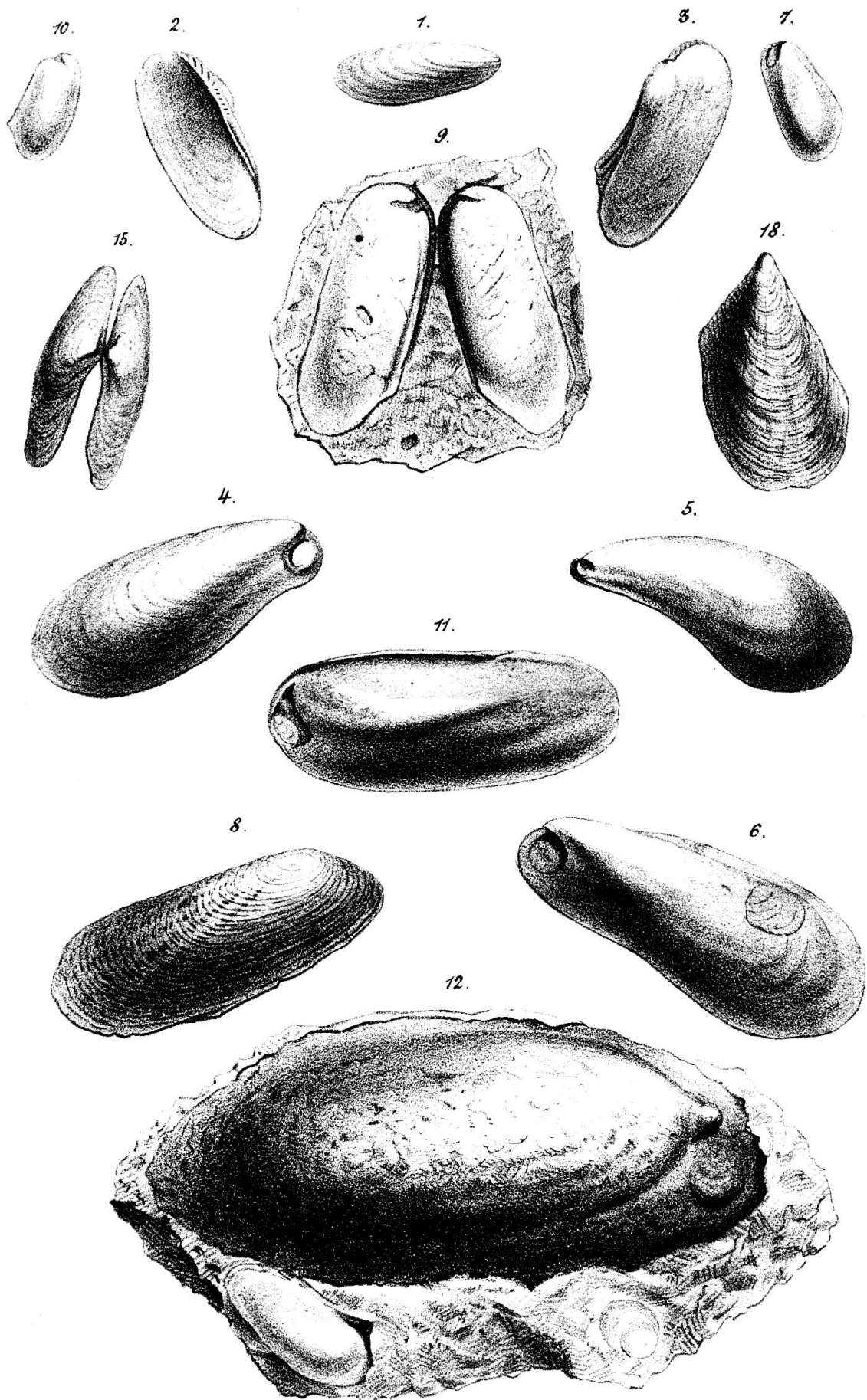


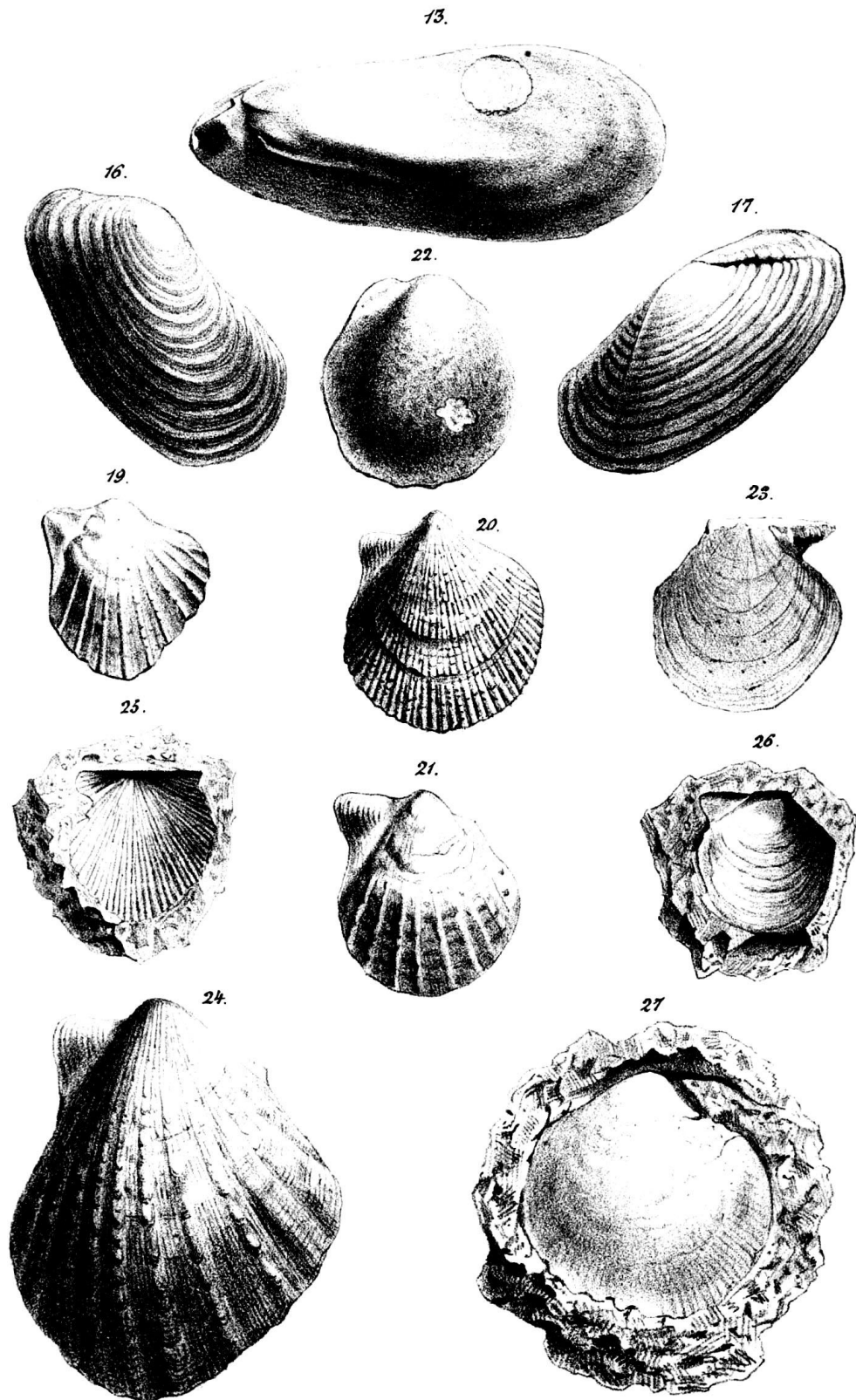


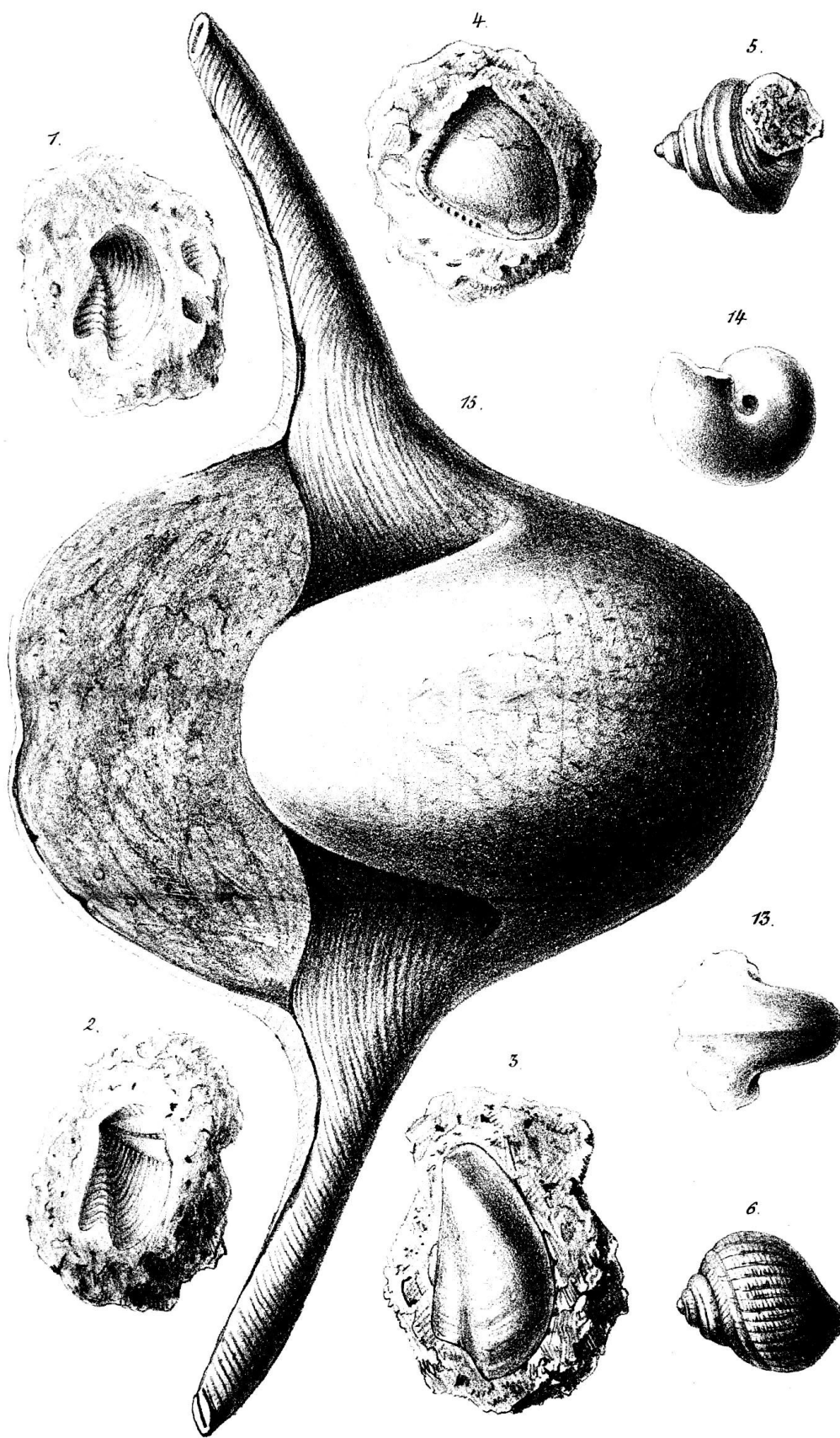




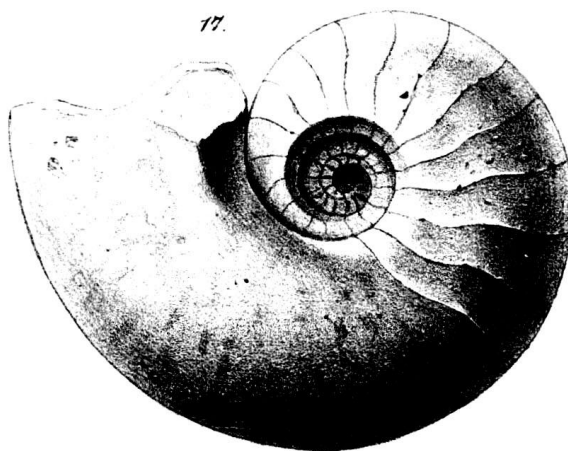
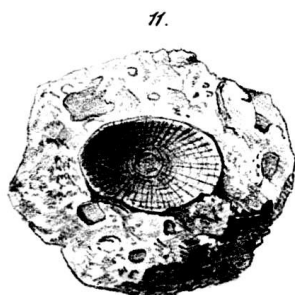
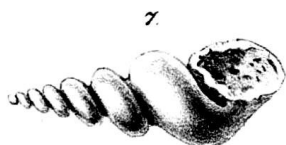
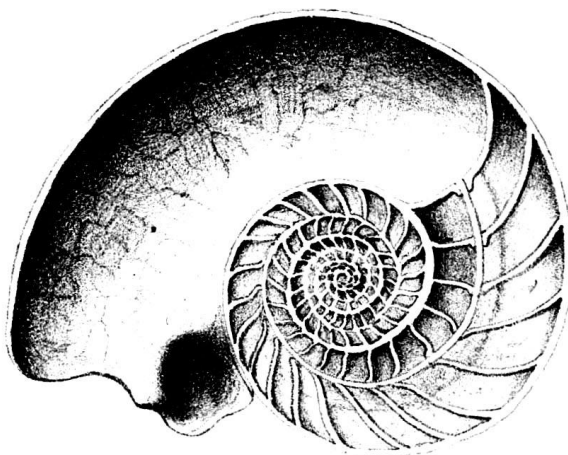
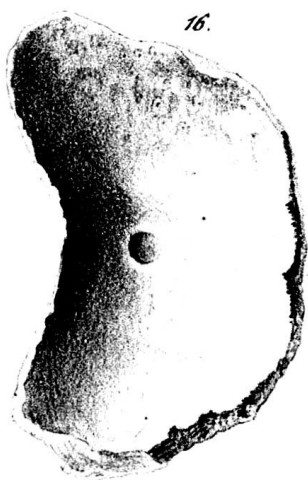
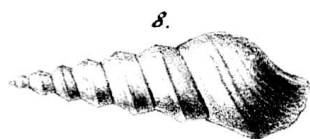
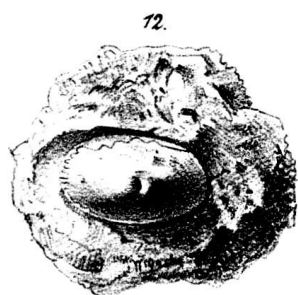








19.



Въ карту табл. VIII вошли при печатаніи слѣдующія важныя неправильности:

1. Послѣтретичная формація показана на югъ только до Камы, а на востокъ только до Шурана (на Камѣ), тогда какъ на югъ она занимаетъ значительное пространство по лѣвому краю долинъ Камы и Волги, гранича съ Пермскою формаціей по р. Шенталѣ, при селеніяхъ Кубасъ, Сахаровка и Красный Яръ и близъ р. Ахтай, которая обнаруживаетъ пермскія породы; южнѣе-же этой послѣдней рѣки тянутся опять песчанья равнины Послѣтретичной формаціи. На востокъ, съ правой стороны Камы, Послѣтретичная формація находится между Сорочьемъ и Рыбной Слободой, а отъ селенія Урай-Монастырь тянется непрерывной полосой на Мельничный Починокъ, Шумбутскій заводъ, Урманчеево, къ югу отъ Дигитлей, за Омару; также является въ видѣ узкой полосы по лѣвому краю долинъ Вятки, Свіяги, Цывиля.

2. Зеленая краска, показывающая очертаніе рѣчныхъ долинъ (распространеніе рѣчныхъ наносовъ), наложена литографомъ очень небрежно и потому во многихъ подробностяхъ весьма неправильно.

3. Въ надписяхъ карты слѣдующія опечатки: р. Ялетъ вмѣсто Илетъ, Язигугунуръ—Изигугунуръ, Кадышво—Кадышево, Набын-Куперъ—Кабыкъ-Куперъ, Веденское—Бурнашево, А. Услопъ—Ниж. Услонъ, р. Астай—р. Ахтай, Казанъ—Казань, Алянчеева—Клянчеева. Кромѣ того пропущены: съ лѣвой стороны устья р. Свіяги—Вязовое, съ правой—Веденское.

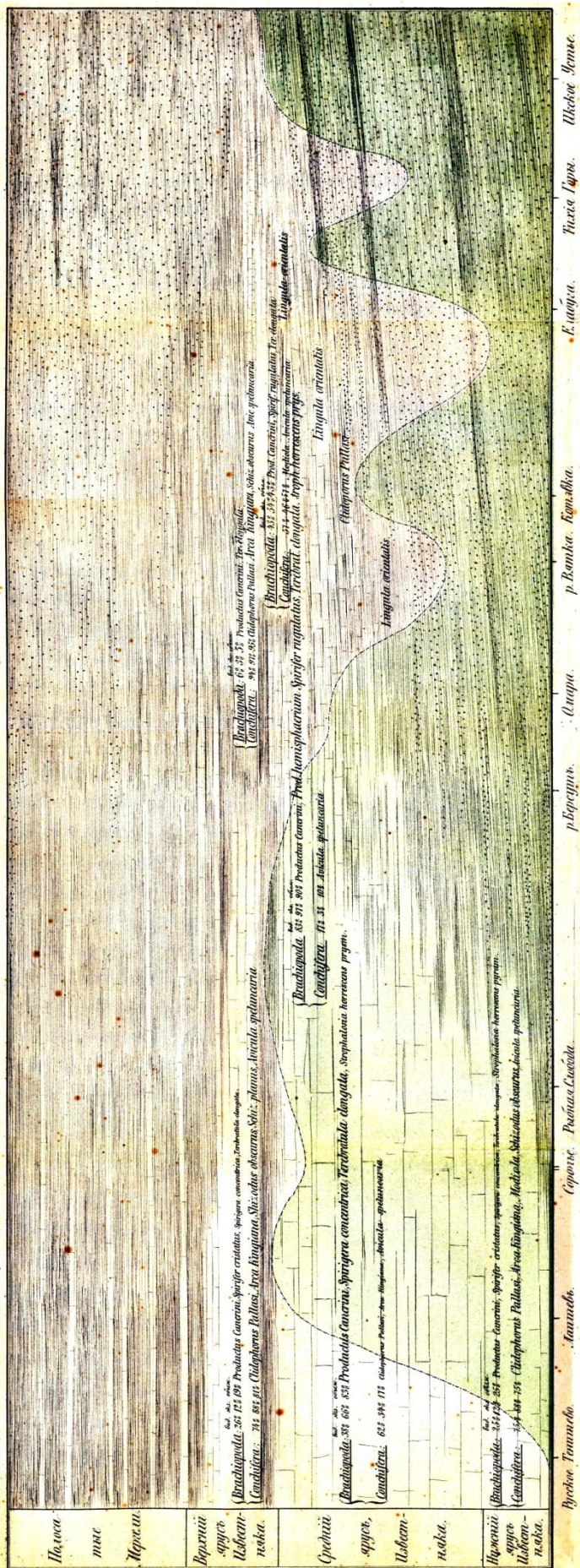
4. Въ объясненіи знаковъ антиклинальныя линіи должны быть сдѣланы *стрѣльчатыми*, какъ на картѣ; для города Свіяжска употребленъ знакъ одинаковый съ селами и деревнями.

СХЕМАТИЧНЫЙ РАЗРЪЗЪ ФОРМАЦИИ ПЕРМСКОГО ИЗВЕСТНЯКА

ОТЪ ПРАВАТО БЕРЕГА ВОЛГѢЮ СЕЯ ИСКЛОУСТЪ НА КАМЪ.

сб 3ЮЗ на ВСВ,
показывающий главные черты в распределении *conchifera* и *brachiopoda*?

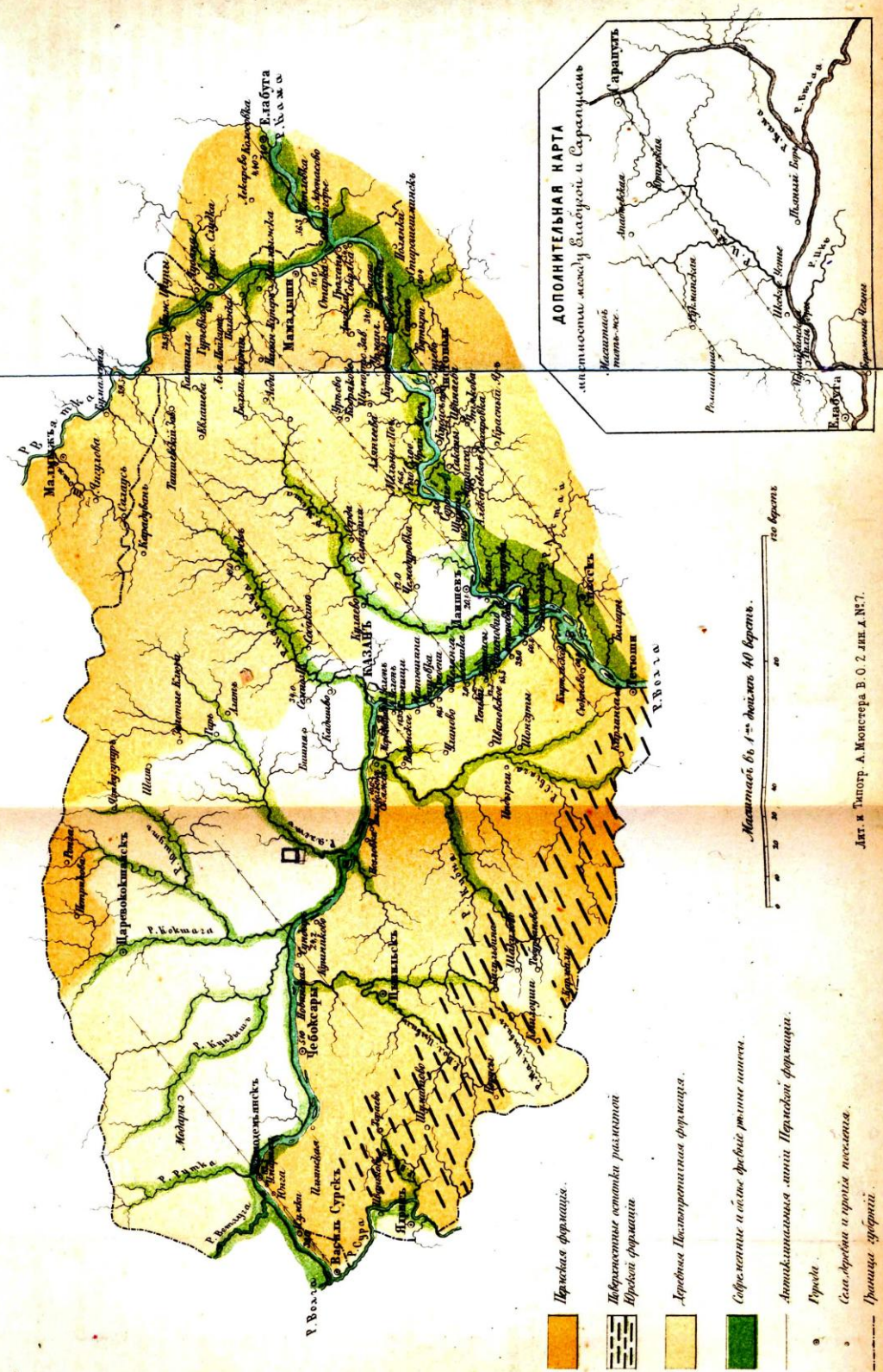
Горизонтальный, настигабъ въ 1 саж. и петръ 5 верстъ.





ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА **ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАМСКО-ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА.** в губерниях Пермской и Вятской.

0 Пермские формации Голышмича



НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО (по работам С. И. Романовского)

Как уже отмечено в Предисловии, наиболее глубокий анализ идей, содержащихся в работах Н. А. Головкинского, выполнен в серии публикаций С. И. Романовского. В своей фундаментальной седиментологической сводке 1977 г.^{*} он лишь «вскользь» на стр. 219-224 упоминает о схеме слоеобразования, фиксируя, что «...наиболее последователен в своих рассуждениях Н. А. Головкинский, который четко называет вещи своими именами». Однако в ходе работы над научной биографией Головкинского (1979) С. И. Романовский проводит не только блестящий ретроспективный анализ его идей, но и определяет векторы их реализации в современной геологии. Творческое осмысление этого наследия и развитие основных концептуальных понятий в приложении к современной седиментологии отличает все последующие работы С. И. Романовского, которые, в свою очередь, характеризуют эволюцию взглядов этого выдающегося седиментолога на механизмы слоеобразования.

ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТ И ИДЕЙ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО^{**}

Имя Н. А. Головкинского навсегда вошло в историю развития геологической науки. Его перу принадлежат классические работы по тектонике, стратиграфии, геоморфологии и четвертичной геологии. Однако путь их к признанию был длительным и нелегким. При жизни Н. А. Головкинский был известен как крупный региональный геолог – специалист по стратиграфии пермских отложений Поволжья и каменноугольных формаций западного склона Урала, геологическому строению Крымского полуострова и четвертичным отложениям бассейна р. Волги. Не менее известен он был и как талантливый педагог, воспитавший не одно поколение русских геологов, и прогрессивный общественный деятель, непреклонно отстаивавший демократические традиции русских университетов.

Однако его теоретические разработки в области тектоники (слоеобразование) и геоморфологии (законы образования речных террас) современники ученого не оценили должным образом. Более того, они часто подвергались резкой и, как мы знаем сейчас, несправедливой критике (В. В. Докучаев, А. А. Иностранцев, В. О. Ковалевский, Ф. Ф. Розен и др.). Такое их неприятие в сочетании с общепринятым в то время регионально-эмпирическим направлением самой геологической науки сыграли свою печальную роль: работы Н. А. Головкинского на долгие годы были преда-

^{*} Романовский С. И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.

^{**} Раздел составлен С. Б. Шишловым по изданию: Романовский С. И. Николай Алексеевич Головкинский (1834-1897). Л.: Наука, 1979. 192 с.

ны забвению, а вместе с ними из памяти потомков постепенно стирался и облик этого выдающегося человека, одного из лучших и талантливейших представителей «идеалистов-шестидесятников» XIX века, через всю свою жизнь пронесшего преданность передовым идеям той эпохи реформ.

Но время вносит свои поправки. Результаты научных исследований, сколь бы значительны они ни были, неизбежно отступают перед новыми достижениями региональной геологии. Вместе с ними уходят в прошлое и их авторы, уже, как правило, навсегда. Такова неумолимая роль познания вообще, а геологического – в особенности. Как уже указывалось, геология как наука исторически развивалась в регионально-эмпирическом направлении, оставаясь при этом сугубо описательной. Теоретическая же ее основа, единственно способная стать базой для широких (как бы инвариантных) обобщений, была шаткой и неустойчивой. Но именно она, хоть и медленно, продвигала науку вперед, объединяя в единое целое разрозненные описания геологического строения отдельных районов и позволяя проследить общий ход и эволюцию геологического развития земной коры в целом. Поэтому именно творцы теоретических идей навсегда входят в историю науки, а их региональные работы, которые имеются в избытке практически у любого геолога, с течением времени полностью утрачивают свое значение.

Действительно, кого сейчас заинтересует геологическое описание Саксонии, выполненное Вернером, но как творец основополагающей для своего времени концепции, на долгие годы определившей интерпретаторский настрой геологов, – концепции непутизма, он широко известен. Кто в настоящее время станет читать описание юрской формации Швейцарских Альп времен 30-х годов прошлого века, а вот имя автора этого описания знает любой геолог – это Грессли, родоначальник фациального анализа. Утратили свое значение и сугубо региональные изыскания Лайеля, но как один из основоположников актуалистического принципа познания прошлого он навсегда вошел в историю науки. И, наконец, вряд ли бы сейчас имело смысл знакомство со стратиграфическими описаниями пермских отложений Камско-Волжского бассейна Н. А. Головкинского, если при этом не излагалась классическая схема слоеобразования, навсегда обесмертившая имя ее автора.

Пожалуй, в истории геологии трудно найти еще примеры такого категорического неприятия работ ученого, как это случилось с трудами Н. А. Головкинского. Работая в одной из самых отсталых в теоретическом отношении ветвей естествознания, каковой в то время была геология, он проявил поразительную способность к аналитическим обобщениям и сумел установить целый ряд таких теоретических положений, которые получили подтверждение на новой фактической основе лишь в наше время.

В истории науки немало примеров тому, как выдающиеся открытия – эти гениальные всплески на фоне довольно устоявшегося теоретического

знания – оказывались выше понимания даже подготовленных умов и долгое время оставались непринятыми, а нередко встречали резко отрицательное и даже враждебное отношение. Достаточно вспомнить открытия в математике Э. Галуа, в физике – А. Эйнштейна и даже в кристаллографии – Е. С. Федорова. Но для геологии это явление и вовсе исключительное, если учесть, что она развивалась как сугубо описательная наука. Следует отметить, однако, что Николай Алексеевич никогда не занимался собственно теоретическими исследованиями. Его знаменитая теория слоесобразования и следующий из нее основной фациальный закон, а также законы образования речных террас прочно упрятаны в сугубо региональных, традиционных для того времени описательных работах. Знакомясь с такими работами, геологи привычно заостряли внимание на описании геологического строения того объекта, какому они были посвящены – будь то Камско-Волжский бассейн либо бассейн среднего течения р. Волги, а теоретические схемы обычно опускали или, что еще хуже, подвергали незаслуженной критике.

Неверно было бы думать, что Н. А. Головкинский был равнодушен к восприятию своих идей. Он болезненно переживал, когда их критиковали авторитетные ученые (В. В. Докучаев), и справедливо негодовал, когда эта критика сопровождалась резкой, мелочной, а зачастую и безграмотной аргументацией (Ф. Ф. Розен).

Современники Н. А. Головкинского единодушно отмечали его высокую осведомленность в смежных с геологией науках (прежде всего в химии и физике) и обширные, умело применяемые им познания из логики, философии и истории развития наук. Именно эти качества составили основу его исключительного научного авторитета, несмотря на то что даже по меркам того времени он опубликовал незначительное число статей – около 60, причем с учетом мелких заметок, которые он сам никогда не включал в список своих трудов.

Н. А. Головкинский был превосходным популяризатором геологической науки. Его блестящие вступительные лекции в Новороссийском университете, как и знаменитая публичная лекция «Мысли о прошедшем и будущем нашей планеты» [29]^{*}, на которой мы еще остановимся, долгое время приковывали к себе внимание всех любителей естествознания.

В первой крупной работе «О кремнекислых соединениях» [3] уже угадывается «будущий Головкинский» с его широким охватом проблемы, глубокими теоретическими и философскими обобщениями. Уже в ней отразилось не просто прогрессивное, но новаторское мировоззрение ученого, его исследовательское *credo*, которое сегодня можно назвать модельно-

^{*} Здесь и далее ссылки в квадратных скобках означают работы самого Н. А. Головкинского, приведенные в списке его научных трудов (см. перечень на стр. 21-23 настоящего издания). Все прочие ссылки даны в подстрочных примечаниях.

целевой методологической платформой, наиболее прогрессивной и передовой даже в настоящее время.

В первых же фразах этой статьи Николай Алексеевич высказывает свое отношение к науке, как к процессу никогда не прекращающегося познания, «истины» которого есть достоверные факты лишь сегодняшнего дня, утрачивающие свое значение по мере накопления нового теоретического знания. Николай Алексеевич различает «законы природы» как абсолютную истину и «законы науки» как некое приближение к этой истине. Эта новаторская идея, в те времена практически никем не разделяемая, даже в наши дни все еще остается предметом дискуссий специалистов по философским проблемам естествознания. Николай Алексеевич пишет: «История наук и их современное состояние делают более чем вероятным, что так называемые законы природы суть только субъективные обобщения односторонних, отвлеченных представлений и вовсе не принадлежат объективному миру; при серьезном исследовании каждое явление обнаруживает крайнюю своеобразность, гибкость и изменяемость; ни одно из них не бывает тождественно в двух самых близких моментах времени... Но неизбежная... потребность обобщения создает теории, даже при полном неверии в их истинность. Понятно, что каждая теория, основанная на определенном числе фактов, известных во время ее создания, постепенно теряет свою достоверность и прочность по мере накопления новых фактов, бросающих особенный колорит на весь ряд явлений, и, наконец, по прошествии более или менее продолжительного времени рушится и заменяется новой. Эти перевороты, обыкновенно имеющие крутой и резкий характер, представляют обыкновенное явление в истории развития наук» [3, с. 3-4].

Химия в те годы базировалась на теории Берцелиуса, который еще в 1813 г. впервые ввел в науку буквенные химические символы и вычислил атомные веса почти всех известных в те годы элементов. Оценивая построения Берцелиуса, Николай Алексеевич пишет: «Хотя электрохимическая теория Berzelius'a утвердилось в химии и принимается многими теперь, я нахожу излишним входить в более подробное ее рассмотрение, потому что ее первые, исходные положения есть дело чистой гипотезы, дело личного вкуса. Что она хорошо объясняет многие явления, так это еще ничего не доказывает: в прошлом столетии, когда еще не умели поверять дело опытом, горение свечи можно было одинаково хорошо объяснить и выделением флогистона и соединением с кислородом» [3, с. 10]. И далее он справедливо замечает: «Чем теория отвлеченнее и общенее, тем она удобнее применяется к разнообразным явлениям» [3, с. 11].

К моменту опубликования работы вопрос о химическом составе кремнезема оставался дискуссионным. Берцелиус обосновал формулу кремнезема – SiO_3 а Гмелин – SiO_2 . Николай Алексеевич с иронией замечает, что «большинство ученых, взвесив для разрешения этого вопроса авторитеты Berzelius'a и Gmelin'a, писали SiO_3 . Нередко, даже в недавнее

время, в защиту научных положений приводились не факты и соображения, на которых Berzelius основывался, а просто его имя» [3, с. 23]. Н. А. Головкинский понимал, что, «хотя верность взгляда на состав кислоты имеет существенное влияние на понимание натуры ее солей, есть, однако, или, лучше сказать, было другое обстоятельство, в этом отношении еще более важное: это дуализм, веривший в бинарное строение тел, как в догмат» [3, с. 23]. И далее он заключает: «Какая же тут теория, когда возможно предполагать для одного и того же соединения такие различные формулы... Ясно, что расположение атомов зависит единственно от личного взгляда; но какой интерес могут иметь взгляды в науке о минеральной природе, имеющей так мало отношения к психологии? ... Пусть минералы будут субъективные представления и все их свойства – только наши взгляды, тем не меньше между этими взглядами научно важно только то, что общее, что не зависит от личной особенности человека (будет ли он объективен или тоже субъективен – это все равно); вносить же в науку личную мечту со всеми ее индивидуальными подробностями не должно даже и в области психологии; *наука не описание всего, что можно описать, а понимание общих свойств и взаимной связи явлений*» (курсив С. И. Романовского.) [3, с. 26-27].

Мысль эта представляется чрезвычайно важной, ибо в ней выражена самая суть научного мировоззрения Головкинского, которому он был верен всю жизнь, даже в своих чисто геологических, т.е. описательных работах. Не придерживаясь такого взгляда на исследовательский процесс, он никогда не смог бы подняться над регионально-эмпирическим уровнем геологической науки и получить те основополагающие теоретические обобщения, которые обессмертили его имя.

Первой крупной геологической работой Н. А. Головкинского стала магистерская диссертация «О послетретичных образованиях по Волге в ее среднем течении» [4], опубликованная в 1865 г. Она представляет живой интерес и для современного читателя, поскольку представленные в ней целый ряд идей и разработок несколько не утратили своего значения. Во-первых, в этой работе впервые в русскую науку введено понятие о фациях. Во-вторых, доказана тесная связь тектонического режима с процессами накопления и размыва четвертичных отложений. В-третьих, установлен материковый характер четвертичного оледенения Европы. В-четвертых, показано чередование ледниковых и межледниковых эпох для Северной и Средней Европы и доказана их асинхронность для разных частей континента. В-пятых, сформулированы законы образования речных террас.

Н. А. Головкинский, познакомившись за границей с капитальным трехтомным трудом швейцарского геолога А. Грессли, опубликованном в 1838 г., высоко оценил важность и значимость для геологических исследований понятия о фациях. «Как ни проста мысль, что в одно и то же время в разных местах могли совершаться различные геологические процессы, но

понятие о *facies*, это первоклассное геологическое понятие, вырабатывалось чрезвычайно медленно, и мы до сих пор в современной научной литературе весьма часто можем заметить недостаточное к нему внимание» [4, с. 4]. Это понятие он рекомендует использовать, в частности, при «отыскании отношений во времени между явлениями различного характера». Позднее, в 1868 г., Николай Алексеевич впервые в русской геологической литературе привел современную транскрипцию термина «фация» [16, с. 128].

Исследуя четвертичные отложения долины среднего течения р. Волги и сравнивая их с известными ему разрезами из других стран, Н. А. Головкинский обратил внимание на то, что отложения эти чрезвычайно сложны для расчленения, тем более для сопоставления удаленных друг от друга разрезов, вследствие пестроты и быстрого выклинивания фаций, частой смены по разрезу чрезвычайно неустойчивой в видовом отношении фауны и т. д. Он отмечает, что «преодоление этих трудностей есть важный шаг в геологии, и не столько по открытию и разъяснению новых фактов, сколько по разработке метода, по новым приемам, которые могут быть извлечены отсюда» [4, с. 4]. Николай Алексеевич разрабатывает новый для того времени метод исследования четвертичных отложений, заключающийся в установлении связи колебательных движений земной коры с процессами размыва и аккумуляции осадков. Анализируя строение разреза на морском берегу графства Норфолк, в Великобритании, который детально описал еще Ч. Лайель, Н. А. Головкинский приходит к выводам, что «1) главные долины были размывы при увеличивающейся скорости течения, при поднятии страны, 2) осаждение террасы произошло при уменьшении скорости, т. е. при опускании, 3) новое размывание долин или проложение нынешних русел указывает на вторичное увеличение скорости – вторичное поднятие. Судя по различию и величине главной долины и русла, видно, что последнее поднятие было сравнительно весьма невелико» [4, с. 6].

Впервые в геологической науке Н. А. Головкинский ставит «проблему колебательных движений земной коры» и вводит представление о «дифференцированном колебательном процессе», т. е. о наложении на единое (результатирующее) колебание движений более низких порядков. Твердо уяснив, что тектонический фактор в данном процессе является ведущим, он понимает, что все прочие явления должны быть не просто от него зависимы, но тесно с ним связаны. Даже такой, казалось бы, независимый от колебаний земной коры фактор, как географическая зональность четвертичной фауны. Николай Алексеевич заключает, что с первого взгляда географическое распределение организмов «кажется слишком косвенным и чуждым геологии, но внимательный анализ скоро открывает в нем такую ясную и логическую зависимость от геологических явлений, что оно должно быть поставлено по его силе в ряду со стратиграфическими данными» [4, с. 6].

Позднее к вопросам связи колебательных движений с рельефообразующими процессами обращались А. П. Карпинский, В. А. Обручев, А. П. Павлов, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и др. Н. И. Николаев, посвятив истории этой проблемы специальное исследование, отмечает, что А. П. Карпинский в своих заключениях о роли колебательных движений в создании и развитии рельефа приближается к аналогичным выводам Н. А. Головкинского, сделанным на 25 лет раньше*. Но они к тому времени, к сожалению, были уже прочно забыты.

Одной из животрепещущих проблем четвертичной геологии 50-60-х годов XIX в. являлось происхождение «эрратических глыб» (крупных валунов), повсеместно разбросанных на территории Северной и Средней Европы. По этому поводу было высказано множество гипотез, но наиболее популярной была гипотеза «плавающих льдов», за которой стояли такие имена, как Ч. Лайель, Р. Мурчисон и Ч. Дарвин. Н. А. Головкинский никогда не был в плену авторитетов. Отправной точкой в его исследованиях этой проблемы стало главное направление движения валунов с севера на юг, установленное В. М. Севергиным, Г. К. Разумовским и др. Он отмечает: «Эрратические камни, представляющие обломки пород, которые окружали долину разносившего их ледника, окаймляют так правильно все пространство, некогда занятое льдом, распределены вертикально и горизонтально так согласно с законами морен, что тут нет мысли о плавающих льдах. Для нас, с той точки зрения, с которой мы смотрим на дело в этой статье, эти две теории представляют капитальное различие: одна предполагает поднятие, другая (теория плавучих льдов) опускание» [4, с. 11]. У Н. А. Головкинского не было сомнения в том, что «эрратические глыбы» своим происхождением обязаны четвертичному материковому оледенению Европы. Однако он не развивал эту мысль вширь, т. е. с привлечением более разнообразного материала, что и дало в дальнейшем основание (в какой-то мере справедливое) связывать концепцию материкового оледенения с именем П. А. Кропоткина, который изложил ее через 11 лет после Николая Алексеевича, т. е. в 1876 г.

Огромной заслугой Н. А. Головкинского следует считать то, что он установил асинхронность колебательных движений разных знаков для европейского континента. Этот вывод был сделан на основе сравнения фациального состава и фауны одноименных горизонтов, установленных в серии европейских разрезов. «Мне кажется, – писал он, – мы, естественно, приходим к заключению о попеременности поднятия и опускания в северной и среднеевропейской областях». И далее: «...поднятия считаются попеременными, но этим не отрицается, что начало поднятия одной области могло совпадать с окончанием поднятия другой. Кроме того, весьма вероятно, что каждое большое колебание распадается на несколько меньших, второ-

* Николаев Н. И. История развития основных представлений о геоморфологии (очерк первый) // Очерки по истории геологических знаний. Вып. 6. М., 1958. С. 3-96.

степенных, так что движение может быть выражено линией двойной кривизны» [4, с. 26-27].

Важнейшим результатом магистерской диссертации Н. А. Головкинского являются законы (или правила, как их называл сам Николай Алексеевич) образования речных террас. Он пишет: «Главный принцип, которого я старался строго держаться, – отношение речных образований к колебательным движениям страны. Это отношение известно давно, но, как мне кажется, как я, надеюсь, показал это, оно не пользовалось достаточным вниманием, не было возведено в принцип. Между тем значение его для послетретичного периода весьма важно: при разбросанности и стратиграфической бессвязности этих образований, при недостаточности палеонтологических данных, которые, кроме того, оказываются несостоятельными для такой дробной классификации, которую требуют сравнительно краткие эпохи речных террас, это отношение представляет лучший принцип, позволяющий быстро ориентироваться в большинстве речных долин Европы. Можно формулировать следующие правила:

1. Так как река вырывает русло при поднятии верховья и выполняет русло при его опускании, то число террас соответствует числу колебаний страны, если амплитуда колебаний последовательно уменьшается. (В случае отсутствия последнего условия террасы, предшествовавшие последнему колебанию, должны быть уничтожены или, по крайней мере, скрыты последующим отложением).

2. В долинах рек, текущих от центра колебаний к границам области, террасы одного числового порядка, считая сверху или снизу, – одновременны.

3. Террасы речных долин такого направления, но принадлежащие двум различным областям, которых колебания попеременно, взаимно выполняют промежутки, разделяющие эпохи образования каждых двух смежных террас» [4, с. 27-28].

Именно эти положения вызвали ожесточенные нападки одного из оппонентов, доцента Ф. Ф. Розена. Не оценил эту работу и В. В. Докучаев. Через 13 лет он опубликовал свой вариант процесса формирования речных долин, в котором полностью отрицал дифференцированные колебательные движения и, как следствие этого, их участие в образовании речных террас. Критические высказывания Розена и Докучаева сделали свое дело: магистерскую диссертацию Н. А. Головкинского «О послетретичных образованиях по Волге в ее среднем течении», содержащую много новых и необычных идей, вскоре прочно и надолго забыли.

«Описание геологических наблюдений, произведенных летом 1866 г.» [15], представленное в Минералогическое общество содержит оригинальную теорию асимметрии речных долин, которая дополняет закон Бэра, связывающий это явление с вращением Земли. Н. А. Головкинский показал, что строение долин большинства крупных рек определяет залега-

ние подстилающих их слоев коренных пород. Впоследствии эту теорию называли «стратификационно-тектонической», и она, рассматривается практически во всех серьезных курсах физической географии и геоморфологии*.

Важнейшей в научном отношении работой Н. А. Головкинского является его докторская диссертация «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна» [16], опубликованная в 1868 г. В ней он развил теорию осцилляционно-миграционной слоистости (термин Н. Б. Вассоевича), которую в настоящее время по праву считают классической, поскольку со времени своего создания она не претерпела сколько-нибудь существенных изменений.

Прежде чем разбирать суть этой концепции, необходимо подчеркнуть, что понимание процесса слоеобразования, отличное от его интерпретации предшественниками ученого, связано с понятием о фациях, которое в русскую геологическую науку ввел именно Н. А. Головкинский. Глубокое знание этим ученым только начавшего в то время развиваться учения о фациях и предвидение его плодотворности для дальнейшего прогресса геологии привело к тому, что оно в значительной степени повлияло на разработку Н. А. Головкинским других важных геологических проблем – стратиграфической корреляции и слоеобразования.

Самое поразительное заключается в том, что свои выдающиеся теоретические построения Н. А. Головкинский создал на материале конкретных региональных исследований отложений пермского возраста в районе Камско-Волжского бассейна, не задаваясь специальной целью делать какие-либо теоретические обобщения. Но в этом и талант их создателя, что, сделанные «на малом материале из ограниченной местности», они оказались применимы повсеместно. «Характерной особенностью работы Н. А. Головкинского состоит в том, что он открыл и обосновал столь важный закон, в сущности, на весьма ограниченном материале, в результате теоретического осмысления наблюдающихся фактов природы. Позднее неоспоримая истинность этого гениального открытия была подтверждена многочисленными другими исследованиями и исследователями осадочных формаций»**.

К своей схеме Н. А. Головкинский пришел, анализируя распределение мелководной и относительно глубоководной фауны в разрезе. «Самый процесс, обусловивший такое распределение, кажется мне весьма простым. Для ясного представления о нем нужно только обратить внимание на то, что на западе мелководье сменилось глубоким морем, которое снова превратилось в мелководье, тогда как на востоке глубина постоянно остава-

* *Ступинин А. В.* Роль Н. А. Головкинского и А. В. Нечаева в развитии геоморфологии в нашей стране // *Природа*. 1950. № 5. С. 98-71.

** *Попов В. И., Комоцкий С. К.* К 100-летию открытия Н. А. Головкинским третьего основного фациального закона // *Науч. тр. Ташкентского ун-та*, 1970, вып. 358. С. 17-20.

лась незначительной, что вполне объясняется постепенным опусканием морского дна и отступлением береговой линии на восток; затем опускание сменилось поднятием или уменьшилось настолько, что не вознаграждало выполнение бассейна осадками, вследствие чего произошло обратное движение береговой линии, с востока на запад» [16, с. 121]. В этих словах заключены представления о колебательных движениях дна бассейна седиментации, которые, как мы увидим далее, и управляют (по Н. А. Головкинскому) накоплением слоистых толщ.

Н. А. Головкинский признавал всю серьезность и важность установленной им закономерности, несмотря на то, что вывел ее, анализируя весьма ограниченный материал. «Я желал бы обратить особое внимание читателя на этот процесс, так как он приводит к весьма интересным и неожиданным выводам и должен иметь значение не для одного Камско-Волжского пермского бассейна, но и вообще для морских формаций всех времен и местностей, потому что обуславливающие его обстоятельства принадлежат к самым простым и нормальным. В сущности, он не зависит даже от нашего воззрения на причины изменения относительного уровня моря и суши, т. е. принимаем ли мы поднятие и опускание суши, или наступление моря, или выполнение бассейнов: он представляет неизбежное следствие твердо стоящего факта, что относительное положение морского уровня изменяется. Я принимаю, однако, вертикальные колебания земной поверхности в высшей степени вероятными» [16, с. 121-122].

Итак, сам Н. А. Головкинский придавал установленной им закономерной связи изменения относительного положения уровня моря и слоистости формирующихся отложений характер универсального геологического закона, справедливого, как сейчас твердо установлено, только для образований шельфа. Однако в такой формулировке еще не ясно конкретное влияние колебаний уровня моря на процессы слоеобразования, и поэтому он подробно описывает механизмы такой взаимосвязи, иллюстрируя ее шестью детальными схемами. Суть его схемы весьма проста и наглядна, по крайней мере, для современных геологов. В фиксированный момент времени задана последовательность осадков от берега в глубь моря: конгломераты пески и глины, далее мергель и известняк. Если затем дно моря опускается, то урез воды смещается в сторону берега. При этом зоны отложения различных осадков также смещаются, и в зависимости от того, насколько интенсивно прогибание дна, настолько заметно и смещение фациальных зон. Это – всем теперь хорошо известная схема формирования трансгрессивной серии пород. Н. А. Головкинский замечает: «Так как, по условию, изменение уровня совершается не вдруг, а постепенно, то породы не представят уступов, как изображено на фиг. 21, вытянутся непрерывными слоями, как показывает фиг. 22, где видны дальнейшие стадии того же процесса» [16, с. 122-123]. И далее: «Если затем опускание будет уменьшаться, а выполнение бассейна не изменится... масса береговых по-

род... вытянется внутрь бассейна... (фиг. 23) и накроет известняк... Вследствие непрерывности процесса наложение должно принять вид, представленный на фиг. 24. Таким образом, получается расположение пород, вполне сходное с наблюдаемым в нашем пермском бассейне» [16, с. 123-124].

Становится ясным, что Н. А. Головкинский привел данную схему с конкретной рисовкой отдельных стадий процесса, рассчитывая *воспроизвести динамику образования той последовательности пород, которую он фиксировал в разрезах пермского бассейна*. Однако он понимает, что при других соотношениях скорости погружения и осадконакопления изменится лишь кинематика процесса, а принципиально его трактовка останется в силе. Действительно, Н. А. Головкинский отмечает: «Принятые выше размеры опускания и отношение их к размерам выполнения бассейна имеют влияние только на второстепенные формы геологической чечевицы (от которой мы рассматриваем только половину), как можно назвать такое наложение, на мощность слоев, крутизну их изгибов и т. п., тогда как сущность дела остается неизменно та же самая. Если опускание не уменьшается, а остается неизменным или увеличивается, то получается только нижняя часть чечевицы... если оно сменяется поднятием – чечевица вытягивается и загибается правым краем кверху; если отложение данной толщи слоев совершалось все при поднятии, получается только верхняя часть чечевицы... 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» [16, с. 124].

Это и есть принципиальная схема слоеобразования в трактовке Н. А. Головкинского. Ее анализ приводит к следующим выводам.

1. Графическое изображение процесса слоеобразования дано только применительно к изучавшимся Н. А. Головкинским отложениям, поэтому оно не интерпретирует все возможные соотношения скоростей прогибаний и поднятий.

2. Законченный цикл колебательных движений фиксирует в разрезе полную трансгрессивно-регрессивную последовательность отложений (целая «геологическая чечевица», согласно терминологии Н. А. Головкинского).

3. В качестве «слоев» следует рассматривать геологические тела, прослеживаемые субпараллельно береговой линии бассейна.

4. Поскольку каждый слой формировался не «вдруг», а в результате постепенного перемещения береговой линии, то он оказывается разновозрастным по простирацию.

5. Слои трактуются как образование разновременное и литологически однородное.

Таким образом, Н. А. Головкинский установил, что процесс слоеобразования следует трактовать как результат миграции фациальных зон. Нет

ничего удивительного, что эту схему не поняли и, как следствие этого, не приняли многие его современники (А. А. Иностранцев, В. О. Ковалевский и др.). Она выглядела настолько необычной, что даже сам автор, сознавая, что его построения не укладываются в привычные традиционные рамки, назвал свой основной вывод о возрастном скольжении слоев «парадоксальным». Он отмечал: «Положим, мы наблюдаем формацию, состоящую из налегающих друг на друга пластов песчаника, мергеля и известняка, имеющую вид, представленный на фиг. 25. По общепринятому правилу, пласты эти считаются осажденными один после другого в последовательные эпохи; между тем, если это напластование есть только нижняя, уцелевшая от размыва часть геологической чечевицы..., то такое воззрение справедливо только для очень ограниченной местности; на фиг. 24 видно, что линии, проходящие через одновременно отлагавшиеся формации, иначе говоря показывающие положение дна, косвенно пересекают все три пласта... и, постепенно следя некоторый слой, например песчаник, слева направо, мы с каждым шагом переходим в более и более новые образования. Это дает право поставить тезис, по-видимому, парадоксальный: *общепринятое убеждение в последовательности образования последовательно друг на друга налегающих слоев – неверно*» [16, с. 125]. Первое, что приходит в голову при прочтении этого знаменитого заключения, – его кажущееся противоречие принципу Стенона: верхние слои могут оказаться древнее нижних.

Для доказательства того, что это противоречие только кажущееся, будем различать пространственную (латеральную) и стратиграфическую (вертикальную) разновременность. Продвижение береговой линии в глубь суши при образовании трансгрессивной последовательности пород происходит постепенно, и поэтому «будущий слой», наращивая свою мощность и продвигаясь вслед за урезом воды, является образованием разновременным, хотя он как бы одновременно сосуществует с осадками, которые впоследствии данный слой перекроют. Однако если учесть, что осадок только тогда примет форму слоистого залегания, когда его перекроют вышележащие отложения, то мера разновременности образования ниже- и вышележащего слоя должна равняться времени перекрытия нижележащего слоя. Таким образом, хотя каждый слой, как следует из теории Н. А. Головкинского, является образованием разновременным, но в любом вертикальном сечении геологической чечевицы вышележащий слой всегда оказывается моложе нижележащего, и принцип Стенона теорией Головкинского не отвергается.

В тезисе Н. А. Головкинского легко усмотреть смысл основного фациального закона (переход латеральной зональности осадков в вертикальную последовательность пород). Действительно, если слои образуются не последовательно (слой за слоем), а в результате постепенного наложения смежных фациальных зон, что утверждал Н. А. Головкинский, то отсюда

тривиальным образом и вытекает содержание закона миграции фаций – вертикальная стратификация пород в разрезе (в пределах единичного цикла) должна повторять латеральное расположение фациальных зон вкрест простирания береговой линии бассейна седиментации.

Открытие этого закона связывают то с именем Н. А. Головкинского, то А. А. Иностранцева, то И. Вальтера, а в геологической литературе, в том числе и в учебниках по литологии, фациальному анализу, палеогеографии, стратиграфии и геотектонике, этот закон именуется то законом Головкинского, то Головкинского-Вальтера, то Иностранцева-Вальтера, то Вальтера, а то и Головкинского-Иностранцева. Сочетания эти отнюдь не равноправны. И если (с учетом возможной независимости открытия) название «закон миграции фаций Головкинского-Вальтера» является оправданным, хотя историческая справедливость требует связывать этот закон только с именем Н. А. Головкинского, то основания для объединения фамилий Н. А. Головкинского и А. А. Иностранцева отсутствуют. Дело здесь не столько в том, что Н. А. Головкинский выполнил свою работу на 4 года раньше, чем А. А. Иностранцев, сколько в том, что из схемы слоесобразования А. А. Иностранцева закон фаций не вытекает, и поэтому он не может считаться его автором, хотя ему и принадлежит и привычная для нас формулировка этого закона: «то, что мы видим вертикально напластованными, должно являться нам с тем же характером в горизонтальном направлении и обратно».

Удивительно, что даже в настоящее время еще встречаются работы, в которых пытаются доказать, что Н. А. Головкинский в своем основном тезисе о разновозрастности слоев ошибался (Г. А. Дмитриев, Н. С. Морозов, И. А. Вылцан). Аргументация при этом сводится к ссылке на предположение Николая Алексеевича об идеально правильном и равномерном течении процесса. Однако необходимо еще раз подчеркнуть, что это предположение в аспекте образования осцилляционно-миграционной слоистости для циклически построенных разрезов прибрежно-морских отложений является единственно конструктивным, разумеется, если «идеальную правильность» не понимать буквально, на чем настаивал Н. А. Головкинский. Он писал о возможном «возражении, по-видимому, очень серьезного свойства; оно состоит в следующем: если смежные пласты песчаника, мергеля и известняка сложились из постепенно надвигающихся друг на друга осадков, как описано на чертежах 20, 21 и 22, то не должны ли наблюдаться постепенные переходы одного пласта в другой, так как области отложения песка, мергеля и известняка, конечно, не разграничивались резко?» [16, с. 125]. Сам Н. А. Головкинский полагал, что при идеально равномерном (в соответствии со схемой) течении процесса будет зафиксирован лишь постепенный, без видимых границ раздела, переход от одной литологической разности породы в другую. Однако в природе, как отмечает Н. А. Головкинский, такая равномерность и правильность, конечно, не

встречается, по крайней мере, для достаточно больших отрезков времени. Он связывал это, главным образом, с изменением климатических факторов, регулирующих в каждый конкретный отрезок времени разрушение области сноса и интенсивность поставки в бассейн обломочного материала. «Это обуславливает неравномерную зубчатость слоя; зубцы эти, чрезвычайно острые и вытянутые, являются в виде тонких прослоек, перемежающихся с породой смежного слоя» [16, с. 126]. Николай Алексеевич был убежден в существовании таких зубцов и показал, что они могут быть выявлены только при сопоставлении многих разрезов единого бассейна осадконакопления. Наконец, кинематика процесса слоеобразования этого типа такова, что, даже при относительно равномерном смещении фациальных зон, мощность переходной толщи является незначительной величиной по сравнению с мощностью смежных слоев, т.е. граница их раздела будет достаточно четкой.

Из схемы образования осцилляционно-миграционной слоистости Головкинского, как логическое следствие, вытекает необходимость «различать понятия о хронологическом, стратиграфическом, петрографическом и палеонтологическом горизонтах. Вообще геологическим горизонтом мы называем направление, соединяющее такие части формации, которые аналогичны в одном из названных отношений. Так, на фиг. 22 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... 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... Мы обыкновенно не делаем таких различий при рассматривании формаций, но если бы стали делать, то, я думаю, это было бы небесполезно» [16, с. 127-128]. Введение понятия о разных по критериям выделения геологических горизонтах, которые не совпадают по объему и могут сечь под разными углами слоистость, является весьма плодотворным, прежде всего для развития теоретической стратиграфии. Заметим, кстати, что эта идея и в наши дни понята и оценена далеко не всеми стратиграфами.

Г. И. Сократов* обращает наше внимание на еще одно очень важное и весьма актуальное для современной биостратиграфии положение Н. А. Головкинского, объясняющее причины изменения видового состава фауны в одной формации. «Сколько бы ни различали фаун, которых чечевицеоб-

* Сократов Г. И. О так называемом законе Вальтера в формировании слоистых осадочных отложений и его русской предистории // Зап. ЛГИ. Л., 1949. Т. 15-16. С. 71-79.

разное распределение в формации обусловлено различной глубиной, все они существовали одновременно; это ничто иное, как различные фации (facies) данного геологического периода, зависящие от глубины и постепенно перемещавшиеся вследствие колебаний морского дна» [16, с. 128]. 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 времени мы должны знать этот путь, совершенный фаунами*» [16, с. 129]. Этот путь он связывает с перемещением зон определенного литологического состава, к которым приурочены определенные формы фауны, и дальше подчеркивает: «...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» [16, с. 131].

Исходя из рассмотренных выше положений Н. А. Головкинский отмечает возможность серьезных ошибок при детальной хронологической параллелизации разнофациальных отложений и региональных стратиграфических схем. Он предлагает геологам задумываться каждый раз над реальными основами такого сопоставления. Николай Алексеевич пишет: «Если сопоставить, что под геологической параллельностью мы подразумеваем одновременность, а параллелизуем, не обращая внимания на фации, то само собою понятно, что должно из этого выйти. Как и следует ожидать, вертикальная последовательность форм в одной стране оказывается иногда противоположной их последовательности в другой, что ставит исследователя в крайнее затруднение; но распространенное убеждение в правильности подобной хронологической параллелизации так сильно, что он считает своей прямой обязанностью отнести обследованные слои по времени образования к тем или другим слоям прежде обследованных бассейнов; для этого существует простое средство – обратить преимущественное внимание на те формы, которые являются в желаемой последовательности и считать не важной, *местной* особенностью противоречащее распределение других» [16, с. 133].

Он заключает свое исследование данной проблемы следующими словами, не требующими на наш взгляд, никаких комментариев: «Каким образом говорить о подробных хронологических отношениях отдельных бассейнов, отстоящих один от другого на тысячи верст, когда параллелизация пород одного бассейна, пород, непосредственно переходящих одна в другую, представляет столько затруднений, вследствие отсутствия прочных и практических принципов... Между тем, многие из геологических книг представляют дело в таком свете, что читающему наука кажется почти законченной, принципы выработанными и если что осталось сделать, так это только вставить в готовую рамку несколько новых фактов, общий характер

которых, впрочем, известен заранее. К сожалению, это – иллюзия, непохожая на действительность.

Послойно параллелизуя формации одной страны с формациями другой, мы обыкновенно не объясняем оснований, на которых держится наш метод, как будто он прост и непогрешителен, как аксиома. А всмотришься ближе и возникает подозрение, что это не аксиома, а остаток полупоэтических, полуневежественных старых воззрений, по которым наружная часть земного шара состояла из непрерывных, концентрических, всюду одинаковых слоев. Измененные и дополненные, но удержавшие тот же существенный характер, эти воззрения вышли впоследствии новым изданием с именем д'Орбиньи и, привлекая своею отчетливостью и категорической ясностью, нашли столько приверженцев. Но с каждым новым исследованием открывались новые факты, обнаруживавшие неправильность учения об одновременном существовании и одновременном исчезновении повсеместных фаун. Понятие о медленном изменении органического населения и о фациях постепенно вырабатывалось и теперь едва ли какой-нибудь геолог, даже из самых горячих параллелизаторов, будет отвергать, для различных местностей, разновременное существование одинаковых форм и одновременность различных. Несмотря на то, где этому не противоречит очевидность, прежний принцип, по привычке и инерции, является во всей силе. Основные воззрения в науке сменяются так же медленно и незаметно, как сменялись геологические фауны, то отступая, то являясь снова, то в виде одной, то в виде другой фации, и как трудно указать на ту точку извилистого пути, при которой совершилось главное изменение фауны, так же трудно уловить решительные моменты в перемене воззрений» [16, с. 135-136].

Проблема хронологической корреляции и сегодня остается одной из кардинальных проблем стратиграфии. Можно смело утверждать, что подход к ее решению у Н. А. Головкинского был вполне современный. В те же годы геологи только начинали понимать нереальность вернеровской концепции, а следствия из такого понимания, т. е. резко усложнившиеся и сузившиеся возможности корреляции, принять не могли и продолжали работать так, как работали и прежде. Николай Алексеевич восстает против этой «мелочной параллелизации» и пытается доказать, что данная проблема может быть решена только на базе теоретических воззрений, вытекающих из новых данных палеонтологии и стратиграфии. Такой теоретической схемой и явилась разработанная им теория слоеобразования.

Весьма интересны и полезны взгляды Н. А. Головкинского на проблемы построения геологических классификаций. По поводу палеонтологических классификаций он замечает: «Нельзя не удивляться столь мирному совместному существованию принципов, в сущности, враждебных. Казалось бы постоянное нахождение новых форм... должно убедить в несостоятельности предубеждения, в силу которого производится параллелизация, или, если последнее стоит непоколебимо и сознается ясно, оно долж-

но мотивировать наши воззрения на формы и породить старания обобщать, а не дробить их; казалось бы, что мысль человека не может успокоиться на противоречии, как это бывает всегда, когда противоречие осознано. На деле не то: убеждение в повсеместной одинаковости населения для каждой геологической эпохи остается у большинства в прежней силе, и в то же время все горячее становится усердие различать и описывать новые формы» [16, с. 78]. Отметим, что это противоречие, верно и тонко подмеченное Н. А. Головкинским, не разрешено в палеонтологии до сего дня.

Далее, излагая свою позицию по затронутому вопросу, Николай Алексеевич высказывает мысли, которые дают основание считать, что он был активным и последовательным сторонником модельно-целевого подхода в исследовании (если использовать современную терминологию), т. е. исповедовал принципы познания, остающиеся непонятными многим современным геологам. Н. А. Головкинский следующим образом излагает свое отношение к палеонтологическим классификациям: «Желая изучить массу разнообразных форм и не имея возможности изучать и описывать каждую отдельно, мы вынуждены группировать их и изучаем эти группы; таким образом, делая первый шаг к изучению, мы уже вносим субъективный произвол во взаимные отношения предметов и не должны забывать, что эта субъективность входит постоянным множителем во все комбинации, какие мы сделаем из нашего материала. Сходство и различие – понятия совершенно относительные... Оценить признаки по их важности и подвести достаточно верный итог нельзя по отсутствию прочных критериев; оттого группировка форм – дело очень и очень условное» [16, с. 78]. И далее: «Но беда не в этом... беда в том, что, сортируя по признакам, бесспорно, более важным, пытаюсь приблизиться в этой группировке к истинным отношениям предметов, мы упускаем из виду, что попытка не есть достижение, предположение не есть факт: увлекаясь гипотезой, вносящей в природу удобный для нас систематический порядок, мы часто смотрим на нашу искусственную, условную группировку, как на истинные отношения классифицируемых предметов, как на *выражение их генетической связи*» [16, с. 79].

Взгляд ученого на проблему построения классификаций весьма определен: «Протест на чрезмерное размножение названий был заявлен много раз, но ученые, пристрастные к дроблению групп, всегда отвечали на него гордым молчанием; они, кажется, смотрят на такой протест, как на жалобу некоторым образом школьную, недостойную науки, преследующей серьезную цель – *естественную классификацию*. Но, как сказано, естественная классификация, понимаемая таким образом, не приводит к цели, а уводит от нее. Мы признаем за классификацией только школьное значение, а потому школьные жалобы – вполне уместными и серьезными» [16, с. 80]. Думается, что геологам, ведущим дискуссии по поводу построения «естественных», «объективных», «отвечающих реальной природе» и т. п.

классификаций, было бы полезно ознакомиться с мыслями Н. А. Головкинского, тем более актуальными, что они были высказаны еще в середине XIX столетия, а споры по этому поводу не прекращаются по сей день.

Резюмируя все изложенное, можно заключить, что труд Н. А. Головкинского «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна» [16] является выдающимся вкладом в геологическую науку. Поднятый в нем целый комплекс важнейших теоретических проблем разрешен автором на таком высоком уровне, что их по достоинству смогли оценить лишь потомки ученого. Эта работа не перестает привлекать внимание современных геологов. К ней обращаются как к первоисточнику, в любом исследовании по истории фациального анализа и палеогеографии, по истории развития теоретических геологических концепций и т. д. Г. И. Сократов, которому мы обязаны «переоткрытием» труда Н. А. Головкинского, отмечал, что все затронутые автором проблемы были разрешены «на исключительно высоком теоретическом уровне, что позволило ему опередить мировую геологическую мысль на десятилетия»^{*}.

Две вступительные лекции, прочитанные Н. А. Головкинским в Новороссийском (Одесском) университете 7 и 9 марта 1872 г. [26], посвящены комплексу вопросов, который в современной терминологии именуется методологической компонентой науки. Современное звучание всех поднимаемых им проблем позволяют и по прошествии более ста лет вновь и вновь обращаться к этим лекциям и черпать в них новые идеи и мысли, созвучные наиболее актуальным проблемам геологической науки сегодняшнего дня.

Первую лекцию Н. А. Головкинский начинает с описания традиционного подхода к минералогии, которая в те годы состояла из перечня названий минералов, их удельных весов и кристаллографических форм. Никаких попыток генезиса минералов практически не предпринималось. Николай Алексеевич резко критикует такой взгляд на минералогию и предлагает свое понимание этой науки, сродни тому, которое через несколько десятилетий после него, но со значительным уклоном в сторону химико-аналитической минералогии, развил В. И. Вернадский. В заключение своей лекции он сказал: «Кого может заинтересовать, а тем более развить, перечень названий, большей частью весьма варварских, с цифрами удельного веса и твердости и географическими именами месторождений?... В наше время от науки требуются не одни названия предметов, но такие их отношения к другим и изменения, одним словом, их жизнь и законы этой жизни» [26, с. 140].

Основой научных представлений в минералогии Н. А. Головкинский, следовательно, считает исследование процессов, преобразующих исходное

^{*} Сократов Г. И. Из истории русской геологии второй половины XIX в (к 50-летию со дня смерти Н. А. Головкинского и 80-летию его теории) // Зап. ЛГИ. Л., 1949. Т. 15-16, с. 41-70.

вещество в конкретный минеральный вид. «Необходимое условие для правильного понимания процессов, совершающихся в каком-либо теле, составляет знание его строения» [26, с. 119]. Однако познание строения минералов – это сложное приближение последовательно выдвигаемых и бракуемых гипотез, постановка тщательных и воспроизводимых экспериментов, в которых еще велика роль субъективизма. Н. А. Головкинский считает, что «мы можем устранить влияние наших собственных несовершенств систематичностью наблюдений и опытов, постоянной критикой своих приемов и терпеливым определением вероятных ошибок наблюдения, одним словом – научным методом» [26, с. 119].

К 60-м годам XIX века в основном уже закончилась ожесточенная полемика между непунистами и плутонистами, все больший вес и популярность в геологической науке приобретает концепция Лайеля – «настоящее ключ к познанию прошлого», которая в сочетании с эволюционной теорией Дарвина давала геологам самое конструктивное методологическое средство реставрации геологического прошлого. Однако эти воззрения были слишком революционны, чтобы их сразу и безоговорочно приняли работавшие в то время геологи. И хотя сама полемика двух враждовавших школ закончилась, интерпретация геологических явлений в подавляющем большинстве работ была весьма скудной и, по существу, не выходила за пределы вернеровских идей. Против такого положения резко восстает Н. А. Головкинский, который с первых же своих самостоятельных шагов в науке был последовательным проводником актуалистических идей. Но он понимает, что эти идеи могут пробить себе дорогу только в том случае, если геологи научатся видеть в «омертвелых телах» следы былых геологических процессов, а изучая современные явления, смогут перекидывать мостик на аналогичные процессы прошлого. Поэтому Николай Алексеевич большое значение придает генетической (в его понимании – теоретической) компоненте науки, умению переходить от фактов к интерпретации.

Осознать важность научно обоснованной интерпретации факта – значит перейти от науки чисто эмпирической и описательной к науке теоретической, основу которой должны составлять теории процессов, приводящих к формированию всей сложной иерархии геологических объектов – от минералов до земной коры в целом. Но даже осознание этого дается нелегко. Н. А. Головкинский пишет: «Некоторые ученые, преимущественно в Германии, утрировали принцип эмпиризма до абсурда: они пытались вовсе изгнать мысль из науки, оставив ее при одних голых фактах. Такое направление можно было бы допустить лишь в том случае, если бы люди занимались наукой для упражнения памяти, а не для развития своего взгляда на природу и понимания явлений и законов жизни. Из боязни иметь ошибочные мнения – вовсе отказаться иметь их – крайне нелогично. Притом, если смотреть на ошибочные теории, как на моменты в истории развития науки, то едва ли правильно видеть в них нечто ненормальное и вредное». И да-

лее: «Как странно было бы считать вредным ряд мысленных комбинаций, которые делает человек при обсуждении явления и из которых он выбирает в заключение одну, как более истинную, так же странно видеть вред в ряде теорий, хотя крайних и ошибочных, но последовательно приближающихся к истине» [26, с. 122-123]. Таково научное credo Н. А. Головкинского, которого он неуклонно придерживался всю жизнь.

Одним из возможных, а, по мнению Николая Алексеевича, единственно достойным средством реставрации геологической истории является актуалистический принцип познания. Поэтому особый вес приобретают исследования, связанные с анализом современных процессов, с поиском признаков, наиболее устойчиво отражающих их динамику и механизм, с разработкой критериев соотнесения с этими процессами геологических объектов. Однако еще в 60-х годах XIX века «судить о прежних явлениях по современным считалось невозможным и объяснения их предпочитали просто придумывать... Геологи как будто признавали разумность указанного Лайелем направления, однако не шли за ним. Чувствовалось, что чего-то недостает, а чего именно – не догадывались» [26, с. 133]. Недоставало же, в первую очередь, критериев соотнесения экспериментов и наблюдений над современными процессами с объектами геологического прошлого. Кстати, эта проблема на конкретно-научном уровне продолжает дебатироваться и в наши дни, а приводимые при этом доводы зачастую ничем не отличаются от тех, которые высказывали противники актуализма сто пятьдесят лет назад и по поводу которых Н. А. Головкинский остроумно заметил: «Всякий раз, как возражать нечего, плутонисты оканчивали спор замечательным тезисом, который употреблялся как талисман от их сорока недугов: они отвечали химикам покровительственным тоном: „Так у вас в лаборатории, а у нас в природе иначе“» [26, с. 134].

В понимании Н. А. Головкинского земной шар представляет из себя сложную систему, саморазвитие которой непрерывно во времени, а его сегодняшний облик со сложным нагромождением геологических структур и объектов – это лишь «моментальный» статический снимок этого развития, подобный тому, который даст внезапная остановка движущейся киноленты. Тогда актер предстает перед зрителем в неестественной позе и искаженным выражением лица. Николай Алексеевич пишет по этому поводу: «Если мы отрешимся от привычного представления о мере времени и миллионы лет мысленно сократим в секунды, то земной шар явится массой, волнующейся, как кипящая жидкость и как бы стремящейся к равномерности состава, постоянно вновь нарушаемой тем же процессом... Что касается форм, ... то все они являются также эфемерными, как пузырьки пара в кипящей жидкости» [26, с. 134]. Этими словами Н. А. Головкинский закончил свои блистательные вступительные лекции.

Этапным моментом в научном творчестве Н. А. Головкинского является его публичная лекция «Мысли о прошедшем и будущем нашей плане-

ты» [29], прочитанная 6 декабря 1875 г. Лекция эта, хотя и научно-популярная, тем не менее с поразительной глубиной освещает многие важнейшие геологические проблемы, что, очевидно, и явилось основанием для ее опубликования в «Известиях Новороссийского университета», в которых публичные лекции, как правило, не печатались. В этой лекции Николай Алексеевич рисует живую картину развития научной мысли – от вычленения науки в жизни человеческого общества и ее дифференциации на отдельные научные дисциплины до сложнейших проблем космогонии и истории развития Земли как планеты Солнечной системы. Наука как высшее достижение человеческого разума, родилась в результате вынужденного общения человека с природой, в результате приспособления человека еще на ранней стадии существования к сложной и часто изменяющейся действительности. Огонь для приготовления пищи, колесо и рычаг для облегчения физического труда, звериные шкуры для обогрева тела – все это величайшие проявления человеческого разума, а первые сознательные усовершенствования этих первых полуинтуитивных средств приспособления к природе – уже первые ростки науки. С ростом и совершенствованием человеческого общества росло и разветвлялось древо научного познания. Наука продолжала быть подспорьем человечества в его не прекращающемся общении с природой, но появились и такие разделы науки, как философия, математика, астрономия. Это так называемые чистые науки, которые, на первый взгляд, кажутся оторванными от реальной, повседневной жизни и неспособными непосредственно влиять на прогресс и улучшение жизни человеческого общества. Но это только «на первый взгляд». Н. А. Головкинский по этому поводу пишет: «Как ни разрослись наблюдаемые в мире подробности, как ни осложнилась практическая жизнь с тысячами ее забот, как ни заговариваются порою ученые, теряя руководящий общечеловеческий смысл в дебрях своей техники, но не должно упускать из виду, что все так называемые чистые науки развились из элементарного и основного побуждения человека „познать“ ..., что, следовательно, общие результаты каждой из них отвечают на существующий в обществе запрос, хотя, разумеется, не всегда бодрствующий в сознании отдельного лица» [29, с. 4].

Наука и повседневная жизнь человека, т. е. практика, находятся в постоянном взаимодействии. Жизнь ставит перед наукой проблемы, наука – их решает. Это важнейшая цель прикладных наук. Но наука сама способна генерировать проблемы, не имеющие непосредственного выхода в сегодняшнюю практику. Это фундаментальные проблемы фундаментальных наук.

Проблемы общего характера Николай Алексеевич освещает через призму геологических фактов. Так, касаясь сложного вопроса восстановления событий геологического прошлого, он пишет: «Мы реставрируем историю Земли по ее строению, пользуясь при этом положением, которое

считаем аксиомой, а именно, что всякая минеральная масса есть... естественный результат некоторого естественного процесса» [29, с. 4]. И если теперь попытаться решить обратную задачу, т. е. раскрутить колесо геологической истории вспять, то перед нами, сменяя одна другую, пройдут все более непохожие на современную действительность картины лика Земли, удаленные от нас на сотни миллионов лет. Но восстановить ход процессов геологического прошлого путем изучения слоистых осадочных толщ – задача непростая, и Николай Алексеевич пишет: «Перелистывая этот колоссальный фолиант, в котором своеобразными иероглифами изложена история последних времен планеты, мы видим, что в нем недостает больше чем половины листов, а оставшиеся измяты, изорваны, стерты или истлели до того, что едва выдерживают прикосновение» [29, с. 5].

Рисуя затем палеогеографию и климат различных геологических периодов, он переходит к наиболее сложным проблемам – общим теориям развития Земли. В то время еще слышны были отголоски бурных дискуссий между нептунистами и плутонистами, и хотя эти концепции практически уже не находили активных приверженцев, тем не менее не было еще общей теории, выдвинутой им в противовес. Геология Лайеля была в этом смысле односторонней – она давала ключ к реставрации процессов прошлого, но не вооружала науку цельной концепцией геологического развития Земли. Этим воспользовались сторонники плутонизма и, вооружившись данными физических экспериментов, представили науке новую теорию – неоплутонизм, согласно которой под земной корой горные породы находятся в расплавленном состоянии, и вулканические извержения являются материальными доказательствами этой концепции. Все выглядело убедительно и логично: ядро Земли газообразное, над ним – мощный слой магмы, покрытой сравнительно тонкой и жесткой коркой – земной корой. И нужно было обладать поистине гениальным даром синтеза научных фактов, чтобы отвергнуть эту концепцию и предложить новую современную трактовку строения Земли. Николай Алексеевич, в частности, замечает: «Предложение о расплавленности внутренней массы планеты сильно поддерживается одним, можно сказать, бессознательным предрассудком: мы привыкли видеть, что распространенная на поверхности Земли жидкость – вода – при застывании покрывается сверху корою льда, и невольно считаем такой порядок застывания нормальным; между тем, вода представляет одно из весьма немногих исключений из общего закона застывания жидкостей, по которому застывшие частицы тяжелее жидких и опускаются на дно, вследствие чего затвердевание идет снизу» [29, с. 10-11]. Н. А. Головкинский не знал и не мог знать о существовании радиоактивных элементов, он мог лишь предполагать о влиянии тектонических процессов на разогрев подкоровых слоев Земли. Тем более выдающимся научным предсказанием является теория «твердой Земли» (ригидизм), согласно которой Земля «насквозь тверда, и если была когда-либо расплав-

лена, то от этого состояния не осталось каких-либо ясных следов» [29, с. 11]. М. П. Толстой, анализируя научные итоги этой лекции, резонно заключил, что с учетом уровня «знаний семидесятых годов, эти идеи явились смелым научным предвидением, совпадающим с выводами современной геофизики и космогонии»^{*}.

Н. А. Головкинский уже в то время трактовал развитие неживой природы как сложный необратимый процесс. Касаясь проблемы первичности происхождения осадочных или магматических пород – извечного спора между нептоунистами и плутонистами, он пророчески заключает: «Неонептунисты указывают на безначальную *вечную циркуляцию*, но такая циркуляция слишком похожа на беличье колесо, чтобы принять ее за действительный процесс натурального развития. Если держаться сравнения с геометрическими линиями, то истинную циркуляцию следует сравнить не с кругом, а с конической спиралью, которой обороты растут все быстрее и быстрее» [29, с. 12].

С позиций вполне современной диалектики природы Николай Алексеевич рассматривает и популярную в то время космогоническую теорию Канта – Лапласа и только начавшую свой путь в науке теорию геосинклиналей Дж. Дэна, и эволюцию органического мира в ходе геологической истории. Он верит в могущество человеческого разума, который может все и которому подвластно раскрытие всех тайн мироздания.

«Пусть Солнце тратит в пространство в миллион раз больше тепла, чем дает оно Земле, – пишет Н. А. Головкинский, – нам не страшно за будущее, только бы мы сумели употребить эту миллионную долю в миллион раз производительнее. Мы вычислили механическую работу силы, проведенной через форму тепла, но нам еще предстоит вычислить работу силы, проведенной через форму человеческой мысли» [29, с. 42].

Заканчивает свою лекцию Николай Алексеевич прекрасными словами: «Всмотритесь пристальнее в предельный мрак и вы увидите, что это не черная стена, а опять глубокое пространство, в котором по мере того, как глаз становится восприимчивее, постепенно выясняются незнакомые контуры. За далью даль, одна другой туманнее, но одна другой шире, возникают перед нами в бесконечной перспективе будущего, как в ясном ночном небе за первыми яркими звездами глаз открывает другие, более отдаленные, за другими третьи..., и чем дальше проникает взгляд, тем становится глубже и необъятнее расступающееся перед нами пространство» [29, с. 43].

Таким образом, в лекции «Мысли о прошедшем и будущем нашей планеты» [29] сконцентрировано все мировоззрение выдающегося ученого-естествоиспытателя – Н. А. Головкинского. С такой глубиной и прозорливостью прошлое и будущее науки мог описать только великий мыслитель.

^{*} Толстой М. П. О взглядах Н. А. Головкинского на развитие Земли // Вопросы истории развития естествознания и техники. Вып. 7. М.: АН СССР, 1959. С. 157-160.

В 1878 г. Н. А. Головкинский опубликовал работу «Заметки читателя на статью А. М. Бутлерова „Четвертое измерение и медиумизм“» [31], которая интересна не только в плане его отношения к медиумизму, сколько в том, что в ней Николай Алексеевич излагает свою платформу миропонимания, глубоко материалистическую и содержащую новое для того времени представление о пространственно-временных координатах, в рамках которых он и предлагает искать объяснение медиумистических явлений. Н. А. Головкинский не ставит под сомнение их существование, но возражает против объяснения этих явлений неким новым «четвертым измерением» пространства, которое, как утверждал А. М. Бутлеров, выводится из свойств симметрии тел. Н. А. Головкинский пишет по этому поводу: «Мы непосредственно познаем только то, что называем впечатлением. Каждое впечатление обладает как основным свойством, во-первых, трехмерной протяженностью, дающей понятие о трехмерном пространстве, во-вторых, движением, дающим понятие о времени, в-третьих, направлением, дающим понятие о субъективном и объективном и вместе с тем, хотя менее непосредственно, о причине и следствии» [31, с. 457].

Но в какой же плоскости все же искать объяснение этим явлениям? Если они порождение материальной субстанции, а иначе быть не может, то и причину загадочных движений следует искать в материальной сфере. Это безусловно и для А. М. Бутлерова, и для Н. А. Головкинского. Основным свойством материи, как известно, является движение. А раз так, то и загадочное «четвертое измерение» А. М. Бутлерова следует интерпретировать именно в этом ключе. Николай Алексеевич справедливо замечает: «В темной области вновь определяемых, еще не осознанных понятий дело в названии, и немедленно представлю тому доказательство в готовности признать не только существование четвертого измерения, но и его влияние на исчезновение и появление тел в доступном нам пространстве, с условием назвать это измерение *измерением времени, или скоростью*» [31, с. 457]. Это гениальное предвидение Н. А. Головкинского закреплено впоследствии Эйнштейном в теории относительности.

Таким образом, и в данном случае, когда обсуждалась природа сложных и таинственных явлений, Николай Алексеевич проявил трезвый разум глубокого естествоиспытателя и предельное внимание не только по отношению к А. М. Бутлерову, что вполне естественно, но и к совершенно незнакомым ему ученым, наблюдавшим эти таинственные явления, не очень удачно названные медиумистическими. Разумеется, проще заявить, опираясь на здравый смысл, что это «шарлатанство» и «обман», как это делали в то время и значительно позже многие авторитетные и даже великие ученые. Но проблемы в науке от этого не перестают существовать. Только их решение затягивается на неопределенный срок. Вот и сегодня, хотя и прошло со времени описываемой полемики более ста лет, а «воз и ныне там». Только сами явления переименовали из медиумистических в

парапсихологические, но от этого их трактовка более научной не стала. По-прежнему серьезные ученые «стесняются» заняться их изучением, оттого и появляются многочисленные сенсационные сообщения, дающие богатую пищу для салонных разговоров, но мало проясняющие суть этих явлений.

Поэтому основной заслугой Н. А. Головкинского является то, что он с полной серьезностью отнесся к самой проблеме, обоснованно раскритиковал гипотезу А. М. Бутлерова, трактующую природу медиумистических явлений через призму таинственного «четвертого измерения», и сделал попытку решить проблему на вполне материалистической основе. К сожалению, неизвестно, как отреагировал А. М. Бутлеров на эту спокойную и очень тонко написанную статью своего бывшего ученика-химика, а теперь выдающегося геолога и мыслителя-естествоиспытателя.

Работа Н. А. Головкинского «К геологии Крыма», изданная в 1883 г., интересна для современного геолога прежде всего оригинальными и смелыми суждениями в области литологии и стратиграфии.

Н. А. Головкинского издавна интересовала проблема корреляции разрезов, которой он уделил много внимания еще в своей докторской диссертации, а также критерии синхронности разнофациальных образований. Эта проблема получила наглядное разрешение при картировании хорошо обнаженных отложений поздней юры в пределах крымского побережья. Николай Алексеевич отмечал: «Такая смена пород, не налеганием одной на другую, а замещением в одном и том же стратиграфическом горизонте, заслуживает внимания, как обстоятельство, не только подтверждающее, но делающее, так сказать, наглядною одновременность отложения некоторой части сланцев с отложением других пород, преобладающих в верхних горизонтах юрской формации Крыма» [33, с. 7].

Это высказывание Н. А. Головкинского имеет глубокий смысл, поскольку фаунистическое опробование дает возможность контролировать синхронизацию с точностью до свит только в том случае, если в коррелируемых разрезах имеются такого рода временные реперы. В противном случае чаще всего синхроничными считаются литологически сходные образования, последовательно прослеживаемые от разреза к разрезу. Н. А. Головкинский же сумел показать, что синхроничными могут быть (и часто бывают) литологически различные образования и зачастую не содержащие микрофауны. Такими отложениями были и исследованные им «сланцы юрской формации», т. е. флиш таврической серии. Вообще говоря, Николай Алексеевич, как и все геологи его времени, да и большинство современных, решающее значение при синхронизации толщ придавал фаунистическому контролю. Но он и здесь не верил во всемогущество этих чисто дедуктивных постулатов стратиграфии. Н. А. Головкинский писал по этому поводу: «... вера в хронологическую непогрешимость палеонтологических данных очень распространена. В обсуждение этого сложного и

действительно трудного вопроса я не войду, но и не скрою, что палеонтологического правоверия не исповедую» [33, с. 7]. Очень жаль, что Николай Алексеевич «не вошел» в обсуждение этой проблемы, не решенной стратиграфами до сего дня. Можно не сомневаться, что он привнес бы в ее решение много свежих идей, способствовавших бы ее более глубокому пониманию.

В заключение своей статьи Николай Алексеевич еще раз возвращается к проблеме одновозрастности разнофациальных отложений, проблеме, которая его занимала не только в связи с анализом геологического строения Крымского полуострова, но и как одна из основных проблем региональной стратиграфии. «Говоря об одновозрастности, я не разумею ее в том смысле, что каждой части известняка есть соответствующая по времени часть сланца; такое положение противоречило бы очевидности; думаю даже, что окончание роста юрского кораллового рифа далеко отстоит во времени от начала отложения сланца. Но я утверждаю нераздельность эпохи и сильно сомневаюсь в хронологическом значении, придаваемом наблюдателями несогласному напластованию известняка и сланца, которое они наблюдали в разных пунктах Таврической цепи. Об этом значении можно будет говорить только тогда, когда мы будем отличать первоначальное пластование, или пластование отложения, от пластования давления, чего обыкновенно не делаем» [33, с. 35]. И здесь он сумел увидеть проблему в том, в чем современные ему геологи не сомневались. Нам теперь ясно, насколько сильно изменяется мощность глинистых осадков в постседиментационную стадию. И если они фациально замещаются известняками, то после образования такой толщи может оказаться, что известняк как бы налегает на сланец, тогда как это синхроничные образования, а несогласное залегание свидетельствует лишь о разной мере уплотнения осадков в пределах одной и той же свиты.

«К геологии Крыма» [33] было последним крупным чисто геологическим исследованием Н. А. Головкинского, после которого он, хотя и проработал пятнадцать лет в Крыму, но уже как гидрогеолог.

Гидрогеологические исследования занимают видное место в научном творчестве Н. А. Головкинского. И хотя его перу не принадлежат крупные обобщающие работы по гидрогеологии Крымского полуострова, тем не менее даже в небольших по объему и скромных по названию «Отчетах гидрогеолога» [34-43] содержатся идеи, которые сразу выдвинули их автора в один ряд с виднейшими представителями этой науки. Занимаясь сугубо практическими задачами по обводнению Крыма, Николай Алексеевич в силу особого склада своего ума не мог ограничиться сухим изложением геологического строения местности и обоснованием мест для бурения скважин. Он смотрит на данную проблему шире, с сугубо научной точки зрения, и формулирует ряд теоретических положений, имеющих первостепенное значение и для современной гидрогеологии.

Н. А. Головкинский теоретически обосновал необходимость устройства стационарных режимных гидрогеологических станций с целью получения долгосрочных прогнозов режима подземных вод и сам принял участие в организации первой такой «артезианской обсерватории» в Саках; он доказал важность периодической нивелировки уровня подземных вод в уже пробуренных скважинах с целью уточнения региональной направленности изменения режима и определения характера эксплуатации отдельных скважин. Он сам выполнил эту работу практически для всей территории Крымского полуострова. Его интересовали условия образования подземных вод, и он, неудовлетворенный господствовавшей тогда инфильтрационной теорией, поставил серию тонких экспериментов на территории своей усадьбы и доказал, что основной вес в общем балансе грунтовых вод имеют так называемые конденсационные воды, образующиеся в самой породе за счет разницы суточных температур и включающиеся затем в общий баланс седиментационных вод.

Николай Алексеевич дал практически современную трактовку артезианских вод: «Существенно для артезианского колодца не то, переливается ли вода через край или не доходит до последнего..., а то, что вода в нем восходящая» [44, с. 11]. Он доказал, что если для положения уровня грунтовых, приповерхностных вод существенным моментом оказывается рельеф поверхности суши, то для артезианских вод решающим фактором оказывается геологическое строение местности и именно исходя из него необходимо строить стратегию поиска артезианских вод.

Исследовав в окрестностях Курска минеральные источники, сильно обогащенные железом, Н. А. Головкинский пришел к выводу, что «вся площадь Курско-Харьковского мелового бассейна богата проявлениями железистых вод» [45, с. 314]. Это было сказано задолго до открытия Курской магнитной аномалии, и Николай Алексеевич, таким образом, предвосхитил верную интерпретацию условий минерализации подземных вод на этой территории.

Тщательная нивелировка уровня подземных вод (грунтовых и артезианских) позволила Н. А. Головкинскому ввести понятие о так называемых колодезных горизонталях, т. е. линиях равных напоров для артезианских вод и уровнях грунтовых вод. Он показывает, что «наиболее глубокие колодцы достигают уровня моря и как будто не зависят от высоты данного места». И далее: «Сколько бы ни было в данной местности колодезных уровней, следующих уклону поверхностных наносов или подпочвенных пластов, но все они как бы опираются нижним краем в уровень моря, образуя здесь своею совокупностью общий горизонтальный колодезный уровень, обыкновенно богатый водою» [46, с. 16]. Причину этого явления Н. А. Головкинский видит в том, что «почвенная вода, циркулирующая в породах выше уровня моря, имеет боковые стоки, тогда как в массах пород ниже морского уровня таких стоков нет и вода держится постоянно... За-

мечателен сам факт соответствия колодезных горизонталей с орографическими» [46, с. 17]. Николай Алексеевич подметил эти закономерности настолько точно, что все они без изменения используются и в настоящее время в курсах, рассматривающих динамику подземных вод и в региональных гидрогеологических исследованиях.

Интересной в теоретическом отношении является небольшая статья Н. А. Головкинского «Наблюдения над осадками в почве». Объясняя мотивы, заставившие его предпринять специальные исследования вопроса об условиях питания грунтовых вод, он пишет: «Занимаясь с 1886 г. гидрогеологическими исследованиями в Крыму, я постоянно наталкивался на вопрос о питании источников и колодцев, как простых, так и артезианских. Не находя в доступной мне литературе удовлетворительного ответа на вопрос – какое количество атмосферных осадков проникает в почву? – я решился предпринять собственные наблюдения» [53, с. 1]. Эти наблюдения он вел в течение двух лет на сконструированных им самим «почвенных дождемерах». В результате удалось установить, что вновь образуемая в почвах вода не инфильтрационного происхождения, а конденсационного, т. е. она генерируется разницей температур в почве и в воздухе. «Мы имеем здесь дело не с просачиванием поверхностных осадков в почву, – писал Н. А. Головкинский, – а с образованием их в почве» [53, с. 3]. Добавим, что по современным воззрениям, в общем балансе грунтовых вод инфильтрационные воды играют подчиненную роль, тогда как доминируют седиментационные воды, составной частью которых и являются воды конденсационного генезиса.

Николай Алексеевич не успел закончить все планировавшиеся им гидрогеологические и геологические исследования. Преждевременная кончина в июне 1897 г. помешала этому. После него остался необработанным большой фактический материал, который сыновья Николая Алексеевича передали его другу А. Е. Лагорио. И хотя XXXII сессия Таврического губернского земского собрания постановила издать под редакцией А. Е. Лагорио все труды Н. А. Головкинского, «относящиеся к гидрогеологии Таврической губернии и имеющие научно-практическое значение», но изданы они не были, если не считать небольшой брошюры «Геологические профили Таврического полуострова» [57], опубликованной в 1905 г.

СЛОЕОБРАЗОВАНИЕ И ЦИКЛИЧНОСТЬ*

Необходимость детального рассмотрения классической схемы слоеобразования и вытекающего из нее основного фациального закона объясняется следующими обстоятельствами. Во-первых, закон миграции фаций не только наилучшим образом объясняет условия образования слоистости осцилляционно-миграционного типа, но и выявляет генетическую упорядоченность пород в пределах седиментационного цикла. Во-вторых, до сего дня у геологов нет единой позиции в отношении границ применимости этого закона. В-третьих, требуется внести ясность в историю его открытия, поскольку в интерпретации многих геологов он якобы выводится из двух разных схем слоеобразования: Н. А. Головкинского и А. А. Иностранцева. Ясно, что разная трактовка исходного процесса не может приводить к одному закону. Следовательно, одна из этих схем не должна связываться с законом миграции фаций. Начнем с истории.

Основной фациальный закон, или закон миграции фаций, формулируется, как известно, следующим образом: «То, что мы видим вертикально напластованным, должно явиться нам с тем же характером в горизонтальном направлении и обратно» [4, с. 151]. В настоящее время геологи твердо знают ограниченность применения этого закона, но тем не менее он остается одним из фундаментальных достижений теоретической геологии. Его открытие связывают то с именем Н. А. Головкинского, то А. А. Иностранцева, то И. Вальтера, а в геологической литературе, в том числе и в учебниках по литологии, фациальному анализу, палеогеографии, стратиграфии и геотектонике, этот закон именуется то законом Головкинского, то Головкинского – Вальтера, то Иностранцева – Вальтера, то Вальтера, а то и Головкинского – Иностранцева. Сочетания эти отнюдь не равноправны. И если (с учетом возможной независимости открытия) название «закон миграции фаций Головкинского – Вальтера» является оправданным, хотя историческая справедливость требует связывать этот закон только с именем Н. А. Головкинского, то основания для объединения фамилий Н. А. Головкинского и А. А. Иностранцева отсутствуют. Попытаемся доказать этот тезис.

Заметим, кстати, что в геологии не так-то много по-настоящему фундаментальных открытий, чтобы было трудно разобраться в их истории и истинном авторстве. В свое время Г. И. Сократов [1948, 1949 г.] сделал весьма полезное дело, неоспоримо доказав, что приоритет в открытии закона фаций принадлежит русской науке, но он не разобрался до конца в этом вопросе, не сумев доказать приоритет Н. А. Головкинского перед А. А. Иностранцевым. Дело здесь не столько в том, что Н. А. Головкинский выполнил свою работу на 4 года раньше, чем А. А. Иностранцев, сколько в том, что *из схемы слоеобразования А. А. Иностранцева закон*

* Романовский С. И. Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез. Л.: Недра, 1985. С. 30-46 (авторский вариант полностью сохранен).

фаций не вытекает, и поэтому он не может считаться его автором, хотя ему и принадлежит привычная для нас формулировка этого закона.

Прежде чем анализировать смысл теории слоесобразования Н. А. Головкинского, в которой впервые было сформулировано понятие о «геологической чечевице», т. е. о седиментационном цикле в современной терминологии, необходимо подчеркнуть одно важное, на наш взгляд, обстоятельство. То, что именно Н. А. Головкинскому мы обязаны разработкой основополагающей концепции слоесобразования, – факт, по всей вероятности, не случайный. Дело в том, что понимание этого процесса, отличное от его интерпретации предшественниками Н. А. Головкинского, закономерно связано с введением им в русскую геологическую науку фундаментального понятия о фациях. Достаточно глубокое знание Н. А. Головкинским только что начавшего в то время развиваться учения о фациях и осознание важности и плодотворности этого учения для развития геологической науки привели к тому, что это учение в значительной мере повлияло и на развитие Н. А. Головкинским других важных геологических проблем, в частности стратиграфической корреляции и слоесобразования [Соловьев Ю. Я., 1966 г.].

К своей схеме слоесобразования Н. А. Головкинский пришел сугубо эмпирическим путем, анализируя распределение мелководной и относительно глубоководной фауны в верхнепермских образованиях Камско-Волжского бассейна [2]. Предпосылки, которые лежали в основе его схемы, можно сформулировать следующим образом: 1) распределение фауны в определенных фациальных зонах не постоянно во времени; 2) смена по разрезу групп фауны обусловлена миграцией береговой линии бассейна под действием вертикальных колебательных движений земной коры; 3) знак колебательных движений также изменяется во времени, что приводит к неоднократной смене в разрезе отложений, сформированных на разной глубине; 4) тектонические колебания дна происходят плавно и относительно равномерно.

Н. А. Головкинский [2, с. 121] резонно заключает: «Я желал бы обратить особенное внимание читателя на этот процесс, так как он приводит к весьма интересным и неожиданным выводам и должен иметь значение не для одного Камско-Волжского пермского бассейна, но и вообще *для морских формаций всех времен и местностей, потому что обуславливающие его обстоятельства принадлежат к самым простым и нормальным*» (курсив мой. – С. Р.). Из этого следует, что Н. А. Головкинский, во-первых, трактовал процесс слоесобразования как результат миграции фациальных зон под действием колебательных движений земной коры и, во-вторых, придавал этому процессу универсальный характер, по существу возводя его в ранг геологического закона.

Однако из такой трактовки не ясен еще механизм именно слоесобразования, и Н. А. Головкинский тщательно разбирает сам процесс, воспроизводя на шести рисунках (рис. 1) положение в бассейне фациальных зон в разные временные срезы и их последовательное наложение друг на

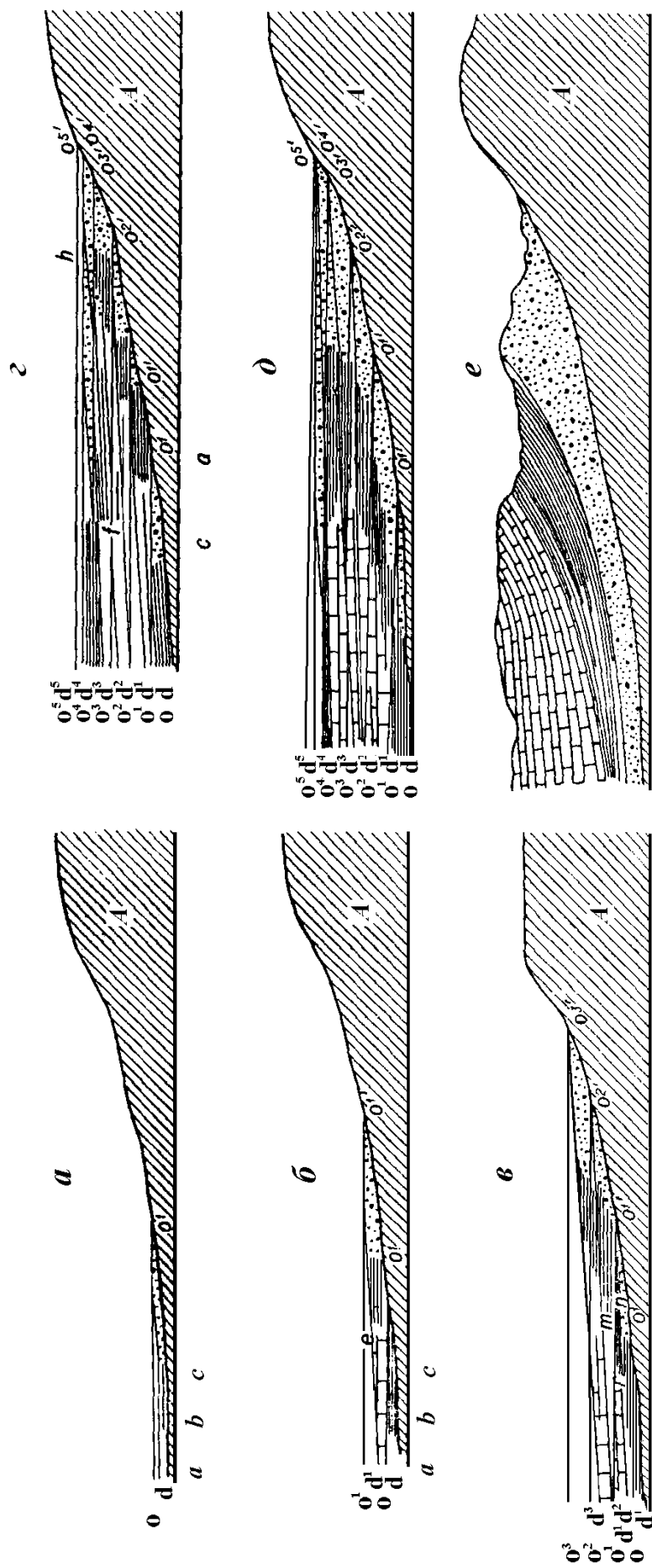


Рис. 1. Схематические рисунки (*a-e*). Н. А. Головкинского [2], поясняющие условия образования слоистости миграционного типа

друга, в результате чего латеральная (или единовременная) последовательность осадков сменяется вертикальной (или стратиграфической) их упорядоченностью в разрезе. В нашу задачу не входит подробный анализ самой схемы слоеобразования Н. А. Головкинского. Он содержится в монографии автора [Романовский С. И., 1979 г.] и в большом числе работ других геологов (Ю. Я. Соловьев, Г. И. Сократов, И. А. Вылцан, Н. Б. Вассоевич и др.). Для нашей цели важно уяснить, как из этой схемы вытекает закон миграции фаций – закон образования элементарного трансгрессивно-регрессивного седиментационного цикла. Поэтому ограничимся указанием основных результатов, которые с очевидностью следуют из теории Н. А. Головкинского:

- графическое изображение процесса слоеобразования дано Н. А. Головкинским только применительно к изучавшимся им отложениям, и поэтому оно не интерпретирует все возможные соотношения скоростей прогибаний и поднятий;
- законченный цикл колебательных движений фиксирует в разрезе полный цикл отложений (целая «геологическая чечевица» в терминологии Н. А. Головкинского);
- в качестве слоев следует рассматривать геологические тела, прослеживаемые субпараллельно береговой линии бассейна;
- поскольку каждый слой формируется «не вдруг», а в результате постепенного перемещения береговой линии, то он оказывается разновозрастным (точнее, разновременным) по простиранию;
- слой трактуется как образование разновременное и литологически однородное.

Таким образом, Н. А. Головкинский не только установил, что тектонический фактор регулирует миграцию фациальных зон, но и показал, что в результате такой трактовки процесса следует иначе трактовать и механизм слоеобразования. Нет ничего удивительного в том, что схему Н. А. Головкинского не поняли и, как следствие этого, не приняли многие его современники (А. А. Иностранцев, В. О. Ковалевский и др.). Она выглядела настолько необычной, что даже сам Н. А. Головкинский, сознавая, что его построения не укладываются в привычные традиционные рамки, назвал свой основной вывод о возрастном скольжении слоев «парадоксальным».

Действительно, Н. А. Головкинский [2, с. 125] отмечал: «Положим, мы наблюдаем формацию, состоящую из налегающих друг на друга пластов песчаника, мергеля и известняка... 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, то такое воззрение справедливо *только для очень ограниченной местности*»* (курсив мой. – С. Р.). И далее

* Это очень важная мысль, в которой содержится самая суть теории Н. А. Головкинского: о возрастном скольжении имеет смысл говорить только в масштабах бассейна седиментации или его крупных частей, а в пределах единичного разреза или близко расположенных разрезов оно, естественно, не фиксируется.

его знаменитый результат: «Это дает право поставить тезис, по-видимому, парадоксальный: *общепринятое убеждение в последовательности образования последовательно друг на друга налегающих слоев – неверно*» [Там же, с. 125] (курсив Головкинского. – С. Р.).

На самом деле, как мы теперь знаем, тезис Н. А. Головкинского, конечно, не парадоксальный. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить масштабы возрастного скольжения в пределах единичного слоя с разницей во времени образования смежных слоев, поскольку первое, что приходит в голову при знакомстве с теорией Н. А. Головкинского, – ее кажущееся противоречие принципу Н. Стенона: «При образовании самого нижнего слоя ни одного из верхних слоев еще не существовало» [Стенон Н., 1957, с. 31]. В чем же различие и кажущееся противоречие? В том, что Н. А. Головкинский утверждал: при образовании «самого нижнего слоя» *существовали* будущие «верхние слои», но они еще не располагались в вертикальной последовательности, а были лишь упорядочены по латерали. В процессе же наложения фациальных зон уже фиксировалась слоистость, но так как слой согласно такой схеме оказывается разновозрастным в разных своих частях, то отсюда и вытекал вывод, якобы противоречащий принципу Стенона: верхние слои могут оказаться древнее нижних.

Для доказательства того, что это противоречие только кажущееся, будем различать пространственную (латеральную) и стратиграфическую разновременность. Продвижение береговой линии в глубь суши при образовании трансгрессивной составляющей седиментационного цикла происходит постепенно, и поэтому «будущий слой», постепенно наращивая свою мощность и продвигаясь вслед за урезом воды, является образованием разновременным, хотя он как бы одновременно сосуществует с осадками, которые впоследствии данный слой перекроют. Однако если учесть, что осадок только тогда примет форму слоистого залегания, когда его перекроют вышележащие отложения, то разновременность образования выше- и нижележащего слоев должна равняться времени перекрытия нижележащего слоя, которое в свою очередь оценивается соотношением скоростей прогибания дна и поступления в бассейн осадочного материала. Таким образом, хотя каждый слой, как следует из теории Н. А. Головкинского, является образованием разновременным, но эта разновременность оказывается всегда меньше той, которой оценивается стратиграфическая упорядоченность слоев. И поэтому любой вышележащий слой осцилляционно-миграционного типа всегда моложе нижележащего, т. е. *латеральный градиент разновременности всегда оказывается меньше вертикального (стратиграфического) градиента*, и принцип Н. Стенона теорией Н. А. Головкинского не отвергается.

Если же не трактовать этот тезис Н. А. Головкинского как парадоксальный, что, к сожалению, скорее всего, по инерции, делают многие историки геологической науки [Сократов Г. И., 1949 г.; Соловьев Ю. Я.,

1966 г. и др.], а взглянуть на него с несколько иных позиций, то легко можно понять в этой формулировке смысл основного фациального закона. Действительно, если слои образуются не последовательно (слой за слоем), а в результате постепенного наложения смежных фациальных зон, что утверждал Н. А. Головкинский, то отсюда очевидным образом и вытекает содержание закона миграции фаций: *вертикальная стратификация пород в разрезе (в пределах единичного седиментационного цикла) должна повторять латеральное расположение фациальных зон вкрест простирания береговой линии бассейна седиментации*.

Казалось бы, внимательное прочтение самого труда Н. А. Головкинского [2] не должно оставлять сомнения в авторстве этого закона, а между тем во многих учебниках и монографиях до сих пор излагаются как равноправные схемы слоеобразования Н. А. Головкинского и А. А. Иностранцева, а установленный Н. А. Головкинским фациальный закон по-прежнему именуется законом И. Вальтера. Удивительно также и то, что даже в наше время еще встречаются работы, в которых пытаются доказать, что Н. А. Головкинский в своем основном тезисе о разновозрастности слоев ошибался [Морозов Н. С, 1955 г.; Дмитриев Г. А., 1960 г.]. Прежде чем приходить к заключению о том, что Н. А. Головкинский сам себе противоречит, предлагая отчетливо «дуалистический подход к механизму слоеобразования» [1, с. 44], требовалось бы, как думается, более глубокое осмысление его теории.

Резюмируя, подчеркнем, что из теории образования осцилляционно-миграционной слоистости Н. А. Головкинского однозначно вытекает закон миграции фаций, а доказанный им факт возрастного скольжения слоев приводит к определению фундаментальных понятий о геологических горизонтах: петрографическом, хронологическом, стратиграфическом и палеонтологическом, которые играют важную роль при решении теоретических и практических задач литологии и стратиграфии.

Рассмотрим теперь суть концепции слоеобразования А. А. Иностранцева. Начнем с того, что к моменту написания своего отчета «Геологические исследования на севере России в 1869 и 1870 гг.» [4] А. А. Иностранцев был хорошо знаком с ранее опубликованной работой Н. А. Головкинского [2], на которую в этом отчете он неоднократно ссылается. В этой же книге А. А. Иностранцев впервые дал свой вариант трактовки образования осцилляционно-миграционной слоистости, причем таким образом, как будто это исследование он начал с «чистого листа». Между тем в отчете схема слоеобразования была приведена *только потому*, что опубликованную ранее концепцию Н. А. Головкинского А. А. Иностранцев категорически отверг: ему оказалось непонятным вытекавшее из этой схемы возрастное скольжение слоев.

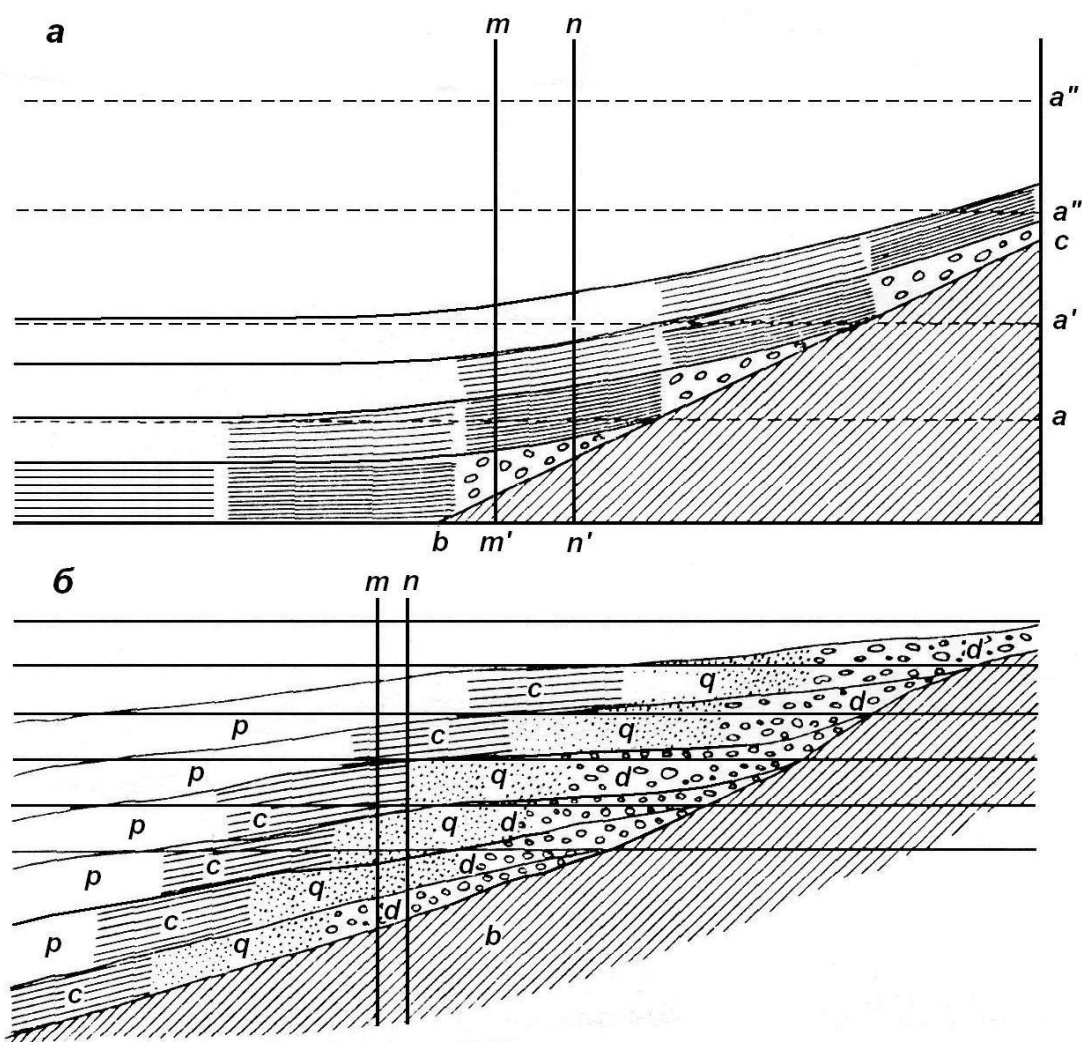


Рис. 2. Схемы образования слоистости, по А. А. Иностранцеву:
 рисовка а – 1872 г. [4]; б – 1885-1914 гг. [5]

Итак, в работе 1872 г. [4] А. А. Иностранцев привел схему и рисовку процесса слоеобразования (рис. 2, а). Во всех же пяти изданиях своего учебника «Геология» [5], начиная с 1885 и кончая 1914 г., он ограничивается критикой концепции Н. А. Головкинского (рис. 2, б), не пытаясь в течение 30 лет как-то продвинуться в этом вопросе. А. А. Иностранцев отмечал [1885, с. 416; 1914 г., с. 471], что «...по смыслу самого характера происхождения пород осадочных, мы вправе отметить слои вышележащие – как новейшие, нижележащие – как древнейшие. *Против этого основного положения было сделано возражение*» (курсив мой. – С. Р.). Ясно, что никакого «возражения» не было. Это лишь то, что лежит на поверхности основного результата Н. А. Головкинского и действительно бросается в глаза, если не пытаться его осмыслить глубже.

В чем же заключается суть «альтернативной концепции» слоеобразования А. А. Иностранцева? Основной постулат: осцилляционно-миграционная слоистость образуется в процессе смещения фациальных зон под

влиянием колебательных движений земной коры – лежит в основе и схемы А. А. Иностранцева. Он отмечал, что сам факт существования колебательных движений земной коры геологам давно известен. Это, как заметил А. А. Иностранцев [4, с. 175], – «аксиома геологии». Поэтому требовалось не просто увязать колебания дна бассейна со сменой фациальных обстановок осадконакопления, но вскрыть через эти факторы механизм образования именно миграционной слоистости. А. А. Иностранцев [4] делает следующие допущения: 1) процесс слоеобразования протекает не непрерывно, а с паузами (или резкими уменьшениями скорости поступления в бассейн осадочного материала); 2) слои образуются и фиксируются в разрезе между этими паузами, а после окончания паузы дно вновь прогибается и весь шлейф осадков смещается вслед за наступающей на сушу береговой линией; за это время вновь поступивший в бассейн материал формирует новый слой, и т. д.

Такие (предпосылки приводят к тому, что слои формируются вкрест береговой линии, они как бы прислоняются к берегу, а потому, являясь одновременными образованиями, литологически оказываются неоднородными (см. рис. 2, а). «Одновременности» слоев и добивался А. А. Иностранцев, желая опровергнуть теорию Н. А. Головкинского. К этому он и *приспособил* исходные постулаты.

В данной работе мы не преследуем цель дать более детальный анализ схемы слоеобразования А. А. Иностранцева. Нас и в данном случае интересует только одно: как от такой трактовки процесса можно подойти к формулировке основного фациального закона. Ответ очевиден: *из схемы слоеобразования А. А. Иностранцева основной фациальный закон не выводится*. Действительно, вспомним, что закон миграции фаций справедлив только для слоистости осцилляционно-миграционного типа, т. е. слоистости, образовавшейся не «единовременно» (мутационная слоистость), а в процессе постепенного перемещения береговой линии, влекущей за собой весь полифациальный шлейф осадков. Следовательно, слои осцилляционно-миграционного типа не могут быть образованиями одновременными. Разновременность слоя фиксируется в самом термине «миграционный» или в еще более удачном термине Н. Б. Вассоевича «асинхронно-миграционный». Кроме того, в схеме А. А. Иностранцева слои определяются как тела, располагающиеся перпендикулярно к береговой линии, а потому литологически всегда оказывающиеся неоднородными. Следовательно, такой слой уже фиксирует в себе ту последовательность фаций (тоже перпендикулярную к берегу бассейна), которая имела место во время его образования, и для расшифровки латеральной зональности фаций требуется не развертка вертикальной стратификации, а прослеживание изменения литологического состава *одного слоя* по простиранию. Все это, может быть, и справедливо, но к основному фациальному закону отношения не имеет.

Заметим, кстати, что и сам А. А. Иностранцев не связывал свою схе-

му с законом миграции фаций. В пяти изданиях своего учебника «Геология» формулировки этого закона он не дал. Она, как уже отмечалось, приведена только в его отчете за 1872 г. [4] в качестве словесного оформления идеи Н. А. Головкинского. Связь же схемы А. А. Иностранцева с основным фациальным законом индуцирована последующими поколениями исследователей, которые, начиная с Г. И. Сократова [1949 г.], утверждали, что схемы слоеобразования Н. А. Головкинского и А. А. Иностранцева «диалектически едины», так как отражают разные стороны единого процесса.

Так, Ю. Я. Соловьев [1966, с. 74] заключает: «...общие схемы образования слоев, предложенные в рассматриваемое время как в России, так и за рубежом, содержали в основе одно из двух противоречивых, но диалектически связанных положений – литологическая однородность слоя и одновременность образования различных его частей... или литологическая однородность слоя и одновременность его образования... либо учет этих двух положений вместе» (? – С. Р.). Остается неясным: как можно в работах, приведших к диаметрально противоположным выводам, сформулировать «основы правильного (? – С. Р.) понимания слоистости и причин ее возникновения» [Соловьев Ю. Я., 1966, с. 75]. К еще более странным выводам приходит Б. П. Высоцкий [1965 г.], который считает, что основные результаты в решении проблемы слоеобразования принадлежат А. А. Иностранцеву, тогда как Н. А. Головкинский только поставил эту проблему в повестку дня геологической науки. И. Г. Дружинин [1974 г.] отдает должное обоим ученым; он предлагает схемы слоеобразования Н. А. Головкинского и А. А. Иностранцева считать двумя самостоятельными законами в литологии.

Итак, к сожалению, не всегда разная интерпретация единого процесса приводит к «диалектическому единству»; чаще бывает наоборот, что мы и имеем в данном случае.

Возвращаясь к схеме слоеобразования А. А. Иностранцева, отметим, что его вывод, который он сделал после анализа логики «возражающего»: «такое рассуждение (Н. А. Головкинского. – С. Р.) нисколько не подрывает общепринятого мнения о последовательном образовании последовательно налегающих друг на друга двух или нескольких пластов» [5, с. 417], – следует трактовать совсем в ином смысле, чем того хотел автор. «Общепринятое мнение» действительно не подрывается, но не потому, что рассуждения Н. А. Головкинского неверны, а потому, что они не противоречат этому «мнению».

Г. П. Леонов [1974, т. 2, с. 355] справедливо заметил, что «если Головкинский к представлению о «геологической чечевице» и отвечающей ей «палеонтологической чечевице» пришел в основном эмпирическим путем и его рассуждения о связи осадконакопления с колебательными движениями земной коры являлись лишь попыткой объяснения наблюдавшихся фактов, то у Иностранцева, наоборот, аналогичные рассуждения (повторяющие таковые Головкинского) являлись *основой представлений*

(курсив мой – *С. Р.*), которые лишь иллюстрировались примером строения каменноугольных отложений «Московского бассейна», явно надуманным и неудачным».

Однако, как бы то ни было, большой заслугой А. А. Иностранцева следует считать то, что он первым понял и четко сформулировал главное следствие теории Н. А. Головкинского: возможность палеотектонических реконструкций по характеру наложения пород в разрезе – и сам же применил его для реставрации условий образования бирючевской толщи каменноугольного возраста, не содержащей палеонтологических остатков. Кроме того, А. А. Иностранцев дал четкую и ясную формулировку основного фациального закона, которую мы привели в начале этого раздела.

В настоящее время истинность закона Н. А. Головкинского не оспаривается геологами. Однако относительно границ его применимости мнения существенно расходятся. Поэтому остановимся на этом вопросе подробнее и проиллюстрируем «работоспособность» закона миграции фаций фактическим материалом.

Из самого смысла этого закона следует, что он приложим только к слоистости миграционного типа, а развертка латеральной последовательности фаций ограничена пределами элементарного седиментационного цикла. Некоторые исследователи [Вассоевич Н. Б., 1948 г.; Ботвинкина Л. Н., 1956 г.] полагают, что явление ритмичности ограничивает применение этого закона. Однако ограничение накладывается не самим фактом ритмичности, а лишь границами каждого последовательно образованного седиментационного цикла. *Закон миграции фаций неприменим только к тем типам толщ, слоистость которых трактуется как мутационная.* И хотя последовательность пород в такого рода разрезах зачастую имеет «трансгрессивную» направленность (например, в разрезах флиша), но, тем не менее, природа этой направленности не может быть истолкована как результат миграции фациальных зон под влиянием колебательных движений земной коры. Кроме того, в настоящее время колебательными движениями, понимаемыми буквально, объясняется (и то далеко не всегда) образование крупных циклов платформенного типа и в редких случаях терригенно-карбонатных циклов шельфа. Что же касается разрезов, характеризующихся ритмической повторяемостью седиментационных циклов (угленосные, молассы, салогенные и т. д.), то хотя гипотеза колебательных движений является в данном случае не самой правдоподобной интерпретацией, тем не менее закон миграции фаций объясняет характерный для этих отложений парагенез пород в пределах седиментационных циклов. Только механизм, формирующий эти парагенезы, иной: миграция фаций вследствие опускания и подъема поверхности седиментации на фоне устойчивого погружения (угленосная формация) или воздымания (моласса) дна бассейна седиментации. С этих же позиций объясняется цикличность пермских эвапоритовых отложений Оклахомы, США (рис. 3).

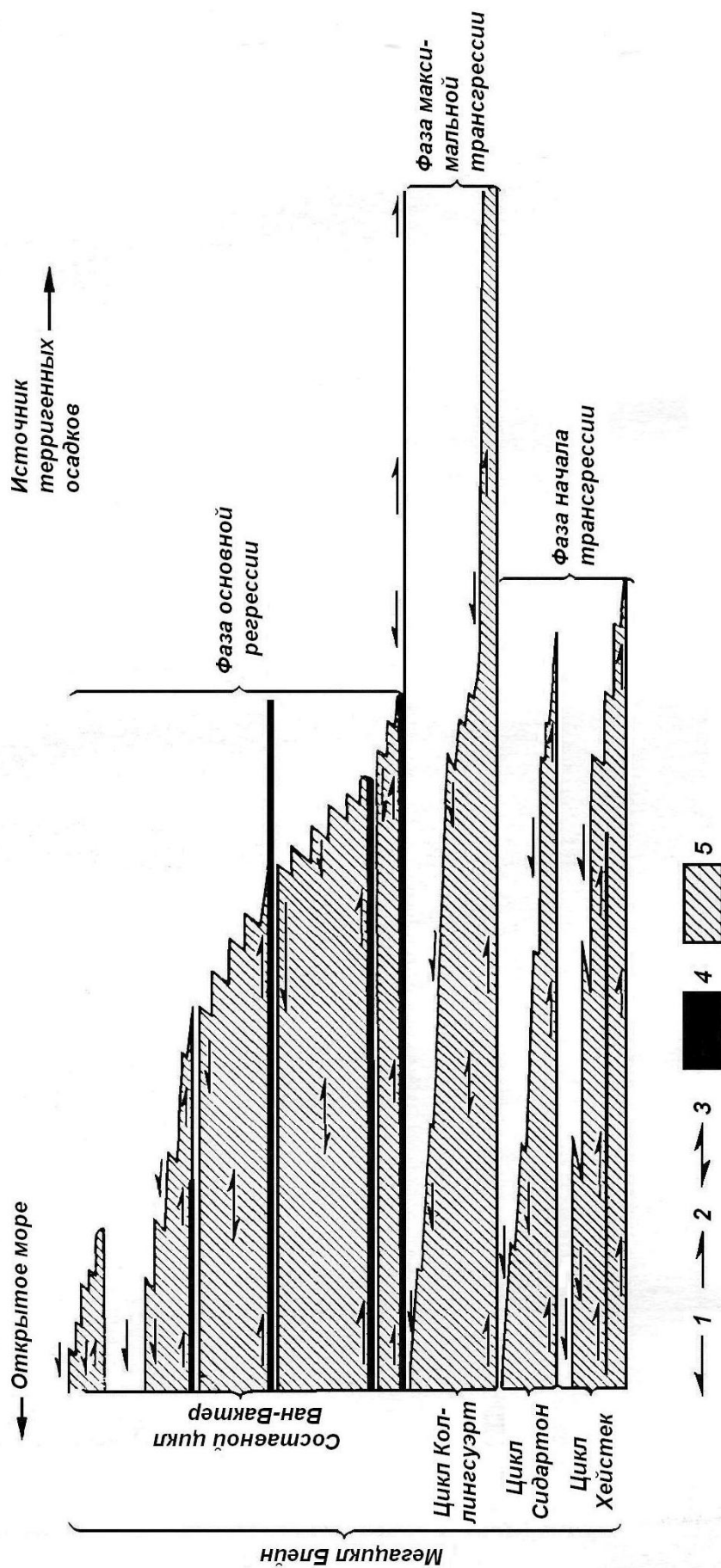


Рис. 3. Гипсоносные циклы в пермских отложениях Оклахомы [3]:

Движение берегов моря: 1 – регрессивное, 2 – трансгрессивное; 3 – неподвижное положение; циклические эвапоритовые осадки: 4 – доломит (начинает цикл и является первым отложением трансгрессирующего моря), 5 – гипс (нижняя часть толщи соответствует трансгрессии моря, средняя – неподвижному положению, верхняя – регрессии)

Важным моментом концепции слоеобразования Н. А. Головкинского является вопрос о литологическом составе слоев. Как уже указывалось, слой, в понимании Н. А. Головкинского, – образование литологически однородное. Однако литологическая однородность слоя – понятие масштабное. Она выдерживается в пределах устойчивых в прошлом фациальных зон и теряет четкость в местах выклинивания фаций. Поэтому литологически однородные (на основном своем протяжении) слои как бы вклиниваются в синхронные слои иного состава. В этих местах наблюдается зубчатое сцепление «слоев», фиксирующее, однако, лишь фациальный контакт в пределах единого слоя. Такая неоднородность слоя возникает главным образом из-за различных источников питания, поставляющих в бассейн седиментации осадочный материал, который фиксируется на одинаковом удалении от берега. Другой причиной фациальной неоднородности слоев могут быть морфологические или гидродинамические барьеры, разделяющие шельф в направлении моря на зоны, в которых одновременно формируются фациально неоднородные комплексы осадков. Наглядной иллюстрацией этого положения может быть разрез формации Торовип пермского возраста (Большой каньон, США). Формация состоит из двух красноватых горизонтов, которые в западной части Большого каньона разделены толщей известняка (рис. 4). Эта толща, постепенно утоняясь, к востоку от Большого каньона полностью выклинивается. Здесь наблюдается отчетливое зубчатое переслаивание белого косослоистого песчаника с красновцетами. Э. Мак-Ки [7], описавший эту формацию, отмечает, что в пределах зубчатого переслаивания наблюдается и вклинивание фаций в пределах одного слоя.

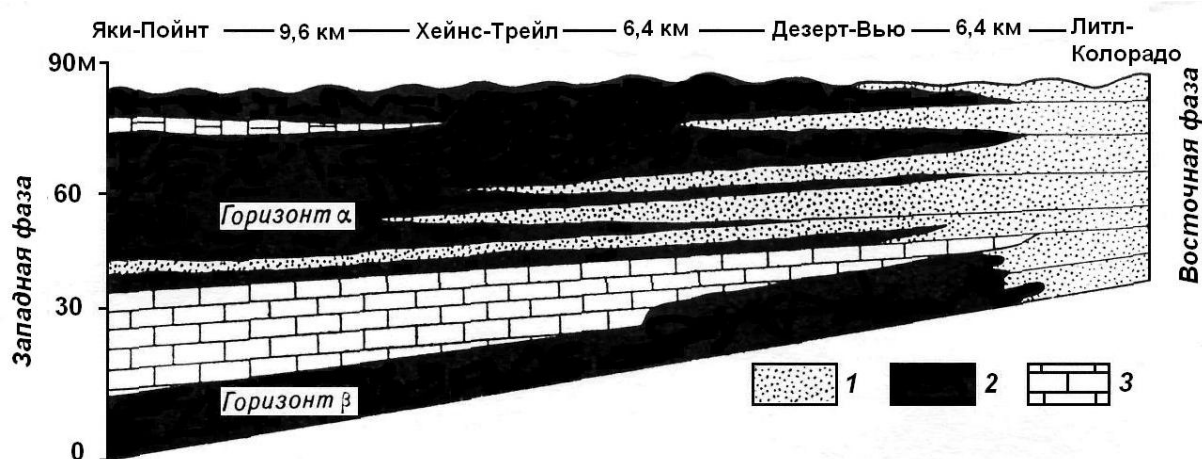


Рис. 4. Широтный разрез формации Торовип (восточная часть Большого каньона, США) [7]:

1 – белый песчаник; 2 – красновцеты; 3 – известняк

Те же явления фиксирует Э. М. Спикер [1953 г.] в верхнемеловых отложениях Центральной Юты и Западного Колорадо (США). Здесь наблюдается зубчатое вклинивание прибрежных морских песчаников и глин. Этот ученый считает, что песчаные и глинистые языки не являются самостоятельными, а образовались одновременно, «попарно». Интересный случай клинообразно-зубчатого переслаивания крупных подразделений эоцена приведен в книге П. Даффа и др. [3]. Это переслаивание наблюдается в Англо-Франко-Бельгийском бассейне, в пределах которого песчаные слои как бы вклиниваются в существенно глинистые отложения. Поэтому песчано-глинистые циклы в западном направлении имеют существенно песчаный состав, а в восточном – глинистый (рис. 5). Седиментационные циклы здесь достаточно мощные. Так, цикл лондонских глин имеет мощность от 70 м (район Алам-Бей) до 100 м (Уайтклиф-Бей). И для этих отложений пригоден закон Н. А. Головкинского, согласно которому цикличность, фиксирующая песчано-глинистое переслаивание, образовалась в результате мощных волн наступания и отступления морского бассейна.

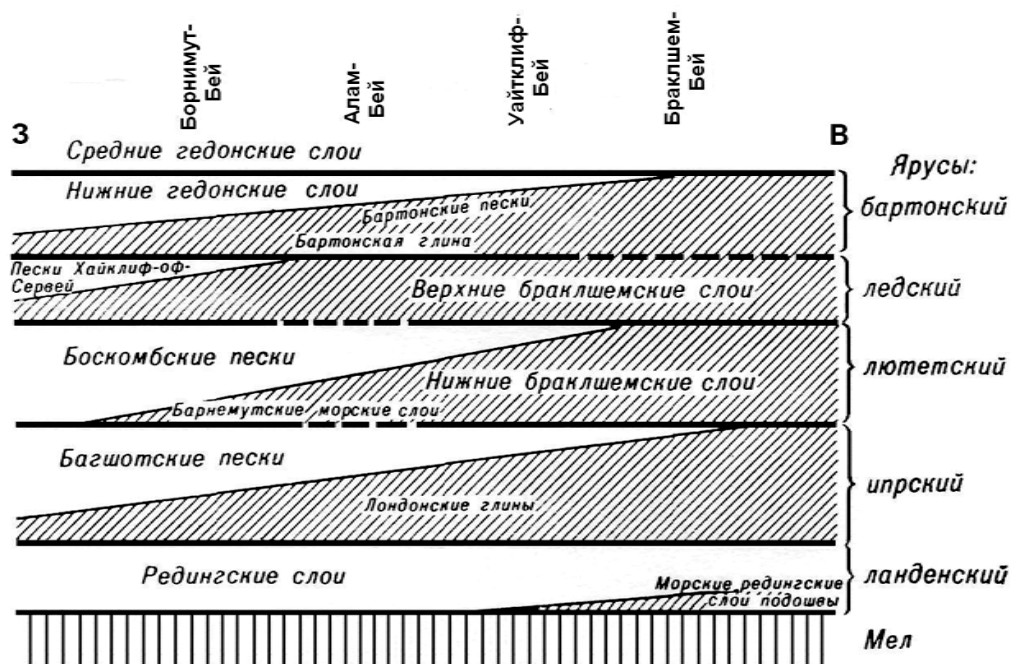


Рис. 5. Крупные циклы в третичных отложениях бассейна Гэмпшир [3]

Итак, открытие основного фациального закона положило начало научно обоснованной концепции циклического седиментогенеза, ибо с его помощью впоследствии были истолкованы условия образования многих генетических типов циклически построенных осадочных толщ. Именно по этой причине закону миграции фаций уделяется пристальное внимание в современной геологической литературе, а имеющий место разноречивость в его интерпретации заставил нас остановиться на детальном описании этого закона.

С позиций сегодняшнего дня «геологическая чечевица» Н. А. Головкинского является единственной пока моделью циклов миграционного типа. Г. П. Леонов [1977, с. 156] в этой связи справедливо заметил, что «со времени публикации труда Н. А. Головкинского (1869) минуло более ста лет, за которые, однако, существенного сдвига в познании цикличности рассматриваемого типа не произошло». Схема слоеобразования А. А. Иностранцева также не утратила своего значения. Сегодня ее можно назвать схемой образования слоистости, а следовательно и цикличности, *мутационного типа*; для этой схемы справедливы как раз те исходные предпосылки, которые А. А. Иностранцев положил в основу своей концепции слоеобразования.

Остановимся теперь на важнейшем следствии теории Н. А. Головкинского – возрастном скольжении границ седиментационных циклов. Из нее однозначно вытекает следующее утверждение: *границы седиментационных циклов миграционного типа диахронны всегда*, но масштаб разновозрастности зависит от двух причин: от того, как интенсивно развивался процесс осадконакопления, приведший к слоистости асинхронно-миграционного типа, и от требуемой точности стратиграфических исследований. Иными словами, не столько важно абсолютное изменение возраста по простиранию цикла, сколько градиент приращения возраста на определенном расстоянии от базового разреза. Чаще всего он невелик. Именно это обстоятельство долгое время не давало возможности геологам «поймать» диахронность стратиграфических границ при проведении региональных исследований. Однако постепенное повышение точности палеонтологических методов и детальности местных стратиграфических схем привели к тому, что число примеров, в которых диахронность литологических горизонтов можно считать доказанной, стало быстро расти. Некоторые ведущие стратиграфы уже считают этот принцип скорее правилом, чем исключением, при сопоставлении циклически построенных свит и уж тем более в тех случаях, когда свита являет собой единичный седиментационный цикл миграционного типа [Степанов Д. Л., 1958 г.; Гурари Ф. Г., Халфин Л. Л., 1966 г.; Данбар К., Роджерс Дж., 1962 г. и др.].

М. М. Грачевский и др. [6] полагают, что трансгрессия моря на платформы развивается достаточно быстро, и поэтому диахронным может быть только нижний (базальный) горизонт. Все же остальные литологические горизонты оказываются изохронными. С такого рода заключениями трудно спорить, ибо если предположение о быстрой трансгрессии справедливо, то справедлив и вывод. Но все дело в том, что и в данном случае понятие «быстрая трансгрессия» не соотнесено с точностью стратиграфических методов, с помощью которых его можно было бы проверить, а вне этого и утверждение и возражение оказываются неконструктивными. Справедливо было бы обратное утверждение: если диахронность границ седиментационного цикла не отмечается даже при детальном палеонто-

гических и стратиграфических исследованиях, то такого рода материал должен представлять особый интерес для палеотектонических и палеогеографических реконструкций как свидетельство действительно быстрой перестройки структурного плана.

Однако и при быстром, одновременном развитии на большой территории трансгрессии моря может быть зафиксировано возрастное скольжение границ литологических горизонтов разного объема. Причиной тому является палеорельеф, который может оказать существенное влияние на площадное распределение и на скорость аккумуляции разнофациального комплекса осадков. Много характерных примеров влияния палеорельефа на процессы осадконакопления содержится в уже упомянутой монографии М. М. Грачевского и др. [6].

Попытка объяснить эффект возрастного скольжения границ литологических горизонтов колебательными или волновыми движениями земной коры наталкивается на серьезные трудности. Дело в том, что данные типы движений способствуют формированию фациальной зональности разновозрастных отложений, а не скольжению возраста сходных по литологическому составу свит (циклов). Этот тезис на разрезах неокома Западно-Сибирской плиты подтвержден Т. Н. Процветаловой [1976 г.].

Приведем несколько примеров точно установленного скольжения во времени границ стратиграфических горизонтов.

Очень интересное исследование, связанное с проблемой возрастного скольжения границ литологических комплексов, провел Б. А. Онищенко [1977 г.] на материале палеогеновых отложений Северного Кавказа. Он выделяет две причины возрастного скольжения: поэтапное развитие кармалиновско-эльбурганской трансгрессии, что предопределило смещение во времени нижней границы стратиграфических подразделений нижнего палеогена, и эрозию после накопления осадков, обусловившую скольжение во времени верхней границы стратиграфических комплексов нижнего палеогена. Б. А. Онищенко отмечает, что нижняя граница нижнего палеогена проходит то в основании кармалиновских слоев, то в основании эльбурганской свиты, а на юго-востоке Предкавказья – в средней части этой свиты. В некоторых же разрезах нижняя граница нижнего палеогена проводится даже по подошве зоны *Acarinina praepentacamerata*.

Наибольший интерес, однако, представляет скольжение нижней границы олигоценовых отложений на Северном Кавказе, которое автор относит к числу классических примеров этого явления. С юга на север, т. е. от северных склонов Большого Кавказа до Сало-Манычской гряды, последовательно омолаживаются слои, слагающие основание хадумской свиты. В этом направлении из разреза хадумской свиты выпадают самые нижние слои, что Б. А. Онищенко связывает с поэтапным распространением хадумской трансгрессии к северу. Не исключено, кстати, что выпадение слоев из разреза хадумской свиты связано не столько с поэтапным развитием транс-

грессии, сколько с палеорельефом, который на данной территории мог играть решающую роль при образовании литологических комплексов осадков в условиях непрерывно развивавшейся трансгрессии моря к северу.

На примере изменения возрастных рубежей нижней границы кайнозойских моласс Ферганской депрессии рассматривают проблему скольжения границ литологических комплексов В. И. Попов и др. [1967 г.]. Эту границу проводили по кровле горизонта К. П. Калицкого в сумсурской свите и считали ее изохронной в пределах Ферганской впадины. В. И. Попов и др. [1967 г.] доказали, что нижняя граница кайнозойского молассового комплекса диахронна – ее удревнение является функцией времени смены морских условий осадконакопления континентальными. Реализуется это от центра Ферганской депрессии к ее бортам, однако особенно отчетливо проявлено в юго-западной части впадины, где с востока на запад от р. Исфара до г. Уратюбе морские отложения сумсурской свиты фациально замещаются континентальными и сливаются с вышележащими континентальными образованиями массагетского времени. Нижняя граница молассового комплекса удревняется при этом со среднего плюс верхнего олигоцена до верхов нижнего – низов среднего олигоцена. Механизм, регулировавший изменение возраста основания кайнозойских моласс Ферганской депрессии, – воздымание территории и регрессия моря.

О. А. Мельников [8] детально проанализировал стратиграфию Западно-Сахалинского антиклинория и установил отчетливую миграцию фаций вкрест его простираия. В миоцене на месте будущей антиклинальной структуры существовал единый седиментационный бассейн. Наиболее глубоководные отложения характеризуются и максимальной «временной устойчивостью», а к периферии бассейна в условиях трансгрессии возрастной диапазон тех же комплексов должен сужаться вследствие омоложения нижней и удревнения верхней границ. Вулканические образования в данных комплексах наложены на типично морские отложения, и горизонты, ими сложенные, являются относительно синхроничными. Особенно резкой асинхронностью характеризуются отложения конгломератного и угленосного литолого-стратиграфических комплексов, принадлежащих к единому палеогеновому макроциклу. Причем установлено, что максимум трансгрессии приходится на самый конец цикла – поздний олигоцен, а начало цикла датируется палеоценом и даже данием. Конгломератовый и угленосный комплексы фиксируют начало макроцикла и фронт наступающей трансгрессии (рис. 6).

Верхнедокембрийские песчаниковые комплексы юго-запада Сибирской платформы детально изучал Ю. К. Советов [9]. Все выделенные им литолого-стратиграфические горизонты объединены в разнородный по составу юдомский комплекс (серию). Этот комплекс либо трансгрессивно залегает на верхнерифейских толщах, либо резко несогласно перекрывает более глубокие горизонты рифея. Возрастное скольжение нижней границы

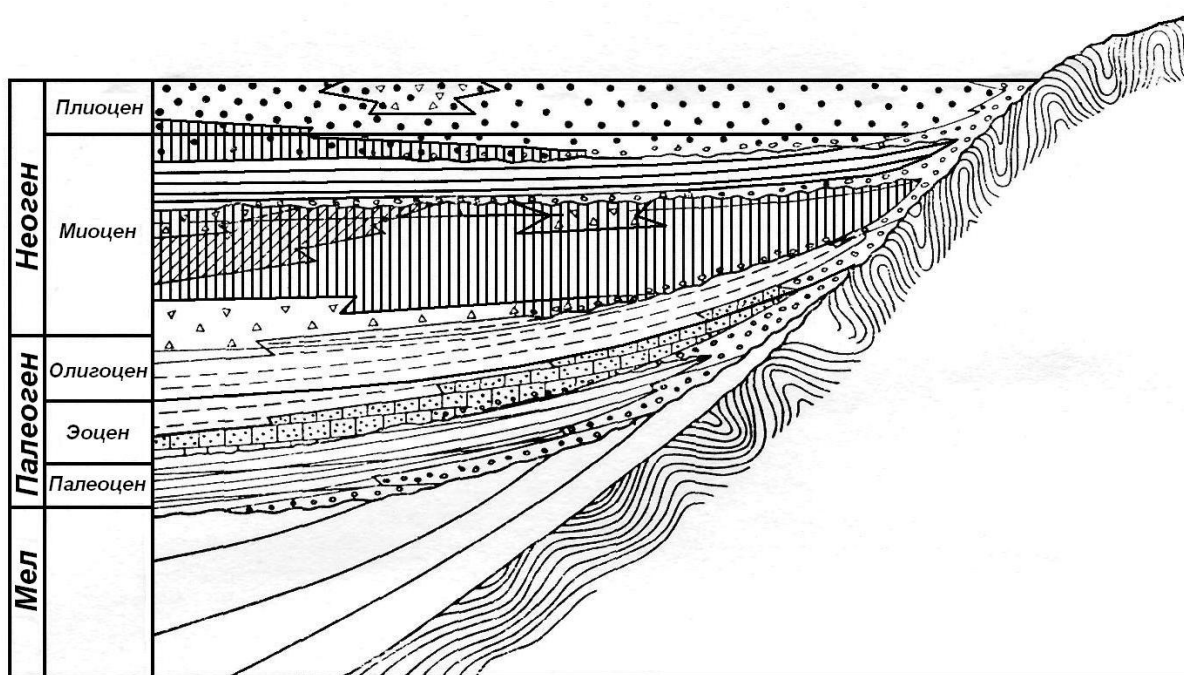


Рис. 6. Схема осадконакопления в западной системе мезо-кайнозойских прогибов Сахалина ([8], с упрощениями)

юдомского комплекса доказано М. А. Семихатовым и др. [1970 г.], В. В. Хоментовским и др. [1972 г.], а также в ряде других работ. В пределах Ангаро-Катангского поднятия неоднородность нижней границы была подмечена в районе зоны Верхнеангарских дислокаций и Марковского вала [Золотов А. Н., 1971 г.; Тыщенко Л. Ф., 1969 г.]. Ю. К. Советов [9, с. 179-181] отмечает, что «скольжение во времени — это общее свойство юдомского комплекса, и в прогибах вскрыты самые древние его слои. Юдомский комплекс на значительной территории выступает как резко выраженное стратиграфическое подразделение, но в ряде районов структурные перестройки приурочены к более древним верхнерифейским уровням ... и, по-видимому, в целом представляют непрерывный процесс, фиксируя степень погружения Ангарского мегаблока фундамента».

Теоретически факт возрастного скольжения границ седиментационных циклов признают почти все геологи, но поскольку это явление имеет практический выход прежде всего в региональную стратиграфию и установление возрастного скольжения существенно осложняет синхронизацию разрезов, то стратиграфы предпочитают «не замечать» скольжения границ выделенных ими подразделений местной шкалы.

В заключение обратим внимание на любопытную аналогию, которая бросается в глаза, если посмотреть на рис. 1, 2, 6 и 7. Содержание первых трех рисунков уже пояснялось в тексте: они изображают принципиальные схемы слоеобразования (см. рис. 1 и 2) и практическую их реализацию при формировании трансгрессивно-регрессивной серии пород (см. рис. 6).

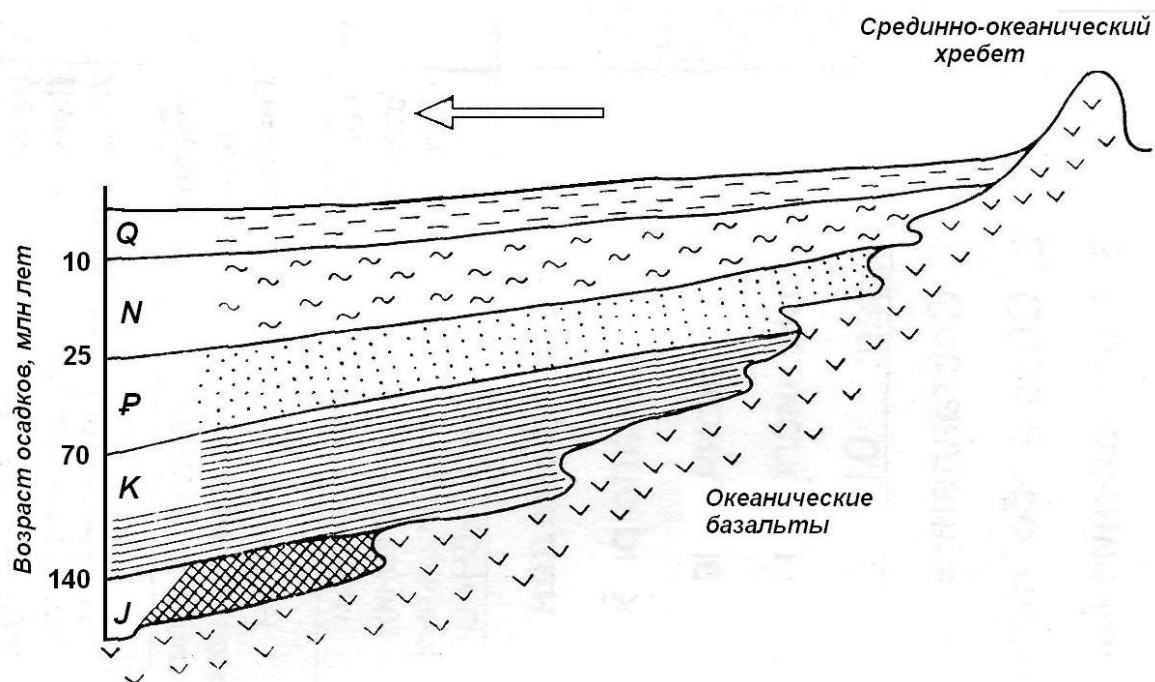


Рис. 7. Изменение возраста океанических осадков по мере удаления от срединно-океанического хребта к зонам субдукции океанической коры

На рис. 7 показано соотношение возраста океанических осадков (без фиксации их литологического состава) по мере удаления от срединно-океанического хребта

Легко видеть внешнее сходство расположения одновозрастных «слоев» на рис. 7 с той картиной, которая представляет условия образования литологически однородных слоев при движении береговой линии в глубь континента.

Данные океанического бурения подтвердили следствие из теории литосферных плит: по мере удаления от срединно-океанического хребта возраст отложений, покрывающих базальтовое ложе океанов, удревняется. Если в районе хребта осадки современные, то при приближении к зоне субдукции – наиболее древние. Механизм этого явления достаточно нагляден, если опираться на схему спредингового конвейера: в зоне срединно-океанического хребта идет непрерывное наращивание коры и раздвижение плит по обе стороны от хребта. По мере движения к зоне субдукции, которое занимает 150-200 млн лет, непрерывно наращивается мощность осадочного слоя: происходит седиментация по схеме «частица за частицей», которая гарантирует возрастную дифференциацию осадочных слоев океана с одновременным движением плит в сторону зоны субдукции, что и предопределяет скольжение во времени (уже в стратиграфическом смысле) этих «слоев». Данный механизм наглядно иллюстрирует причину возрастного скольжения «стратиграфических слоев» в океане. При трансгрессии моря на континент механизм тот же. Идет нормальное прибрежно-морское

осадконакопление с сохраняющейся в каждый фиксированный момент времени стандартной схемой осадочной рассортировки. Одновременно с этим процессом береговая линия непрерывно продвигается в сторону континента, что и приводит (как уже отмечалось) к возрастному скольжению литологических горизонтов, в частности границ седиментационных циклов.

Библиографический список

1. *Вылцан И. А.* Осадочные формации Горного Алтая. Томск, 1974. 189 с.
2. *Головкинский Н. А.* О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб., 1868. 143 с.
3. *Дафф П., Халлам А., Уолтон Э.* Цикличность осадконакопления. М.: Мир, 1971. 284 с.
4. *Иностранцев А. А.* Геологические исследования на севере России в 1869 и 1870 гг. СПб., 1872. 179 с.
5. *Иностранцев А. А.* Геология. Т. 1. СПб, 1885. 494 с.
6. *Корреляция* разнофациальных толщ при поисках нефти и газа / Грачевский М. М., Берлин Ю. М., Дубовской И. Т., Ульмишек Г. Ф. М.: Недра, 1976. 296 с.
7. *Мак-Ки Э.* Фациальные изменения на Колорадском плато // Осадочные фации в геологической истории. М.: ИЛ, 1953. С. 63-81.
8. *Мельников О. А.* О явлении миграции фаций на Сахалине // Геология и геофизика. 1975. № 10. С. 18-29.
9. *Советов Ю. К.* Верхнедокембрийские песчаники юго-запада Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1977. 295 с.

СТРАТОСЕДИМЕНТОГЕНЕЗ*

Механизмы слоенакопления

Стратификация, т. е. разделение осадочной оболочки на слои, – явление универсальное. Слоистую форму залегания имеют все породы осадочного происхождения вне зависимости от того, в каких обстановках и в какой среде они образовались. Это означает, что в основе слообразования должен лежать какой-то *единый механизм*, предопределяющий течение этого процесса и в морских и в континентальных условиях.

Долгие годы проблема слообразования считалась одной из актуальнейших и сложнейших в теоретической геологии. Так, по крайней мере, писал академик А. Д. Архангельский [Вассоевич Н. Б., 1950 г.]. Исследователей как бы гипнотизировала исключительная простота реализаций этого процесса: и в прибрежной зоне морей, и в дельтах рек, и в глубинах океана, и на дне озер – везде осадки залегают горизонтально, и везде отложения разного состава отделены друг от друга четкой границей.

Полагать, что исключительному разнообразию условий осадконакопления должны соответствовать и столь же многообразные процессы слоенакопления, приводящие, тем не менее, к однообразным в морфологическом отношении реализациям, было бы неверно, ибо в этом случае генетические схемы слоенакопления оказались бы оторванными от механизма процесса, а привязывались бы только к обстановкам его действия. Если же занять другую, столь же крайнюю, позицию, т. е. пытаться изучать только механизм процесса без его привязки к конкретным палеогеографическим обстановкам, то мы неизбежно приходим к выводу, по существу агеологическому, что основным движущим фактором слообразования является гравитация.

Именно такую гипотезу развивал в свое время Г. А. Дмитриев [1960 г.]. Понятно, что седиментация реализуется в гравитационном поле. Ясно также, что именно гравитация предопределяет законы осаждения частиц разной крупности. Поэтому гравитацию можно считать основным *внешним фактором* слообразования. Однако и она не решает вопроса о причинах появления границ раздела между слоями. Поэтому надо искать какие-то другие факторы, которые объяснили бы механизм разделения в гравитационном поле гетерогенных по составу осадков на слои вне зависимости от среды осадконакопления.

Н. Б. Вассоевич [1948 г.] нашел удачный инвариант, подразделив все генетическое многообразие слоистости на два типа – асинхронно-миграционную (или просто – *миграционную*) и синхронно-мутационную (или просто – *мутационную*). Тем самым было установлено, что целесооб-

* Романовский С. И. Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988. С. 195-214 (авторский вариант полностью сохранен).

разно разрабатывать всего два принципиально разных класса моделей слоенакопления, которые к тому же будут иметь четкую геологическую привязку. Действительно, миграционная слоистость образуется чаще всего в прибрежной зоне моря в результате миграции береговой линии бассейна осадконакопления под действием либо колебательных движений дна, либо эвстатических изменений уровня океана. Мутационная же слоистость формируется при фиксированном положении береговой линии бассейна под действием главным образом седиментологических факторов. Одним из них может быть изменение гидродинамики среды, которая чутко реагирует на климатические колебания. Климат же характеризуется определенной ритмикой, которая и генерирует слоистость [Эпштейн О. Г., 1979 г.].

Еще более общую причину слоистости пытался установить И. А. Вылцан [1974 г.]. Он полагал, что более или менее регулярное чередование определенного типа и порядка слоев в геологических разрезах порождается ритмикой процессов и явлений в широком смысле. Этот вывод можно считать справедливым, поскольку в любых типах толщ слои всегда группируются в седиментационные циклы. А это может означать только одно – разнопорядковую ритмичность явлений, продуцирующих слои как реализации наиболее высокочастотной ритмики и продуцирующих циклы как реализации тех же, но низкочастотных по ритмике явлений.

Если обобщить все сказанное, то можно считать, что слоеобразование с позиций кинематики реализуется в виде двух разных схем:

- непрерывная (во времени) ритмика со смещениями в пространстве;
- дискретная (во времени) ритмика без смещений в пространстве.

Первая схема обобщает условия образования миграционной слоистости, вторая – мутационной.

Попытаемся далее связать эти две достаточно абстрактные схемы с конкретными геологическими ситуациями и обрисовать более детально те факторы, которые влияют на ритмический характер седиментологических процессов при различных сочетаниях прежде всего скоростей поступления осадочного материала в зону аккумуляции и скоростей фоновых процессов – изменений гипсометрии дна, вариаций климата и т. д.

Первую тектоно-фациальную модель формирования слоистости миграционного типа создал еще в 1868 г. выдающийся русский геолог Н. А. Головкинский [1]. За прошедшие более чем сто лет она не претерпела существенных изменений. Мы не будем подробно разбирать схему слоеобразования Н. А. Головкинского. Она детально проанализирована в монографиях автора [4; Романовский С. И., 1979 г.] и в большом числе публикаций других геологов: Н. Б. Вассоевича, И. А. Вылцана, Б. П. Высоцкого, Г. А. Дмитриева, И. П. Дружинина, Г. Ф. Крашенинникова, Г. П. Леонова, Н. С. Морозова, Г. И. Сократова, Ю. Я. Соловьева и др. Поэтому ограничимся лишь указанием основных результатов, которые с очевидностью следуют из его теории.

1. Графическое изображение процесса слоеобразования дано Н. А. Головкинским только применительно к изучавшимся им отложениям, и поэтому оно не интерпретирует все возможные соотношения скоростей прогибаний и поднятий дна бассейна седиментации.

2. Законченный цикл колебательных движений фиксирует в разрезе полный цикл отложений – целую «геологическую чечевицу» Н. А. Головкинского.

3. В качестве слоев следует рассматривать геологические тела, прослеживаемые субпараллельно береговой линии бассейна.

4. Поскольку каждый слой формируется «не вдруг», а в результате постепенного перемещения береговой линии, то он оказывается разновозрастным (точнее, разновременным) по простираению.

5. Слой трактуется как образование разновременное и литологически однородное.

Таким образом, Н. А. Головкинский не только установил, что тектонический фактор регулирует миграцию фациальных зон, но и показал, что в результате такого понимания процесса следует иначе трактовать и механизм слоеобразования. Нет ничего удивительного в том, что схему Н. А. Головкинского не поняли и как следствие не приняли многие его современники (А. А. Иностранцев, В. О. Ковалевский и др.). Она выглядела настолько необычной, что даже сам Н. А. Головкинский, сознавая, что его построения не укладываются в привычные, традиционные рамки, назвал свой основной вывод о возрастном скольжении слоев «парадоксальным».

Действительно, Н. А. Головкинский [1, с. 125] отмечал: «Положим, мы наблюдаем формацию, состоящую из налегающих друг на друга пластов песчаника, мергеля и известняка. 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..., то такое воззрение справедливо *только для очень ограниченной местности*» (курсив мой. – С. Р.). И далее – его знаменитый результат: «...это дает право поставить тезис, по-видимому, парадоксальный: *общепринятое убеждение в последовательности образования последовательно друг на друга налегающих слоев – неверно*» (курсив Головкинского. – С. Р.) [Там же, с. 125].

Нами было показано [Романовский С. И., 1979 г.], что на самом деле тезис Н. А. Головкинского, конечно, не парадоксальный. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить масштабы возрастного скольжения в пределах единичного слоя с разницей во времени образования смежных слоев, поскольку первое, что приходит в голову при знакомстве с теорией

* Это очень важная мысль, в которой содержится самая суть теории Н. А. Головкинского: о возрастном скольжении имеет смысл говорить только в масштабах бассейна седиментации или его крупных частей, а в пределах единичного разреза или близко расположенных разрезов оно, естественно, не фиксируется. В этом мы убедимся в следующем разделе главы.

Н. А. Головкинского, – ее кажущееся противоречие принципу Стенона. В чем же это противоречие? В том, что Н. А. Головкинский утверждал: при образовании «самого нижнего слоя» *существовали* будущие «верхние слои», но они еще не располагались в вертикальной последовательности, а были лишь упорядочены по латерали. В процессе же наложения фациальных зон уже фиксировалась слоистость, но так как слой, согласно такой схеме, оказывается разновозрастным в разных своих частях, то отсюда и вытекал вывод, якобы противоречащий принципу Стенона: верхние слои могут оказаться древнее нижних.

Мы установили также [Романовский С. И., 1979 г.], что хотя каждый слой, как это следует из теории Н. А. Головкинского, является образованием разновременным, но эта разновременность оказывается всегда меньше той, которой оценивается стратиграфическая упорядоченность слоев. И поэтому любой вышележащий слой миграционного типа всегда будет моложе нижележащего, т. е. латеральный градиент разновозрастности всегда меньше вертикального (стратиграфического) градиента, и принцип Стенона теорией Н. А. Головкинского не отвергается.

Есть, однако, вопрос, который остается неясным, если рассматривать только модель Н. А. Головкинского, без ее дальнейшего уточнения и развития. Мы имеем в виду появление резких границ раздела между слоями. При плавном и непрерывном развитии процесса, как это допускал Н. А. Головкинский, разные в литологическом отношении осадки действительно образуют вертикальную последовательность, но при этом границы раздела должны быть смазанными. На это обращали внимание Н. Б. Вассоевич [1950 г.], И. А. Вылцан [1974 г.] и другие геологи. В чем тут дело? Что следует изменить в базовой модели миграционной слоистости Н. А. Головкинского, чтобы она объясняла и возможность появления резких границ раздела между слоями?

Совершенно очевидно, что ответ на этот вопрос надо искать в соотношении скоростей двух одновременно протекающих процессов: накопления осадков определенного литологического состава на разном удалении от береговой линии и миграции самой береговой линии бассейна. При этом возможны два принципиально разных подхода к решению задачи: во-первых, можно считать эти скорости разными, а сами процессы – равномерно протекающими во времени; во-вторых, можно считать, что процессы неравномерны во времени и реализуются тоже с неодинаковыми скоростями. Легко понять, что критериев (кроме рассуждений общего плана), которые позволили бы предпочесть один из этих подходов, нет. Можно, правда, допустить резкое преобладание скорости накопления осадков над скоростью перемещения береговой линии, чтобы и при равномерно протекающих процессах появились границы раздела между слоями за счет размыва части осадков. И все же первый подход требует для своего обоснования больших натяжек и гипотетических допущений.

Поэтому мы остановимся на втором подходе, т. е. будем считать, что и скорости накопления осадков v_{oc} , и скорость миграции береговой линии бассейна седиментации v_m резко неравномерны во времени. Причины, определяющие в каждый конкретный отрезок времени различие этих скоростей, различны. Скорость перемещения береговой линии зависит прежде всего от колебаний уровня моря, тогда как скорость накопления осадков определяется главным образом интенсивностью денудации (для терригенных осадков) и биопродуктивностью прибрежной зоны (для карбонатных накоплений). При этом развивающаяся трансгрессия (или регрессия) моря диктует порядок следования пород в пределах седиментационного цикла (согласно теории Н. А. Головкинского), тогда как образование слоев всегда реализуется *на фоне* перемещающейся береговой линии бассейна.

Для того чтобы уяснить механизм образования границ слоев, следует учесть, что при рассмотрении миграционной слоистости мы имеем дело с осадками прибрежной зоны моря, для которой характерны активная гидродинамика и как следствие, неоднократный перебив осадков. Поэтому скорость перемещения береговой линии надо сравнивать со скоростью аккумуляции осадков не непосредственно, а через величину, определяющую интенсивность смещения и смешения осадков шельфа, отнесенную к скорости аккумуляции. Одним словом, важно знать время, в течение которого *система седиментации*, генерирующая миграционную слоистость, находится в состоянии равновесия.

Попробуем это время выразить в явном виде. Пусть h_p – глубина размыва осадков под действием активной гидродинамики прибрежной зоны; n – частота таких размывов за какой-то отрезок времени. Тогда величина nh_p и определяет интенсивность смешения (при чистом размыве) или смешения со смещением осадков (при падении уровня моря). Отношение этой величины к скорости аккумуляции осадков v_{oc} и дает искомое время пребывания системы седиментации в состоянии равновесия, за которое и фиксируется граница раздела между слоями. Ясно, что при непрерывно развивающемся процессе эти границы не появлялись бы. Итак, время равновесия

$$T = nh_p/v_{oc} \quad (1)$$

(здесь единицы измерения: h_p , м; v_{oc} , м/10⁶ лет; T , год).

Проанализируем полученное соотношение. Если $h/h_p \sim v_{oc}$, то T достаточно велико (при $h_p = 0,01$ м, $n = 100$, $v_{oc} = 1$ м/10⁶ лет время $T = 10^6$ лет), т. е. в течение 1 млн лет осадконакопление отсутствует. Ясно, что в этом случае граница между слоями будет иметь уже стратиграфический смысл. Если $nh_p > v_{oc}$, то граница будет иметь либо чисто эрозионную, либо эрозионно-стратиграфическую природу. И лишь когда $nh_p < v_{oc}$, граница будет литологическая. Весь этот отрезок времени будет формироваться слой приблизительно однородного литологического состава.

Надо еще учесть тот факт, что, когда $nh_p < v_{oc}$ (ситуация близкая к той, которую рассматривал Н. А. Головкинский), при наложении осадков смежных фациальных зон границы раздела между слоями вблизи контакта этих зон будут действительно нечеткими, причем не в разрезе, а на схеме, изображающей кинематику этого процесса. Если же учесть, что однородная фациальная зона имеет достаточную протяженность вкrest береговой линии бассейна и что геологический разрез – это вертикальное сечение прибрежной зоны палеобассейна, то станет ясно, что граница раздела между слоями будет резкой не столько из-за условий протекания процесса (в данном случае), сколько потому, что несоизмеримы *размеры* смещения фациальных зон и протяженность каждой литологически однородной зоны. Поэтому в подавляющем большинстве случаев геологический разрез, рассекающий все отложения миграционного типа, проходит не через контакты фациальных зон, а через сами зоны. В тех же редких случаях, когда рассекаются именно контакты смежных осадков, то фиксируется зубчатое вклинивание слоев, что предусмотрел еще Н. А. Головкинский.

И еще один момент. Если для палеогеографических реконструкций важно знать соотношение скоростей (точнее, темпов) трансгрессий и регрессий моря (здесь возможны четыре варианта типа быстрая трансгрессия – быстрая регрессия, быстрая трансгрессия – медленная регрессия и т. д.), которыми предопределяются и площадь распространения морских отложений, и строение элементарных седиментационных циклов, то для уяснения механизма образования слоистости миграционного типа важны именно те характеристики, которые учтены нами при получении формулы (1).

Если еще раз вернуться к схеме Н. А. Головкинского и вдуматься в его «парадоксальный» тезис, то легко усмотреть в этом утверждении смысл *основного фациального закона*. На самом деле, если слои образуются не последовательно (слой за слоем), а в результате наложения смежных фациальных зон, что утверждал Н. А. Головкинский, то отсюда очевидным путем и вытекает содержание закона миграции фаций: *вертикальная стратификация пород в разрезе (в пределах единичного седиментационного цикла) должна повторять латеральное расположение фациальных зон вкrest простираия береговой линии бассейна седиментации*.

Важно еще отметить следующее. Закон миграции фаций получил статус «закона» не только потому, что он не противоречит наблюдениям (им не противоречат и многие другие генетические схемы), но главным образом вследствие конструктивно разработанной Н. А. Головкинским теории формирования слоистости миграционного типа. Ведь такая теория в принципе также могла бы оказаться непроверяемой (как, к примеру, проверить: равномерные или скачкообразные колебания земной коры предопределяют накопление слоев). Но этого не случилось: из теории Н. А. Головкинского однозначно вытекало новое, не известное ранее геологам явление – *возрастное скольжение геологических горизонтов*: петрографиче-

ских, стратиграфических и палеонтологических. (Кстати, и эти понятия ввел Н. А. Головкинский). Именно это следствие теории и оказалось непонятым многими ведущими геологами – современниками Н. А. Головкинского, а потому сама теория на долгие годы оказалась забытой. Когда же о ней вспомнили, то стали рассматривать ее только как одну из возможных схем слоеобразования, а закон миграции фаций необоснованно стали связывать с именами А. А. Иностранцева (он дал формулировку закона) и И. Вальтера, пришедшего к этому же открытию через 25 лет после Н. А. Головкинского [4].

Стратиграфы между тем доказали, что возрастное скольжение границ подразделений местных стратиграфических схем – не фантазия Н. А. Головкинского, а реальный факт, с которым необходимо считаться при корреляции разрезов. Подробному седиментологическому обоснованию этого факта будет посвящен заключительный раздел главы.

Вторым типом слоистости, на образование которой решающее влияние оказывают уже иные факторы, является слоистость, названная Н. Б. Вассоевичем [1948 г.] мутационной. Она формируется при постоянном положении береговой линии бассейна под действием в основном седиментологических факторов. Первая схема образования мутационной слоистости принадлежит А. А. Иностранцеву [2]. Ее он создал в качестве своеобразного *противопоставления* схеме Н. А. Головкинского, но не потому, что различал существование двух разных типов слоистости и соответственно двух различных механизмов их образования, а из-за непризнания теории Н. А. Головкинского. Миграционную и мутационную слоистость в те годы, разумеется, не различали.

В чем же заключается суть «альтернативной» концепции слоеобразования А. А. Иностранцева? Основной постулат: слоистость образуется в процессе смещения фациальных зон под действием колебательных движений земной коры – лежит в основе и схемы А. А. Иностранцева. Он отмечал, что сам факт существования колебательных движений земной коры геологам давно известен. Это, как заметил А. А. Иностранцев [2, с. 175], «аксиома геологии». Поэтому требовалось не просто увязать колебания дна бассейна со сменой фациальных обстановок осадконакопления, но вскрыть через эти факторы механизм слоеобразования, не приводящий к скольжению возраста по простиранию слоев. А. А. Иностранцев [2] делает следующие допущения:

- процесс слоеобразования протекает не непрерывно, а с паузами (или резкими уменьшениями скорости поступления в бассейн осадочного материала);

- слои образуются и фиксируются между этими паузами, а после окончания «паузы» дно вновь прогибается и весь шлейф осадков смещается вслед за наступающей на сушу береговой линией; за это время вновь поступивший в бассейн материал формирует новый слой и т. д.

Такие предпосылки приводят к тому, что слои формируются вкрест береговой линии, они как бы прислоняются к берегу, а потому, являясь одновременными образованиями, литологически оказываются неоднородными. Одновременности слоев и добивался А. А. Иностранцев, желая опровергнуть теорию Н. А. Головкинского. К этому же он и *приспособил* основные постулаты. Следует еще добавить, что вывод А. А. Иностранцева [3, с. 417] (который он сделал после анализа логики «возражающего») – «такое рассуждение (Н. А. Головкинского. – С. Р.) нисколько не подрывает общепринятого мнения о последовательном образовании последовательно налегающих друг на друга двух или нескольких пластов» – следует трактовать совсем в ином смысле, чем того хотел автор: «общепринятое мнение» действительно не подрывается, но не потому, что рассуждения Н. А. Головкинского неверны, а потому, что они не противоречат этому «мнению».

Однако, как бы то ни было, заслугой А. А. Иностранцева следует считать то, что он, пытаясь отвергнуть теорию Н. А. Головкинского и противопоставить ей свою концепцию слоеобразования, сам того не подозревая, своей схемой заложил основы понимания механизма формирования слоистости *мутационного типа*, поскольку его предположение о скачкообразном (с паузами) перемещении береговой линии для его схемы оказывается избыточным: ведь слои формируются между этими паузами, а значит, перемещение береговой линии на сам процесс слоеобразования влияния не оказывает. Это как раз тот механизм, которым в настоящее время объясняется кинематика мутационного слоеобразования.

К мутационной относится слоистость глубоководных терригенных, карбонатных и терригенно-карбонатных накоплений континентального склона, континентального подножия и абиссальных равнин океанов, а также отложений подводных каньонов, глубоководных конусов выноса и желобов. С литогенетических позиций к мутационной следует относить слоистость всех разновидностей турбидитов, ленточных глин, контуритов, красных глубоководных глин, терригенно-кремнистых осадков, радиоляритов и т. п.

Механизм, предопределяющий образование слоев мутационного типа, предусматривает резкое различие в скорости доставки материала и скорости его перераспределения в зонах аккумуляции, что обеспечивается свободным осаждением частиц из полифракционных смесей. В результате в разрезе фиксируется резкая граница между элементарными седиментационными циклами и лишь условная граница между слоями внутри цикла. По такой схеме возникает слоистость в турбидитах. Эти различия могут быть обусловлены и ежегодными климатическими колебаниями, что характерно для образования мутационной слоистости ленточных глин.

Седиментологические основы возрастного скольжения слоев

Понять смысл возрастного скольжения поверхностей раздела слоев миграционного типа проще всего можно из следующего отвлеченного примера. Если представить, что строительство железнодорожной магистрали Москва – Владивосток началось в Москве и продолжалось последовательно вплоть до конечного пункта – Владивостока, то хотя вся магистраль является конструктивно однотипной, тем не менее ее «возраст» в разных частях различный: она постепенно «молодеет» от Москвы до Владивостока, а время строительства будет означать величину изменения возраста. Из этого примера ясно, что скольжение возраста границ слоев или свит определяется только одним главным фактором – механизмом, регулирующим накопление слоев, причем этот механизм зависит не от процессов, происходящих в самом бассейне, а от *внешних* по отношению к системе седиментации факторов, предопределяющих изменение во времени ее пространственных очертаний. Это то, что касается кинематики возрастного скольжения, на ней мы еще остановимся.

Практически же приращение возраста могут «поймать» только стратиграфы, ибо оно слишком мало для каждого отдельного слоя, однако, накапливаясь в масштабе свиты, становится ощутимым для методов детальной биостратиграфии. Стратиграфы рассуждают просто и справедливо: если нет достоверных данных о разновременности, то объекты *считаются* одновременными [Мейен С. В., 1974 г.; Зубаков В. А., 1978 г.]. Правда, так рассуждают теоретики. Стратиграфам-практикам диахронные границы свит мешают, ибо существенно при этом усложняется корреляция разрезов и очень трудно оказывается увязать между собой местные стратиграфические схемы. Поэтому многие стратиграфы, вопреки очевидности, все еще пытаются доказать тезис о непременной изохронности границ свит вне зависимости от их состава и механизма образования составляющих свиты отложений [Мирошников А. Е., 1974 г.].

И все же даже практика стратиграфических исследований убедительно доказывает: границы свит с миграционным типом слоистости «скользят» во времени, и тем сильнее, чем на большем расстоянии они прослеживаются. В тех районах, где стратиграфия, если можно так выразиться, более ответственная, где от принятых границ местных подразделений зависит конкретизация поисково-разведочных работ (как в Западной Сибири, например), диахронность свит перестала быть исключением из правила; скорее наоборот – изохронные границы требуют специальных доказательств [Трушкова Л. Я., 1975 г.].

Особенно много примеров скольжения возраста границ свит дает детальная стратиграфия осадочного чехла Западно-Сибирской плиты. Здесь возрастная миграция характерна для большинства свит неокома [Гольберт А. В., Гурари Ф. Г., Климова И. Г., 1971 г.]; она фиксируется чисто био-

стратиграфически – детальной возрастной привязкой неокомских аммонитов. Приращение возраста по латерали получается достаточно большим – до двух-трех ярусов. С. П. Булытников, А. В. Гольберт и др. [1971 г.] зафиксировали также скольжение возраста так называемого циренового горизонта в результате медленно развивавшейся регрессии позднеюрского – неокомского морского бассейна Западно-Сибирской плиты. С юга (от Петропавловска) на север (до Тобольска) возраст этого горизонта омолаживается от конца раннего валанжина до конца раннего готерива или даже до позднего готерива. Авторы делают вывод, что общая регрессия неокомского бассейна началась в Западной Сибири в конце раннего валанжина.

К близкому выводу пришла в результате своих детальных исследований Л. Я. Трушкова [1970 г.]. Она считает даже, что положение всех стратиграфических таксонов в пределах Западно-Сибирской плиты подчиняется закону диахронности границ [Трушкова Л. Я., 1973 г.]. По ее данным кровля тарской свиты омолаживается с юго-востока (Пыль-Караминский мегавал) на северо-запад (Ларь-Еганский вал), причем в единицах Международной стратиграфической шкалы изменение возраста соответствует объему всего валанжина, т. е. равняется 8-10 млн лет. Большое число примеров диахронных поверхностей границ свит на Западно-Сибирской плите привел в своей работе В. А. Мартынов [1980 г., с. 84-85]. Он справедливо отмечает, что возрастное скольжение геологических границ все еще оценивается некоторыми исследователями (например, [Косыгин Ю. А., Салин Ю. С., 1979 г.]) как «неприятное открытие для геологов», которое, несмотря на его строгую доказанность и физическую очевидность, все же предлагается считать «исключением из общего правила».

Между тем скорее верно обратное: не диахронность, а изохронность границ свит с миграционным типом слоистости является исключением, да и то чисто практически, пока нет методов, которые были бы в состоянии поймать градиент скольжения. Физически обоснованный механизм слоеобразования, из которого как следствие и вытекает неизбежное изменение возраста по простиранию слоя, позволил ввести в теоретическую стратиграфию специальный принцип, названный в честь Н. А. Головкинского. Следуя этому принципу, необходимо особо тщательно обосновывать не диахронность, а изохронность поверхностей раздела подразделений местных стратиграфических схем. «Принцип должен быть исходной позицией, а не предметом доказательства», – верно отметила Л. Я. Трушкова [5, с. 66].

Наиболее обоснованно диахронность границ свит устанавливается при детальном палеоэкологическом анализе целых бассейнов осадконакопления. Так, Дж. Харст [Hurst J. M., 1975 г.] изучал изменчивость фауны и состава отложений Уэллского бассейна раннесилурийского возраста и пришел к выводу, что кровля формации венлокского известняка омолаживается в южном направлении; по его мнению, это связано с медленно раз-

вивавшейся обширной морской трансгрессией. Скорость трансгрессии в процессе омоложения имеет решающее значение.

Прежде чем разбираться в кинематике процессов, приводящих к скольжению возраста поверхностей раздела слоев и свит, попробуем осмыслить это явление с формальных позиций и уяснить те характеристики (палеонтологические и седиментологические), от которых в первую очередь зависит масштаб явления.

Введем такое определение: геологический процесс будем считать одновременным, если совпадает *геологическая* датировка его начала и конца. Это определение, противоречащее физической стороне явлений, тем не менее с геологических позиций представляется единственно возможным. На самом деле, если представить себе протекание любого процесса в обычном физическом времени, то его начало и конец никогда не совпадут уже хотя бы потому, что мы имеем возможность определить завершение процесса и тем самым оценить его длительность. Отсюда следует очевидный вывод: рассуждения теоретиков стратиграфии о физическом времени и его противопоставлении времени геологическому являются *несостоятельными* уже в самой своей основе, поскольку все зависит от часов, которыми измеряется время, и от их точности.

Согласно введенному нами определению, палеобиологические (палеонтологические) и даже радиологические часы не показывают время протекания процесса, а лишь упорядочивают события, которые стратиграфы своими методами распределяют по шкале времени. Поэтому время в стратиграфических классификациях является *выводной* характеристикой; не оно лежит в основе рассуждений о синхронности или асинхронности образования стратиграфических объектов, а наоборот, – время как научная категория появляется лишь тогда, когда синхронность (или асинхронность) доказана иными методами, прежде всего палеонтологическими. Это то, что касается реальных стратиграфических исследований.

Если же не абстрагироваться от условий образования осадочных толщ, расчлененных по фауне на свиты, и не только связать изменение фауны в разрезе с фациальной изменчивостью осадков (что делалось и делается в классической биостратиграфии), а попытаться построить седиментологические модели, в которых будут учтены и скорость накопления осадков, и направленность миграции береговой линии бассейна (тоже в единицах скорости), и целый ряд других характеристик, то время в таких построениях будет уже фигурировать в *явном виде* и откроется возможность обоснованно судить о темпах реализации процессов в физически осмысленных категориях.

Однако такой (наиболее, кстати, строгий с научных позиций) подход приводит к выводу, что *синхронными могут быть только независимые события*, которые являются реализациями разных процессов. А поскольку о сопоставляемых стратиграфическими методами объектах этого не ска-

жешь, то теоретически они а priori не могут считаться синхронными. Их «практическая синхронность», повторяем, не обусловлена одновременностью образования коррелируемых объектов, а индуцирована точностью методов датировок. З. Н. Пояркова и Б. В. Поярков [1980 г., с. 69] совершенно точно заметили, что «благодаря относительности понятия «одновременность» одни и те же события по одной частной геохронологической шкале могут быть одновременными, а по другой – разновременными. Установить абсолютную одновременность в замкнутых системах физически невозможно».

Теперь обратимся к формальному определению понятия о возрастном скольжении. Пусть ΔT – наименьшее подразделение Международной стратиграфической шкалы (МСШ), имеющее временную датировку. Это – геологические века. Пусть в разрезах $i_1, i_2 \dots i_n$ установлен возраст стратиграфического подразделения $t_{i1}, t_{i2} \dots t_{in}$. Если при этом $t_{i1} = t_{i2} = \dots = t_{in}$, то будем считать это подразделение одновременным, а события, зафиксированные в разрезах $\overline{i_1, i_n}$, – синхронными. Если же $t_{in} - t_{i1} = \Delta t > 0$, то мы имеем право говорить об изменении возраста этого подразделения, т. е. о возрастном скольжении. Но если при этом $\Delta t < \Delta T$, то такое возрастное скольжение стратиграфическими методами не может быть установлено. И только когда $\Delta t \geq \Delta T$, возрастное скольжение, как говорят стратиграфы, можно «поймать».

Седиментологическая трактовка данного явления вытекает из теории слоеобразования Н. А. Головкинского. Из этой же теории следует, что градиент изменения возраста является (кроме прочих факторов) функцией от угла α расположения разреза по отношению к древней береговой линии бассейна. Если разрез параллелен береговой линии ($\alpha = 0$), то градиента изменения возраста не существует ($\Delta t = 0$); градиент Δt достигает максимального значения, когда разрез перпендикулярен к древней береговой линии.

Надо указать еще на одно важное следствие этой теории, которое также дает седиментологическое объяснение механизма, предопределяющего возрастное скольжение границ раздела слоев. Так как градиент возраста может фиксироваться только применительно к слоистости миграционного типа, то он возникает лишь в том случае, если время продвижения береговой линии в глубь континента достаточно велико, т. е. когда трансгрессия развивается *медленно*, не вызывая существенных перестроек фациальных зон бассейна. Это и приводит к тому, что литологически однотипные комплексы пород (например, свиты или формации) имеют существенно разную палеонтологическую датировку в удаленных друг от друга разрезах. Важно и то, чтобы скорость аккумуляции осадков была бы соизмерима со скоростью развития трансгрессии; тогда на протяжении длительного времени сохраняются неизменными физико-геологические и биологические условия в бассейне. Все эти положения на чисто эмпирическом уровне иллюстрирует рис. 1, где показаны скользящие во времени

границы формаций в неокоме для южной половины Западно-Сибирской плиты, что явилось результатом медленно развивавшейся регрессии неокомского морского бассейна.

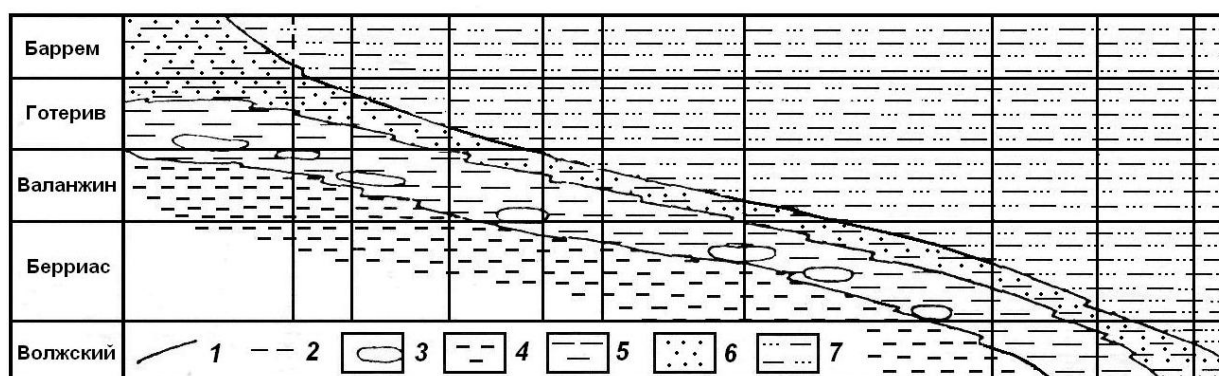


Рис. 1. Корреляционный профиль, показывающий соотношение формаций и ярусов в неокоме южной половины Западно-Сибирской плиты [5]:

1-2 – границы: 1 – формаций, 2 – ярусов и зон; 3 – предполагаемый размыв; 4-7 – формации: 4 – баженовская (баженовская, тутлеймская и мулымьинская свиты), 5 – куломзинская (куломзинская, ахская и алясовская свиты), 6 – тарская (тарская, максимовская, черкашинская и низы леушинской свиты), 7 – киялинская (киялинская и илекская свиты)

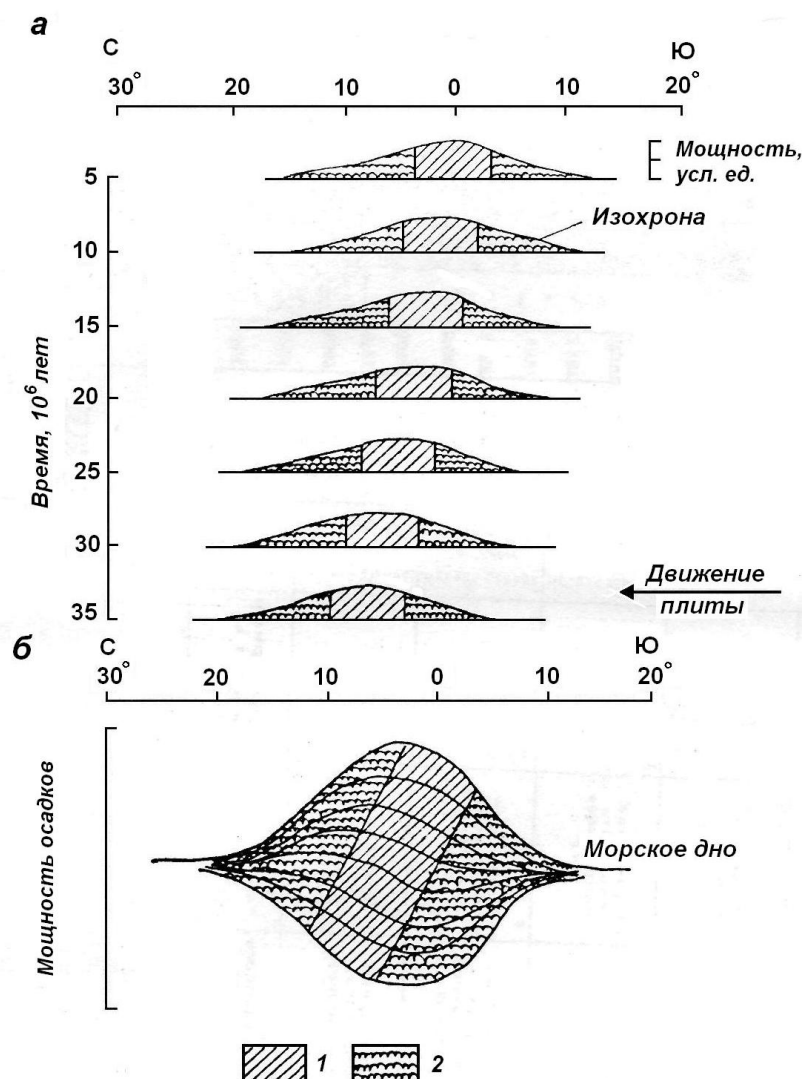
Еще более наглядно чисто седиментологический механизм возрастного скольжения можно уяснить с позиций тектоники плит, поскольку для кинематики процесса не имеет значения, под влиянием каких *сил* смещаются в пространстве зоны накопления литологически однотипных осадков. Несущественно также, происходит ли при этом трансгрессивное развитие процесса (классический вариант Н. А. Головкинского) или идет латеральная миграция плиты от зоны раздвига в районе срединно-океанического хребта (плейт-тектоническая трактовка процесса). И в той и в другой интерпретации возраст литологически однородных комплексов будет меняться в направлении перемещения субстрата: при трансгрессии он будет омолаживаться, а при регрессии – удревняться. Плейт-тектонический механизм этого явления описан в главе 1.* Здесь лишь отметим, что возрастное скольжение границ литологических комплексов в рамках тектоники плит является не предметом дискуссии, а надежно установленным фактом, опирающимся на данные глубоководного бурения [Berger W. H., 1974 г.].

Проиллюстрируем это таким наглядным примером [7]. Движение в северном направлении Тихоокеанской плиты приводит к смещению в том же направлении экваториальных осадков в восточной части Тихого океана; изучались акустически прозрачные осадки постэоценового возраста (рис. 2). Видно, что между любыми двумя сечениями севернее экватора

* Цитируемой работы.

Рис. 2. Схематическая модель, объясняющая появление изохрон и фациальных границ в пределах Тихоокеанского экваториального пояса пелагических осадков [7]:

Фации: 1 – ортоэкваториальные (карбонатно-кремнистые циклические отложения), 2 – параэкваториальные (кремнистые оозы)



возраст древних экваториальных осадков будет различным (рис. 2, а), если только две точки не попадают точно на линию палеоэкватора. Хорошо также видно, как сильно меняется возраст литологически однородных осадков экваториального пояса за время движения Тихоокеанской плиты после эоцена. Трудно удержаться еще от одного сравнения: «цикл» отложений на рис. 2, б в точности соответствует рисовке «геологической чечевицы» Н. А. Головкинским, который совершенно из других, разумеется, соображений пришел к аналогичным результатам. Интересно, конечно, получить аналитическую взаимосвязь важнейших характеристик процесса, от которых зависит скольжение в пространстве возраста границ литологических (и стратиграфических) подразделений разреза. Причем таким образом, чтобы именно *время* было функцией этих характеристик. Близкие по смысловой постановке задачи решали С. Е. Сакс [1978 г.], У. Питмен [Pitman W. C. III, 1978 г.], А. С. Девдариани и С. Е. Питовранов [1981 г.] и ряд других исследователей. Мы попытаемся учесть то рациональное в этих разработках, что соответствует нашей цели. У. Питмен [Pitman W. C. III, 1978 г.], а также А. С. Девдариани и С. Е. Питовранов [1981 г.] моделиро-

вали эволюцию континентальных окраин атлантического типа. При этом в работе А. С. Девдариани и С. Е. Питовранова [1981 г.] отдано предпочтение чисто литодинамическим процессам, т. е. осаждению осадков из основной толщи океана и их переносу на более низкие гипсометрические уровни; собственные же движения субстрата, а также колебания уровня океана в модели не учитывались. К тому же время в этой модели рассматривается лишь в плане задания условий поступления обломочного материала в контактную зону. Поэтому хотя кинематика рассматриваемого авторами процесса близка к той, которая нас интересует, тем не менее из их задачи оценить в явном виде градиент изменения возраста «слоев» перпендикулярно к береговой линии не удастся.

Более близкую нашей теме задачу решал С. Е. Сакс [1978 г.]. Он рассматривал условия накопления слоистых толщ осадков на шельфе, при этом важнейшим гидродинамическим фактором считалось волновое перераспределение обломочного материала по профилю подводного склона; вынос же материала вниз по склону разрывными течениями и мутьевыми потоками не учитывался. В отличие от модели А. С. Девдариани и С. Е. Питовранова [1981 г.], в модели С. Е. Сакса хотя и опосредованно, но все же фиксируются контролирующие седиментогенез факторы: колебания уровня моря и тектонический режим побережья.

Интересно и то, что в модель С. Е. Сакса введено представление о гидродинамически однородных зонах, в пределах которых изменения придонных скоростей незначительны. Ширина этих зон прямо зависит от гидродинамической активности шельфа и от уклона дна: она наименьшая на мелководье и возрастает с приближением к бровке шельфа. Основной конструктивный смысл этого понятия заключается в том, что с его помощью удастся конкретизировать представление о скорости аккумуляции осадков. Действительно, поскольку каждая гидродинамически однородная зона является аккумулятором лишь узкой части фракционного спектра осадков, то скорость осадконакопления будет зависеть не только от интенсивности поступления кластики с побережья, но и от ширины этой зоны.

С. Е. Сакс [1978 г.] показал, что если x – расстояние произвольной точки дна от берега, а y – ее относительная высота, то в процессе накопления осадков положение берегового профиля со временем будет меняться; поэтому y есть функция двух переменных: расстояния от берега x и времени t . Тогда сечения двумерной функции $y(x, t)$ в произвольные моменты времени U дают ряд профилей $y(x, t_i)$, отражающих распределение в разрезе изохронных границ. Процесс формирования осадочного слоя при выбранных допущениях описывается уравнением

$$\frac{\partial y}{\partial t} - \alpha p(H) \frac{\partial y}{\partial x} = 0. \quad (2)$$

Здесь α – коэффициент, характеризующий общую интенсивность питания осадочным материалом (в данном случае α играет роль масштабного мно-

жителя); $p(H)$ – распределение плотности потока осадочных частиц на подводном склоне.

С. Е. Сакс учел в своей модели возможные колебания уровня моря, изменения гранулометрического спектра частиц, поступающих на подводный склон. Эти усложнения модели не позволяют найти аналитическое решение уравнения (2), зато они приближают модель к реальной ситуации. Уравнение (2) решалось С. Е. Саксом численными методами на ЭВМ. Мы обратили внимание на эту модель потому, что она дает наглядное представление о механизме образования последовательности слоев на подводном склоне; из нее же следует, что границы таких слоев *обязаны быть разновозрастными*, ибо изохронными поверхностями задаются не границы слоев, а положение поверхности склона. Однако получить конкретные оценки t как функции, например, расстояния данного сечения (разреза) от береговой линии из этой модели (без дополнительных ограничений) не удастся.

Это позволяет сделать модель У. Питмена [Pitman W. С. III, 1978 г.]. Он, как мы уже отметили, изучал закономерности тектонической и седиментологической эволюции континентальных окраин атлантического типа при условии колебаний уровня моря, погружения бровки шельфа, изменений во времени скоростей аккумуляции и денудации осадочного материала. Его модель иллюстрирует рис. 3. Самым интересным и полезным для нас в этой модели является то, что в ней впервые в явном виде учтены все те характеристики стратоседиментогенеза, которые до этого если и принимались во внимание, то только в качестве описательной иллюстрации тех или иных схем. Кроме того, хотя в модели У. Питмена собственно процессы слоенакопления не рассматриваются, тем не менее именно эта модель дает возможность оценить изменение возраста осадков как функцию расстояния от некоторой неподвижной оси, определяющей как бы границы «системы седиментации» со стороны континента.

Рассмотрим более внимательно взаимосвязь учитываемых в модели характеристик. Предполагается, что скорость осадконакопления регулируется данной системой таким образом, что, несмотря на понижение прибрежной зоны, ее уклон $S_{ш}$ остается неизменным. Кроме того, скорость прогибания плиты у неподвижной оси равна нулю, при $x = D$ она равна скорости погружения бровки шельфа $R_{ш}$, а при $x < D$ эту скорость можно вычислить из соотношения $(x/D)R_{ш}$. Если те же рассуждения повторить относительно береговой линии, то уменьшение скорости погружения плиты будет равно $(x_6/D)R_{ш}$. И наконец, последнее вполне разумное допущение касается соотношения скоростей накопления осадков и аккумуляции в пределах всей рассматриваемой системы седиментации. Чтобы осадконакопление в среднем превышало эрозию осадков, добавляется некая константа седиментации S . Тогда ясно, что

$$\frac{d_{сед}}{dt} = \frac{x}{D} R_{ш} - \frac{x_6}{D} R_{ш} + S. \quad (3)$$

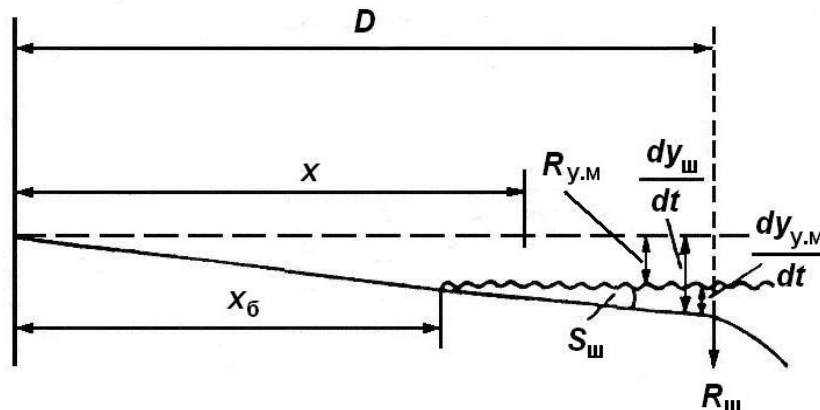


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая условия перемещения береговой линии бассейна седиментации открытого типа [Pitman W. C. III, 1978 г.]:

расстояния: D – от условной неподвижной оси до края шельфа, $x_б$ — от оси до береговой линии, x – от оси до некоторой точки на шельфе; $S_ш$ — уклон шельфа; $R_ш$ — скорость прогибания края шельфа относительно горизонтальной плоскости, проходящей через осевую линию; $R_{y.м}$ — скорость изменения уровня моря относительно горизонтальной плоскости; $dy_ш/dt$ — скорость вертикальных движений поверхности шельфа относительно горизонтальной плоскости; $dy_{y.м}/dt$ — скорость повышения уровня моря относительно поверхности шельфа

Примем, как это сделано в модели У. Питмена, что скорость осадконакопления в разных частях системы седиментации регулируется таким образом, что, во-первых, уклон поверхности шельфа остается постоянным, и, во-вторых, эта скорость растет от точки нулевой седиментации (вблизи берега моря) в сторону погружения шельфа. Ясно, что при этом продвижение береговой линии в глубь суши (или наоборот) будет зависеть от соотношения чисто «тектонических скоростей»: вертикальных колебательных движений поверхности шельфа относительно горизонтальной плоскости, проходящей через осевую линию ($dy_ш/dt$), и колебаний уровня моря относительно поверхности шельфа ($dy_{y.м}/dt$). Именно эти скорости регулируют в конечном итоге направление развития системы седиментации: трансгрессивное или регрессивное. Ими же определяется и величина изменения возраста отложений вкост береговой линии бассейна.

Общее дифференциальное уравнение, генерирующее, по У. Питмену, тектоно-седиментологическую эволюцию континентальных окраин атлантического типа, или, в наших терминах, трансгрессивную направленность развития системы седиментации, будет иметь вид

$$\frac{\partial x_б}{\partial t} = \frac{R_{y.м}}{S_ш} - \frac{x}{D} \frac{R_ш}{S_ш} + S. \quad (4)$$

Решением этого уравнения будет величина, определяющая положение береговой линии бассейна $x_б$ через достаточно продолжительный отрезок времени T , т. е.

$$x_6 = R_{y.m} \frac{D}{R_{ш}} + S \frac{D}{R_{ш}} - \left(R_{ш} \frac{D}{R_{ш}} + S \frac{D}{R_{ш}} - x_{61} \right) \times \exp \left(-\frac{TR_{ш}}{DS_{ш}} \right); \quad (5)$$

здесь x_6 – начальное положение береговой линии, когда $T = 0$.

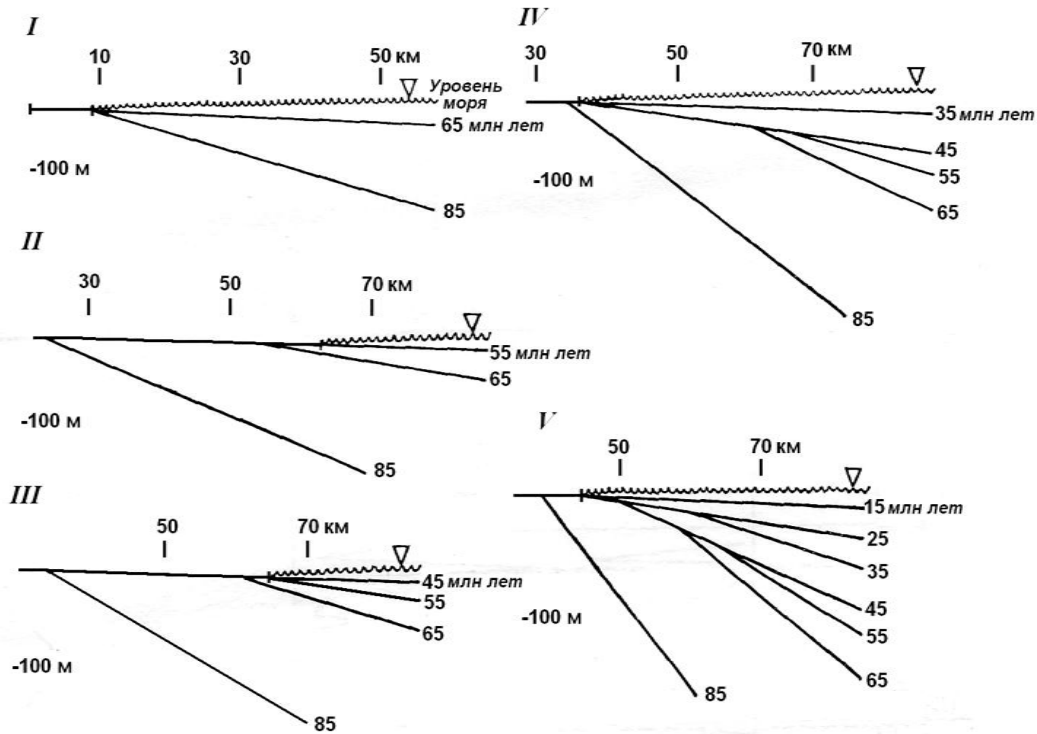


Рис. 4. Гипотетические стратиграфические разрезы для последовательных шагов изменения времени T от 15 до 85 млн лет [Pitman W. С. III, 1978 г.]

Из формулы (5) найдем интересующее нас время T . Оно и будет соответствовать изменению возраста отложений вкrest береговой линии бассейна:

$$T = -\frac{D}{R_{ш}} S_{ш} \ln \left[\frac{R_{y.m} \left(\frac{D}{R_{ш}} \right) + S \left(\frac{D}{R_{ш}} \right) - x_6}{R_{y.m} \left(\frac{D}{R_{ш}} \right) + S \left(\frac{D}{R_{ш}} \right) - x_{61}} \right]. \quad (6)$$

Однако границы фациальных зон в бассейне и границы накапливающихся в процессе прогибания дна слоев определяются изменением во времени положения береговой линии. Поэтому именно это положение и определяет при таком развитии стратоседиментогенеза изменение возраста отложений за время T .

Если положить $S = 0$; время T достаточно большим, например 10^7 лет; $D = 250$ км ($250 \cdot 10^5$ см), уклон шельфа $S_{ш} = 1 : 5000$, скорость погружения бровки шельфа $R_{ш} = 2,5$ см/1000 лет, то

$$\exp \left(-\frac{TR_{ш}}{DR_{ш}} \right) = \frac{1}{148},$$

и тогда $x_6 \sim R_{y.m} (D/R_{ш})$. (7)

Следовательно, при вполне реальных значениях T , D , S и $R_{ш}$ положение береговой линии будет зависеть только от соотношения трех перемен-

ных: скорости изменения уровня моря, расстояния бровки шельфа от неподвижной оси и скорости тектонического погружения шельфа.

На рис. 4 показаны гипотетические стратиграфические разрезы, построенные в соответствии с моделью У. Питмена по фактическим данным развития атлантических окраин за последние 85 млн лет, т. е. в соответствии с установленными за это время колебаниями уровня моря (точнее, со снижением его уровня). Локальные замедления темпа региональной регрессии обусловили изломы прямых на этом рисунке.

Таким образом, любые аналитические модели такого вида, как схема У. Питмена, показывают, что скольжение возраста стратиграфических единиц разреза является неизбежным следствием миграции береговой линии бассейна. Эти модели не могут, разумеется, дать рецептов на все случаи для оценки $\Delta T = f(D)$ (это дело детальной биостратиграфии), однако становится ясной физика этого процесса, выявляются факторы, от которых зависит направление его развития. Как следствие этого необходимо признать, что изменение возраста поверхностей раздела свит, имеющих слоистость миграционного типа, т. е. подавляющего большинства отложений платформенного типа и шельфовых зон пассивных окраин, является не исключением из общего правила, а неизбежным следствием стратоседиментогенеза миграционного типа.

Библиографический список

1. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб, 1868. 143 с.
2. Иностранцев А. А. Геологические исследования на севере России в 1869 и 1870 гг. СПб, 1872. 179 с.
3. Иностранцев А. А. Геология. Т. 1. СПб, 1885. 494 с. 1914 (5-е изд.). 592 с.
4. Романовский С. И. Динамические режимы осадконакопления Циклогенез. Л.: Недра, 1985. 263 с.
5. Трушкова Л. Я. Принципы стратиграфии и региональные корреляционные стратиграфические схемы (на примере мезозоя Западно-Сибирской плиты) // Труды СНИИГТИМС, 1980, вып. 282, с. 65-78.
6. Veda C. Новый взгляд на Землю. М.: Мир, 1980. 214 с.
7. Berger W. H., Winterer E. L. Plate stratigraphy and the fluctuating carbonate line.— In: Pelagic Sediments: Land, and Sea. Oxford e. a., 1974, p. 11-48.

ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ

Предыдущим разделом, естественно, не исчерпывается полный разбор идей, вытекающих из основной работы Н. А. Головкинского: геология, как и любая отрасль знания, не стоит на месте и постоянно обогащается новыми наблюдениями и фактами. Что касается прошедшего времени, то у составителей издания была естественная мысль о создании некоторого перечня работ, в которых в те или иные годы анализировались идеи Н. А. Головкинского. Однако, во-первых, этот перечень уже частично содержится в работах С. И. Романовского, фрагменты которых приведены выше. Во-вторых, *полный* список работ был бы попросту невозможен, поскольку рассматриваемая проблема является своего рода краеугольным седиментологическим «камнем», на котором базируется все литологическое здание. Наконец, в-третьих, эта задача попросту не ставилась изначально, потому что главной идеей работы было репринтное воспроизведение основополагающего издания.

В отношении же современного звучания идей, заложенных в труде Н. А. Головкинского укажем, что среди их многовекторности одним из весьма значащих оказалось плейт-тектоническое направление, разобранные С. И. Романовским (см. предыдущий раздел). В то же время им одним, естественно, спектр не ограничивается, и составители взяли на себя ответственность поместить в завершающем разделе две небольшие уже *опубликованные* работы. Их выбор имеет неизбежно субъективный характер, поскольку, как отмечено выше, проблематике, вытекающей из закона Головкинского, посвящено огромное количество публикаций. Единственным «оправданием» помещения именно этих статей является место работы их авторов. Это Казань, где написана и защищена диссертационная работа Н. А. Головкинского, и Екатеринбург, где спустя 140 лет публикуется ее репринтное воспроизведение.

ФАЦИАЛЬНО-ЦИКЛИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИГЕННЫХ
ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ТОЛЩ – ПРИМЕР СИНТЕЗА
ПРИНЦИПОВ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО И А. ГРЕССЛИ
В «БАССЕЙНОВОЙ» СТРАТИГРАФИИ*

В. П. Алексеев¹, Э.О. Амон²

¹Уральский гос. горный университет, г. Екатеринбург, Россия

²Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

The facial-cyclic analysis of terrigenous intercontinental sediments
– an example of synthesis of N. A. Golovkinsky and A. Gressly principles
in "basin" stratigraphy

V. P. Alexeev¹, E. O. Amon²

¹Urals State Mining University, Ekaterinburg, Russia

²Institute of Geology and Geochemistry, Ekaterniburg, Russia

Abstract. The preferability of acceptance of several principles in general stratigraphy is regarded. Two of them – 1) age migration of layers borders (N.A. Golovkinsky principle) and 2) facial differentiations of one-age layers (A. Gressly one) are complimentary each other. Their synthesis is most successfully embodied in the facial-cyclic analysis, elaborated by Yu.A. Zhemchuzhnikov and colleagues (1959). The using of this synthesis allows to reduce to a minimum the variability in definition of stratigraphic boundaries for intercontinental compound rock masses. The last one finds confirmation by consideration of sedimentogenic processes from nonlinear positions.

Вплоть до настоящего времени не сформулировано единое мнение об *основных принципах стратиграфии*. Так, Ю. Б. Гладенков вообще приходит к мнению, что «...может быть, ... в основе стратиграфии лежит *один* принцип..., который отражает, с одной стороны, историческую последовательность стратонов, а с другой – неповторимость их признаков...» [3, с. 9]. Более приемлемой представляется позиция Д. Л. Степанова и М. С. Месежникова, охарактеризовавших в своей работе (вслед за Т. Николовым, 1977) девять основных принципов стратиграфии. В силу тройственного деления они могут рассматриваться как принципы биостратиграфии, литостратиграфии и «общие для обоих направлений». Несомненно, привлекает внимание и общее заключение по предложенному делению: «... даже если некоторые из них (принципов. – В. А., Э. А.) могут с известным основанием рассматриваться как производные от других более общих, главных или основных, то придание им ранга самостоятельных принципов будет, на наш взгляд, содействовать их конкретизации и тем самым облегчит их использование в практической работе стратиграфа» [10, с. 32].

Из девяти принципов «чисто» литологическим является принцип возрастной миграции граничных поверхностей Н. А. Головкинского, и

* Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли: Труды Междунар. науч. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. С. 55-61.

преимущественно литологическим – принцип фациальной дифференциации разновозрастных отложений А. Грессли. Их глубинная сущность основана на общеметодологическом принципе актуализма Ч. Лайеля, без принятия которого генетические исследования в геологии теряют смысл, в силу невозможности их прямой верификации.

Фактически принципы Головкинского и Грессли взаимодополняют друг друга, реализуясь в едином *законе всеобщности циклической седиментации* [2, с. 205]. Учению о цикличности осадочных толщ посвящено огромное количество исследований и, соответственно, литературы разного рода и содержания. Отметим здесь основное.

Синтез принципов Головкинского и Грессли в полной мере и наилучшим образом осуществлен в *фациально-циклическом анализе* терригенных (угленосных) отложений, разработанном группой геологов под руководством Ю. А. Жемчужникова на материале среднего карбона Донецкого бассейна [12]. В последующем он использован при изучении многих осадочных толщ, пройдя разностороннюю верификацию; апробирован нами при изучении глубокозалегающих нефтегазоносных отложений [1, 10].

При этом, если принцип фациальной дифференциации (Грессли) в общем-то никем из стратиграфов не оспаривался, то принцип скольжения границ (Головкинского) практическая стратиграфия, как правило, старалась «не замечать», поскольку тем самым ограничивалась, а часто попросту дезавуировалась разновозрастность границ главных местных стратон – *свит*. Такое умолчание распространялось и на предложения об использовании *цикло(ритмо)стратиграфических* подразделений, хотя уже более 30 лет назад было совершенно ясно следующее: «... наиболее перспективным принципом стратиграфии представляется соединение биостратиграфии и ритмостратиграфии в едином комплексном биоритмостратиграфическом принципе. Он позволяет соединить преимущества обоих принципов, в частности, уверенность возрастных датировок, свойственных палеонтологическому методу, с неограниченной детальностью дополнительных стратиграфических подразделений, доступных ритмостратиграфическому» [7, с. 86].

Несмотря на очевидность положения о всепроникающей (в т. ч. и в стратиграфию) цикличности, упоминание о ней даже в последнем издании стратиграфического кодекса (2006) ограничено невнятной строкой в примечании к важнейшей статье V.9 (о свитах): «В ритмически построенных толщах в качестве свиты *может быть* (курсив наш. – В. А., Э. А.) выбран крупный седиментационный цикл» (с. 31). Недостаточность и расплывчатость такой формулировки, повторяющей изложенную в СК-1992, усугубляет ее явное противоречие со вторым основным законом (принципом) формирования цикличности – *многопорядковостью* литоциклов [2, с. 205].

Сказанное четко преломляется в практическую плоскость, особенно ярко проявляющуюся в кризисе бассейновой стратиграфии Западной Сибири. Именно так обозначив сложившуюся ситуацию, Ю. Н. Карогодин сфор-

мулировал основные принципы *системно-стратиграфической* методологии [4 и мн. др.]. Отметим, что основным – и очень важным – недостатком в предлагаемой методологии является использование при любых построениях только одного параметра, а именно изменения размерности частиц, слагающих породу: подробно это рассмотрено, в частности, в работе [1]. Недостаточность оперирования только одним параметром при установлении цикличности хорошо иллюстрируется моделью, показанной на рис. 1. Понятие *инкремент*, впервые использованное Д. Бушем (Bush, 1971), обозначает комплекс осадочных пород, в котором *фаши* генетически связаны друг с другом. По сути оно тождественно сиквенсу, литоциклу соответствующего порядка и пр., но не циклиту, что явственно следует из приведенной на рис. 1 модели.

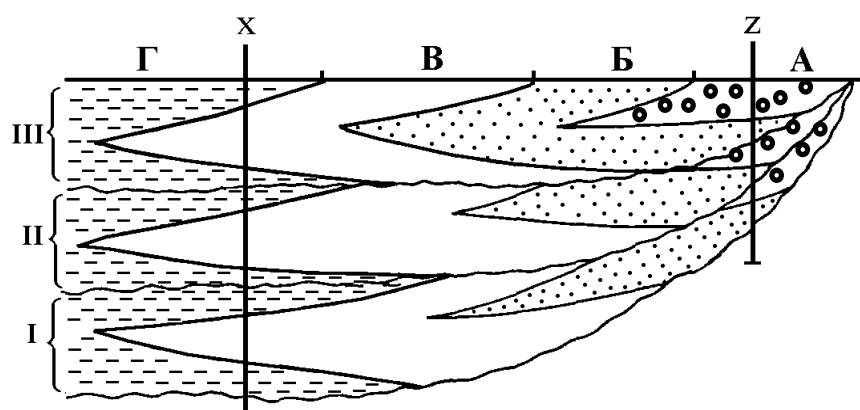


Рис. 1. Схема латеральных вариаций циклического типа в пределах генетических инкрементов толщи осадка [9].

Скважина Z проходит инкременты с симметричным циклическим распределением по мотиву АБ, АБ, АБ. Скважина X вскрывает те же самые три элемента с асимметричным циклическим распределением по мотиву ГВГ, ГВГ, ГВГ.

Из этой же модели явственно следует *зубчатый* характер слоевых границ, впервые установленный самим Н. А. Головкинским, и детально разобранный С. И. Романовским, в т. ч. с кинематических позиций [8]. В зависимости от масштаба рассматриваемого тела и, соответственно, решаемых задач, эти границы по мере детализации исследований начинают приобретать *объемное* наполнение, переходя из разряда «мифической изохронной плоскости» (по К. В. Симакову, 2003) в самостоятельные тела, имеющие третий параметр – толщину h . При этом решение важной стратиграфической задачи – проведение границы в виде плоскости с $h = 0$ – принципиально невозможно даже для мутационного режима слоенакопления. Множественность же решений для интервалов «переслаивания» и произвольность выбираемой границы иллюстрирует пример на рис. 2.

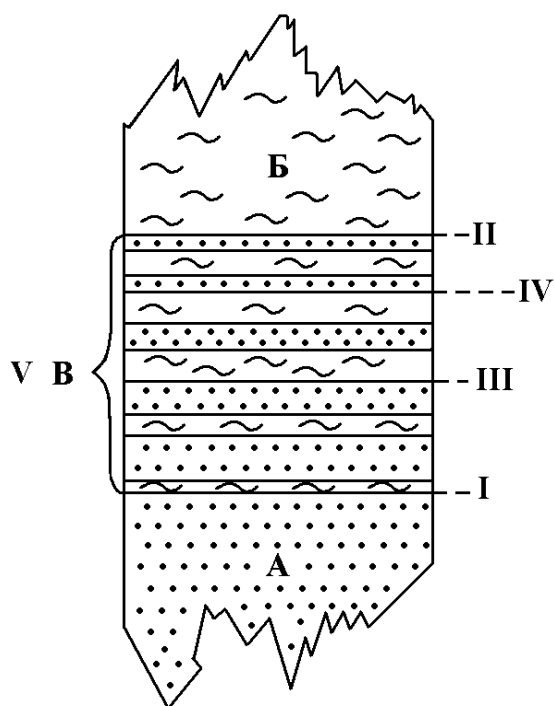


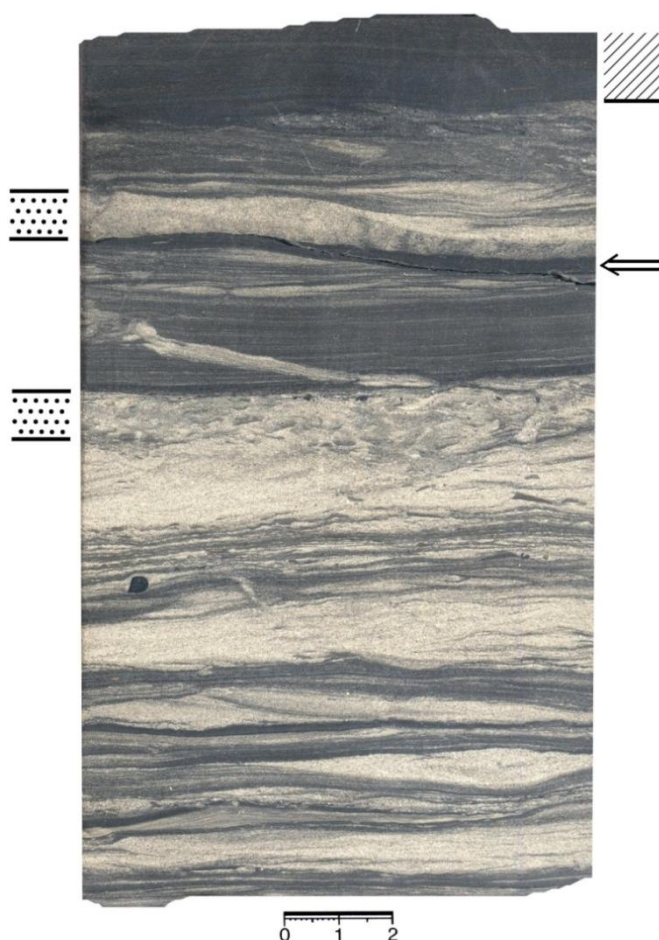
Рис. 2. Варианты положения границ между согласно залегающими свитами: А (песчаник), Б (глины), В – свита переслаивания песчаников и глин [5]:

I – первое появление стратиграфически верхнего литологического признака (основание первого вновь появившегося прослоя); II – последнее проявление стратиграфически нижнего литологического признака (кровля последнего прослоя нижележащего литостратона); III – середина пачки переслаивания (лучше по кровле или подошве какого-то пласта); IV – любая граница слоя в пачке переслаивания, каким-то образом наиболее отчетливо выраженная; V – выделение всего интервала переслаивания в самостоятельный литостратон

Проиллюстрируем такую «объемность» стратиграфической границы на примере образца керна (рис. 3), соединив тем самым определенную «статическую» схемы 2 с «динамической» схемы на рис. 1.

Рис. 3. Контакт радомской пачки и собственно шеркалинской свиты. Шаимский нефтегазоносный район, Западно-Тугровское месторождение, скв. 26, глубина 2303, 4 м:

- нижняя часть образца представлена ритмичным переслаиванием светлого тонкозернистого песчаника с линзовидно-косо-волнистой слоистостью и темно-серого мелкозернистого алевролита с тонкой полого-волнистой слоистостью, в соотношении ~ 3:1, обстановка проточной поймы;
- слева (интервалы с крапом) – динамичное смешение двух указанных типов;
- справа – стрелкой показан трехмиллиметровый прослой S-образного вида слабоуглистого мелкозернистого алевролита; косой штриховкой – **начало собственно радомской пачки того же состава**



Изложенное позволяет принять необходимость и целесообразность перевода рассуждений на позиции *нелинейности* протекающих процессов. В рамках синергетических (и не только) представлений известно, что множество точек в фазовом пространстве, к которому стремится отображаемая точка с течением времени, называется *аттрактором*. На рис. 4 приведен цикл периода два для логистического отображения:

$$x_{n+1} = f(x_n) = \lambda x_n(1 - x_n)$$

из работы [6]. Сопоставляя этот процесс с изображением образца (см. рис. 3), видим, что для нижней части образца «светлые» слои (x_1) переходят в темные алевролиты (x_2) как $x_2 = f(x_1)$ и $x_1 = f(x_2)$, т. е. попарно чередуются в некоторой мерности. При этом «Малые отклонения переменной величины x_n от элементов цикла (курсив наш. – В. А., Э. А.) x_1 и x_2 уменьшаются с течением времени и изображающая точка стремится к элементам цикла» [6, с. 82]. Для образца это находит выражение вначале в появлении «смешанных» слоев (интервалы с «кrapом» на рис. 3), а затем – в переходе на новый – в данном случае более устойчивый вариант существования системы (углистый алевролит радомской пачки).

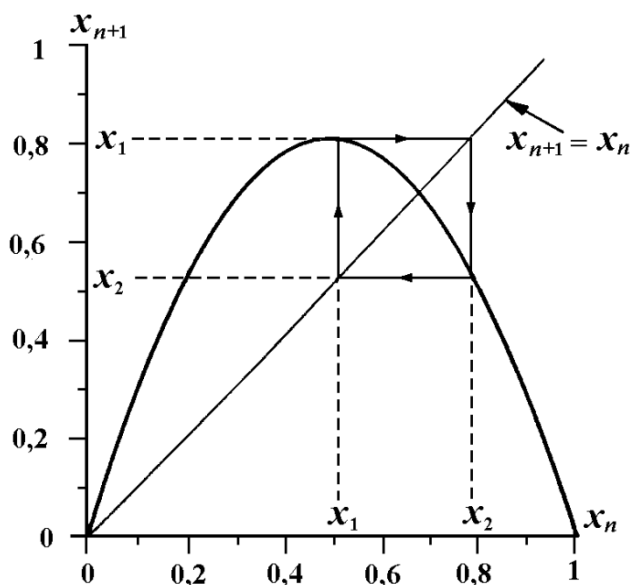


Рис. 4. Цикл периода два, являющийся аттрактором для уравнения (см. текст) при управляющем параметре $\lambda = 3,2$ [6]

Суммируя перечисленное, можно с достаточной уверенностью говорить о том, что задача выделения стратиграфической границы в виде *плоскости* не решаема *в принципе* (естественно, что речь идет о непрерывных s.l. разрезах). То есть даже при визуальном непрерывном характере разреза любой толщи искомая стратиграфическая граница в виде плоскости будет иметь некоторую линейную толщину, что обусловлено совместным проявлением принципов Головкинского и Грессли. Признавая «скольжение» таких границ, следует иметь в виду следующее. Преимущество литоциклов как стратиграфических единиц заключается в том, что они могут быть про-

слежены в пространстве на основании характера направленности изменений их компонентов по времени, независимо от того, что состав ЛЦ, как породный, так и фациальный, может изменяться на площади. При этом литоциклы часто фиксируют более синхронное осадконакопление по сравнению с обычными стратиграфическими единицами.

Линейно-плоскостной характер (образ) стратиграфических границ между геологическими телами, столь широко распространенный в современной бассейновой стратиграфии [5, 11], своим возникновением и популярностью обязан, весьма вероятно, своеобразной аберрации восприятия геологами и биостратиграфами палеонтологической реальности, когда геологические тела и их границы совмещаются с так называемыми *этапами* в развитии фаун и флор или отдельных филогенезов. Границы этапов в обыденном представлении биостратиграфов – это событийные точки на шкале абсолютного времени; но далее такие временные точки, по определению не имеющие ни пространственной протяженности, ни объема, разворачиваются ими в пространственные линии и плоскости, секущие по латерали слоистую литосферу. Дополнительно, в силу особенностей технологии проведения геологической съемки и картирования, у стратиграфов всегда возникает стремление совместить подобные «этапные» плоскости с границами геологических тел, и, более того, диктовать интервальным границам геологических тел линейно-плоскостной характер.

Наименьшей единицей бихронологической шкалы является биостратиграфическая зона, при этом обычно считается, что верхняя граница стратона любого ранга (свиты, горизонта, яруса) должна быть совмещена с верхней границей какой-либо зоны. Однако внимательное и детальное изучение стратиграфии какого-либо осадочного бассейна (например, [13]) показывает, что в конкретных разрезах границы зон, выделяемых по различным группам фоссилей, как правило, *не совпадают* друг с другом, а если и совпадают, то это происходит, скорее всего, в результате недостатка первичного материала или «насилия» над материалом. В таких случаях несовпадения биостратиграфических границ зон, оценка (датировка) любой литостратиграфической границы, находящейся вблизи так называемой «этапной», с неизбежностью становится объемной, интервальной. Если же принимается решение о линейно-плоскостной границе стратонов в каком-то районе, то следует иметь в виду, что такое решение будет валидным лишь для каждого по отдельности конкретного разреза и каждой по отдельности конкретной группы фоссилей, и простое суммирование разрезов и групп по площади не приведет к созданию *целостной* стратиграфической схемы района.

Для решения ставящихся (в т. ч. стратиграфических) задач и предпочтителен *фациально-циклический анализ*, синтезирующий оба рассмотренных выше принципа в неразрывном сочетании. Будучи многократно верифицированным на многих осадочных толщах, метод позволяет избе-

жать как ошибок при «механическом циклировании», о недостаточности которого еще в 1944 г. предупреждал Ю. А. Жемчужников, так и соблазна подмены генетических исследований «генетическими ярлыками» (Шванов, 1992).

Библиографический список

1. *Алексеев В. П.* Литологические этюды. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006.
2. *Ботвинкина Л. Н., Алексеев В. П.* Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 336 с.
3. *Гладенков Ю. Б.* Биосферная стратиграфия (проблемы стратиграфии начала XXI века). М.: ГЕОС, 2004. 120 с.
4. *Карогодин Ю. Н.* Кризис бассейновой стратиграфии и пути выхода из него // Актуальные проблемы нефтегазоносных бассейнов. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2003. С. 8-42.
5. *Прозоровский В. А.* Начала стратиграфии. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. 228 с.
6. *Путь в синергетику. Экскурс в девяти лекциях.* М.: Комкнига, 2005. 304 с.
7. *Ритмостратиграфические* (циклостратиграфические) и литостратиграфические подразделения / В. И. Попов, С. В. Тихомиров, С. Д. Макарова, А. А. Филиппов. Ташкент: ФАН, 1979. 112 с.
8. *Романовский С. И.* Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988. 240 с.
9. *Селли Р.* Введение в седиментологию: Пер. с англ. М.: Недра, 1981. 370 с.
10. *Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь).* Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
11. *Степанов Д. Л., Месежников М. С.* Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л.: Недра, 1979. 423 с.
12. *Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна* / Ю. А. Жемчужников, В. С. Яблоков, Л. И. Боголюбова, Л. Н. Ботвинкина, А. П. Феофилова, М. И. Ритенберг, П. П. Тимофеев, З. В. Тимофеева. М.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 1959. 331 с. Ч. 2. 1969. 346 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 15).
13. *Шурыгин Б. Н., Никитенко Б. Л., Девятов В. П.* и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. 480 с.

СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЯ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ*

Д. К. Нургалиев

Казанский гос. университет

В этой короткой статье я хотел бы обратить внимание молодых, начинающих сейсморазведчиков-интерпретаторов на огромную и интересную область на стыке геологии (седиментологии и бассейнового анализа) и геофизики (сейсморазведки), созданную и развиваемую специально для геологической интерпретации сейсмических данных. Эта область геологии называется секвенс-стратиграфией, или сейсмической стратиграфией, хотя последнее название имело в 70-80-е гг. прошлого века в СССР несколько другой смысл. Я не смогу коснуться всех тонкостей этого анализа, но попытаюсь хотя бы в тезисной форме остановиться на некоторых моментах базиса этой методологии и ее разделов, важных именно для интерпретации сейсмических данных.

Методология секвенс-стратиграфического анализа

Секвенс-стратиграфия непрерывно развивается, ежегодно публикуются сотни статей в этом направлении. Тем не менее темпы роста публикаций в этом направлении исследования в западной литературе за последние десять лет заметно понизились. Взрыв, происшедший после публикации статьи [Vail P. R. и др., 1977], завершился, и спустя 40 (!!!) лет можно сказать, что этот взгляд на геометрию границ в осадочных толщах стал обычным инструментом исследователей. Как ни странно, несмотря на то что уже в 1982 году на русском языке появилась книга [«Сейсмическая стратиграфия», 1982] с подробным описанием этой методологии, в России «взрыва» не произошло, и новый инструмент не стал настольным для российских сейсморазведчиков-интерпретаторов, хотя основы секвенс-стратиграфии зародились именно в России почти 140 лет тому назад. И что особенно приятно, – в Казанском университете.

Необходимо отметить что, как и у любой другой методологии, у секвенс-стратиграфии есть несколько базовых «теорем». Для понимания сейсмических образов осадочных толщ значение имеют, по крайней мере, две:

1. Основной фациальный закон. Впервые он был представлен в работе профессора геологии Казанского университета Н. А. Головкинского. Проведя геометрический анализ осадконакопления в прибрежной зоне (это и есть первое секвенс-стратиграфическое исследование), он пишет: «Это дает право поставить тезис, по-видимому, парадоксальный: *общепринятое убеждение в последовательности образования последовательно друг на друга налегающих слоев – неверно*. При первом столкновении с этим выводом и рассмотрении напластования различных формаций в действитель-

* Геофорум. 2007. № 1 (12). С. 17-21.

ности невольно возникает возражение, по-видимому, очень серьезного свойства; оно состоит в следующем: если смежные пласты песчаника, мергеля и известняка сложились из постепенно надвигавшихся друг на друга осадков, как описано при чертежах, то не должны ли наблюдаться постепенные переходы одного пласта в другой, так как области отложения песка, мергеля и известняка, конечно, не разграничивались резко?» (цитата из книги Н. А. Головкинского «О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна», 1868, с. 125). Позднее (через 26 лет!) этот закон был обобщен в книге Иоханнеса Вальтера «Введение в геологию» (Walther, 1894) – «...первично только такие фации могли геологически перекрываться, которые в настоящее время наблюдаются друг возле друга». На западе закон носит имя Вальтера, в России закон называют законом Головкинского – Вальтера. На рис. 1, взятом из указанного труда Н. А. Головкинского, видна схема формирования слоев отложений в прибрежной зоне.

2. Природа сейсмических границ. Во всех учебниках по сейсморазведке написано, что отражения возникают на границах, характеризующихся изменением акустической жесткости. Но только в хороших учебниках написано, что эта граница не обязательно прослеживается вдоль литологической границы. При анализе многочисленных сейсмических данных было установлено, что *сейсмические границы чаще всего совпадают с хроностратиграфическими* [Vail P.R. и др., 1977]. В простом изложении это означает, что отражающие границы чаще всего совпадают с поверхностями перерывов и размывов. Это принципиальное замечание, которое открывает широкие перспективы использования данных сейсморазведки для секвенс-стратиграфической реконструкции.

Кроме этих двух «законов», необходимо также представить здесь два базовых понятия:

Несогласия – поверхность эрозии или перерыва в осадконакоплении. Именно с несогласиями чаще всего связаны сейсмические границы.

Осадочный комплекс (секвенс) – стратиграфическая единица, сложенная согласной последовательностью генетически взаимосвязанных слоев и ограниченная в кровле и подошве несогласиями либо соответствующими им согласными поверхностями. Таким образом, секвенс достаточно легко может быть выделен по сейсмическим данным.

Теперь осталось нарисовать геометрический образ секвенса, адаптированный к отображениям отражающих границ, наблюдаемых на временных сейсмических разрезах. Этот образ представлен на рис. 2. Необходимо отметить колоссальное сходство этой картинки с рисунком Н. А. Головкинского (см. рис. 1). Даже название формы секвенса – «чечевица», данное Н. А. Головкинским в его замечательном труде употребляется сегодня во многих работах. Вот это действительно пример того, что в России было придумано раньше, чем на Западе.

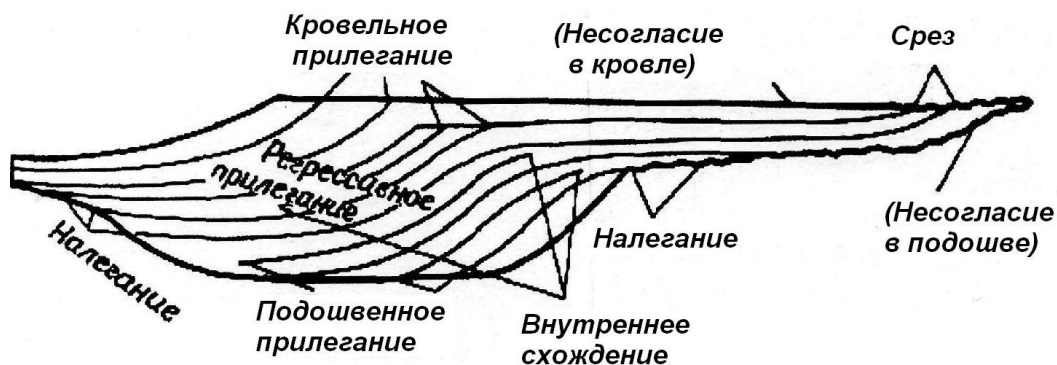


Рис. 2. Схематическое изображение сейсмического комплекса (осадочного секвенса)

Типы осадочных секвенсов

Тип секвенса	Продолжительность, млн. лет	Порядок циклов
А. Глобальный суперконтинентальный цикл	200-500	Цикл 1 порядка [Vail et al., 1977]
В. Циклы, обусловленные мантийными термальными процессами и плитной кинематикой: 1..Эвстатические циклы 2. Региональные циклы	10-100	Цикл 2 порядка [Vail et al., 1977] или суперцикл [Vail et al., 1977] или секвенс [Sloss, 1963]
С. Циклы от региональных до локальных, вызванные региональной плитной кинематикой	0.01-10	Циклы 3-5 порядков [Vail et al., 1977]. Циклы 3 порядка также называются мегациклами (мегациклотемы) [Heckel 1986], мезотемами [Ramsbottom, 1979]
Д. Глобальные циклы орбитального происхождения	0.01-2	Циклы 4 и 5 порядков [Vail et al., 1977], также они называются циклами Миланковича, циклотемами [Wanless and Weller 1932], мажорными и минорными циклами.

Таким образом, в сложной (или простой) геометрии отражающих границ на временных разрезах мы должны увидеть указанные геометрические образы. Они могут быть искажены самым различным образом: растянуты, сжаты, могут обнаруживаться их вложения друг в друга. Но мы должны их увидеть!

Некоторые теоретические вопросы геологии, связанные с секвенс-стратиграфией

Некоторые теоретические вопросы геологии также должны быть здесь упомянуты. Они более всего касаются некоторых свойств секвенсов. Также надо еще раз отметить, что секвенсы были сначала обнаружены геологами на реальных разрезах осадочных толщ (как, например, Н. А. Головкинским), и только в 70-х годах прошлого века – геофизиками на временных сейсмических разрезах. Некоторые вопросы происхождения секвенсов долгое время были предметом споров, например, природа колебаний уровня моря. В работе Н. А. Головкинского не написано прямо об этом, но можно догадаться, что автор придерживается тектонической природы этого явления. Тем не менее существует несколько механизмов этого явления (крупные горизонтальные движения плит, вертикальные колебания земной коры, вариации климата), среди которых климатическая природа колебаний уровня Мирового океана занимает очень существенное место. В таблице представлены типы секвенсов, их природа и оценки продолжительности времени, в течение которых эти толщи формируются.

Таким образом, мы можем оценить природу секвенсов, выделяемых в нашем регионе. Большинство этих циклов имеет глобальное распространение. На рис. 3 приведены данные о колебаниях уровня океана в палеозое. Видно, что изменения уровня моря для Европы и Северной Америки хорошо согласуются. В то же время есть и различия, обусловленные особенностями региональной тектоники и рельефа.

Секвенс-стратиграфия – это один из наиболее непротиворечивых разделов (подходов, методов) в стратиграфии. Использование комплекса палеонтологических, магнитостратиграфических и абсолютных хронологических методов, объединенных в рамках единой секвенс-стратиграфической модели, позволяет достигнуть наибольшего успеха как при расчленении и корреляции разрезов, так и при создании региональной стратиграфической шкалы и ее глобальной корреляции. Если говорить о принципе корреляции перерывов, то сейсмические данные наиболее наглядно позволяют проводить такой анализ по корреляции отражающих границ.

Некоторые элементы методики секвенс-стратиграфического анализа сейсмических разрезов

Общая схема секвенс-стратиграфического анализа сейсмических данных заключается в выделении отражающих границ, выделении секвенсов различного порядка, идентификации их в различных частях бассейна, построении иерархической схемы поверхностей несогласия, создании пространственно-временной модели формирования отложений в бассейне седиментации, построении палеогеографической модели, прогнозировании литологии отложений, выявлении потенциальных неструктурных ловушек в разрезе.

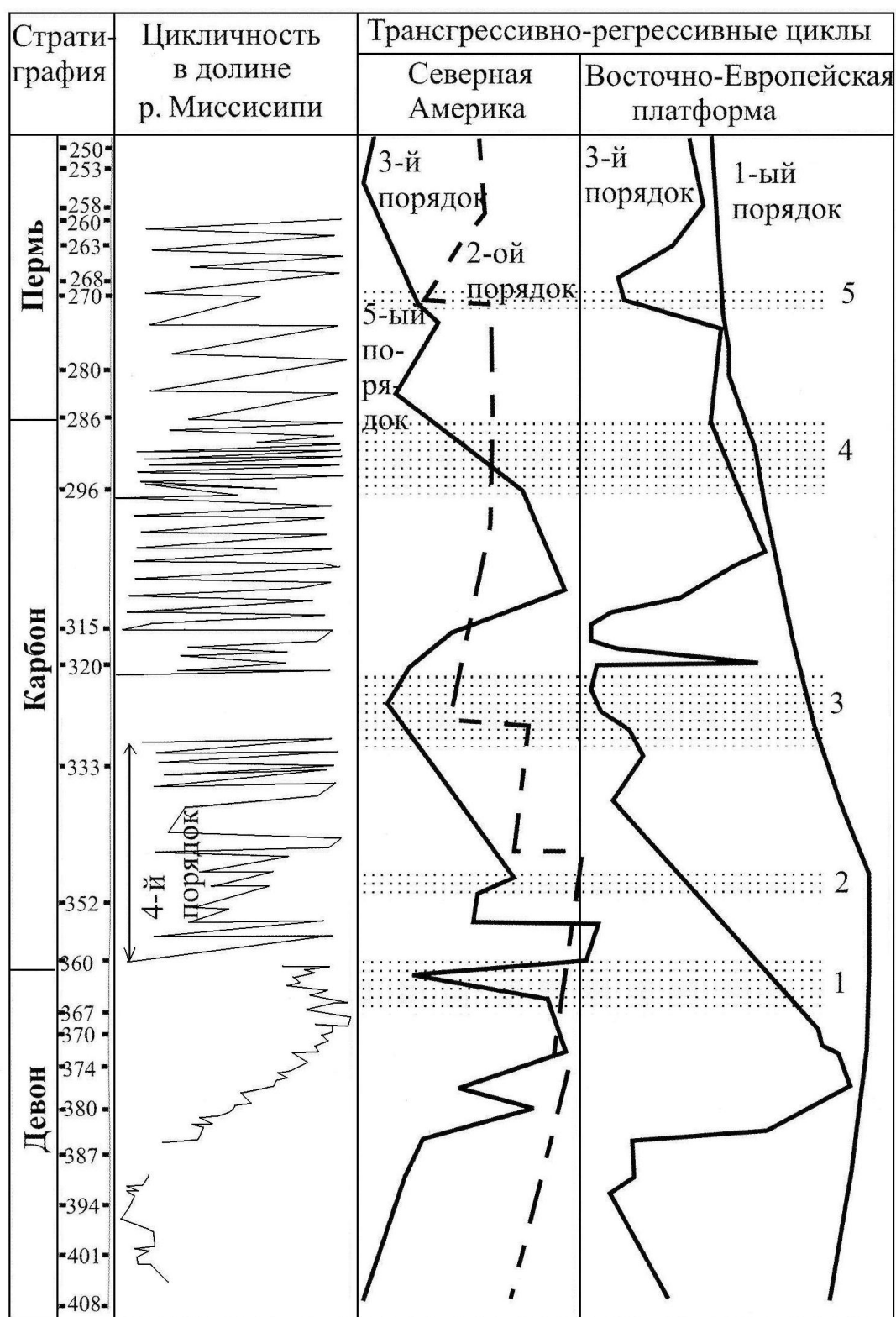


Рис. 3. Цикличность уровня океана в позднем палеозое, точечная заливка соответствует глобальным регрессивным фазам [Veevers and Powel, 1987]

На примере одной достаточно простой картины отражений можно продемонстрировать указанную схему (рис. 4) [Vail P.R. и др., 1977]. На рис. 4, А показана схема отражений, зафиксированная в сейсмическом разрезе.

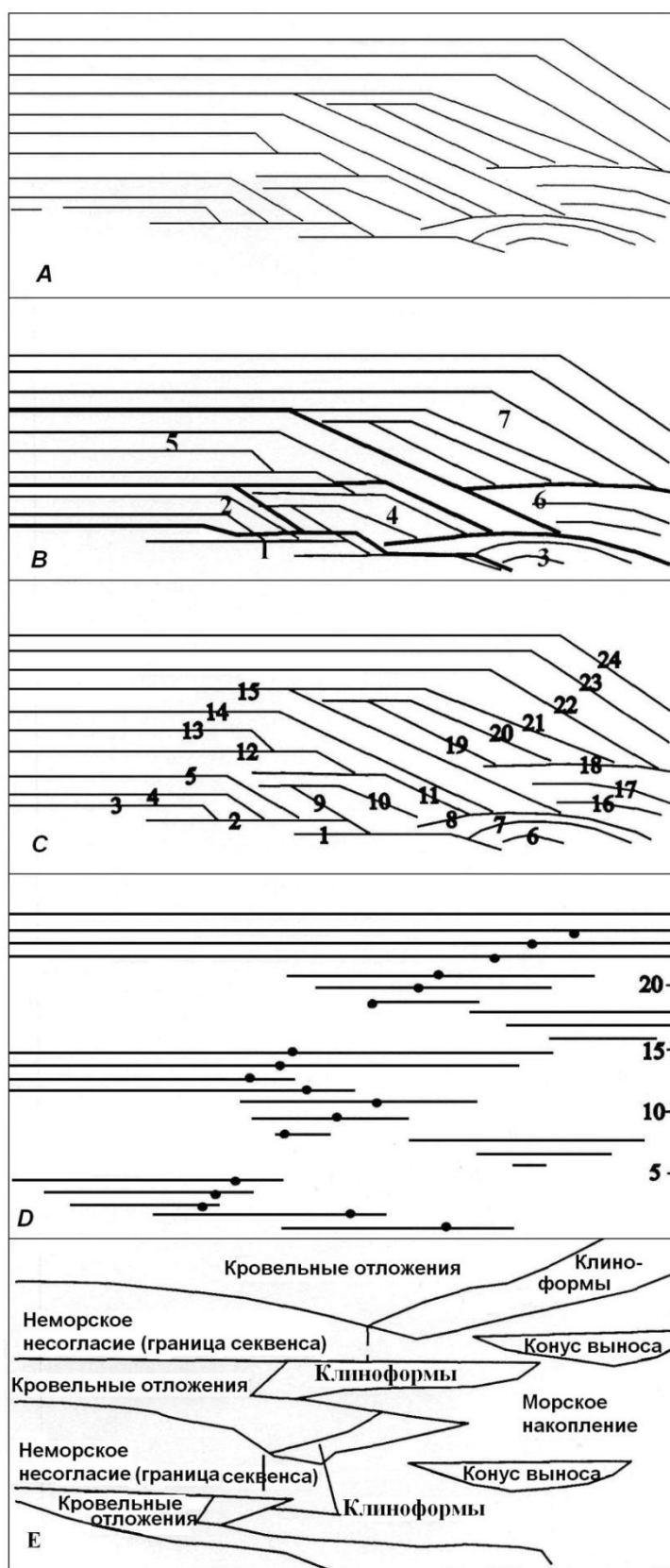


Рис. 4. Схема интерпретации временного разреза с использованием методологии секвенс-стратиграфии [Vail P.R. и др., 1977]

Логический анализ соотношения отражающих границ позволяет создать иерархию в системе и выделить секвенсы – комплексы, ограниченные со всех сторон несогласиями. На рис. 4, *B* показано 7 секвенсов, которые были получены после выделения всех несогласных поверхностей (отражающих границ). На рис. 4, *C* пронумерованы все отражающие границы – подготовлены для хронологического анализа. Необходимо помнить, что любая отражающая граница воплощает в себе «событие», которое произошло в определенное время, в определенном месте. Также логически является совершенно очевидным, то если «события» нет, то оно могло не произойти, либо могло быть «стерто»! На рис. 4, *D* установленные «события», ограничивающие осадочные толщи, представлены в пространстве-времени. По горизонтали располагается пространственное, а по вертикали – временное измерение. Места, где нет «событий», – это участки, где осадков либо не образовалось, либо они размыты. Можно полагать, что это зоны, в которых не было седиментации. По этому рисунку можно легко построить характер вариаций

уровня моря: левый край событий и будет береговой линией почти во всех случаях. Самое простое решение обратной задачи – восстановление истории седиментации по имеющимся данным показано на рис.4, *Е*. Здесь приведена обобщенная характеристика выделенных секвенсов, из которой можно получить самое упрощенное представление о вероятном литологическом типе осадков. В общем случае, как и любая обратная задача, данная задача также не является полностью корректной. Поэтому приветствуются любые дополнительные данные. Например, скважина, пробуренная на данном профиле с результатами исследования керна, или хотя бы – с коротажными данными. Еще лучше – несколько скважин, которые позволяют построить уже достаточно обоснованную модель седиментации. Все, что приведено в данной короткой статье, – всего лишь самые простые модели и базовые понятия секвенс-стратиграфического анализа. Серьезный анализ данных подразумевает проведение глубокой подготовительной работы – исследование разрезов скважин, керна, датирование отложений различными методами, построение региональной кривой изменения уровня моря. Кроме того, необходима точная привязка отражений к геологическому разрезу.

Заключение, или для чего все это нужно

Использование секвенс-стратиграфической методологии в интерпретации сейсмических данных – яркий пример научного подхода к геологической интерпретации сейсмических данных. Любой научный подход позволяет получить существенно больше, чем ожидаешь. А что мы ожидаем от такого анализа сейсмических данных? Во-первых, возможность прогноза литологических и коллекторских свойств пород. Во-вторых, возможность выявления ловушек. Например, ловушки могут быть образованы в местах, где отлагались прибрежные (дельтовые или пляжные) пески, которые затем были перекрыты глинистыми отложениями и глинами при последующем резком повышении уровня моря, просуществовавшем достаточно долго для формирования хорошей крышки.

Формирование терригенных коллекторов происходит в «высокоэнергетичной» обстановке осадконакопления. Это либо речные русла, дельты, прибрежные волноприбойные зоны, зоны активной работы приливов и многие другие обстановки седиментации. Общим для них всех является близость береговой линии или континентальная седиментация. Поэтому многих геологов при поисках залежей нефти привлекают зоны развития клиноформ. Это правильно, но, используя представления секвенс-стратиграфии, можно уже не интуитивно, а научно (технологично) подойти к прогнозу перспективных для поиска залежей нефти зон.

Я глубоко убежден, что, например, многие из уже обнаруженных залежей нефти и тех, которые еще будут обнаружены в отложениях терри-

генного девона в Волго-Уральском регионе, связаны не с поднятиями, а с литологическими ловушками. Для понимания геометрии отражающих границ в этом участке разреза необходимо провести специальные исследования, так как здесь мы имеем дело очень часто не с прибрежной зоной, где интерпретация достаточно очевидна, а с континентальными отложениями. Огромную роль при этом играет форма рельефа древней поверхности кристаллического фундамента и лежащей на ней коры выветривания.

Необходимо также отметить, что исследование карбонатных толщ по данным сейсморазведки с использованием методологии секвенс-стратиграфии является особенно интересной задачей. Региональные исследования распространения рифовых построек напрямую связаны с колебаниями уровня моря и скоростями изменения этого уровня. Очень часто свойства карбонатных пород (глинистость, характер процессов диагенеза) определяют их трещиноватость, что обуславливает многообразие геометрических образов карбонатных толщ. И все это имеет непосредственное отношение к прогнозированию залежей нефти.

Ознакомиться с описанной методологией можно по русскоязычным монографиям [Шериф Р. Е. и др. 1982; Мкртчян Р. М. и др.. 1990; Хаттон и др., 1989; Шлезингер, 1998]. Кроме того, можно порекомендовать множество ресурсов в Интернет, например: <http://strata.geol.sc.edu/ss-intro.html> Здесь же можно найти ссылки на книги, еще не переведенные на русский язык.

Библиографический список

1. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб, 1868. 143 с.
2. Кунин Н. Я. Изучение клиноформ Майкопа в Восточном Предкавказье / Н. Я. Кунин, С. С. Косова, Е. Н. Медведев, О. Ю. Пустовойт // Геология нефти и газа. 1987. № 10. С. 18-24.
3. Кунин Н. Я., Кучерук Е. В. Сейсмостратиграфия в решении проблем поиска и разведки месторождений нефти и газа. – М.: ВИНТИ, 1985. 201 с.
4. Мак-Куиллин Р., Бэкон М., Барклай У. Введение в сейсмическую интерпретацию. М.: Недра, 1985. 308 с.
5. Шериф Р. Е., Грегори А. П., Вейл П. Р. и др. Сейсмическая стратиграфия. М.: Мир, 1982. 846 с. (в двух книгах).
6. Мкртчян О. М., Гребнева И. Л. и др. Сейсмогеологическое изучение клиноформных отложений Среднего Приобья. М.: Наука, 1990. 108 с.
7. Хаттон Л., Уэрдингтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных: теория и практика. М.: Мир, 1989. 216 с.
8. Шлезингер А. Е. Региональная сейсмостратиграфия. М.: Научный мир, 1998. 144 с.

9. Vail P. R., Mitchum R. M. Jr., Todd R. G., Widmier J. M., Thompson S. III, Sangree J. B., Bubo J. N., Hatleiid W. G. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level. In: Payton C (ed.) Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. Am. Assoc. Pet. Geol. Mem., 1977. 26. p. 49-212.

10. Vyssotski A. V. Evolution of the West Siberian Basin/ Marine and Petroleum Geology, 2006, Vol. 23, p. 93-126.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В качестве послесловия к составленной книге приведем небольшой фрагмент из издания* – своего рода эссе, *верифицирующее*, по нашему мнению, изложенный материал. Известнейший методолог геологии И. П. Шарапов в использованной работе разобрал 63 основополагающих высказывания (законы, принципы, правила), содержащиеся в Геологическом словаре**. После их тщательного анализа установлено, что непосредственно к геологии следует отнести 26 из общего числа высказываний, а собственно *законами* являются 11. Среди них И. П. Шараповым определен и **фациальный закон Головкинского – Вальтера (закон корреляции фаций)**, сформулированный следующим образом.

«Фациальные разновидности осадочной породы любого бассейна седиментации сменяются по стратиграфической вертикали в том же порядке, как и по горизонтали. Закон – статистический. Класс закона P_1-P_2 » (*, с. 97). Последнее относит закон к связи процессов (П), идущих в природе.

Для того чтобы окончательно поставить точку, вновь воспользуемся цитатой из работы С. И. Романовского,*** теперь уже последней. Отдав очередной раз долг научным достижениям Н. А. Головкинского, он справедливо поставил их в ряд основных геологических открытий. Именно вперед, в будущее направлено четко сформулированное написание, к которому следовало бы прислушаться опытным исследователям и взять на вооружение. «Упорное игнорирование принципа Головкинского, ставшего, по остроумному замечанию одного исследователя, «неприятным открытием для геологов», – явление, конечно, временное. Стратиграфам, как говорится, просто некуда будет деться, и потому только, что этот принцип вытекает из общепринятой на сегодня наукой схемы слоеобразования. Вероятно, его пока относят к той категории принципов, которыми можно поступиться. Но это не более чем иллюзия. Если принцип Головкинского – это все же один из принципов стратиграфии, то он должен служить отправной точкой конкретных исследований, быть исходной позицией ученых, а не предметом бесчисленных и уже повторяющихся по кругу дискуссий» (***, с. 121-122).

* Шарапов И. П. Метагеология: Некоторые проблемы. М.: Наука, 1989. 208 с.

** Геологический словарь. М.: Госгеолгиздат, 1973. Т. 1. 455 с.; т. 2. 486 с.

*** Романовский С. И. Великие геологические открытия. Издание 2-е, перераб. и дополн. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. 224 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
БИОГРАФИЯ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО.....	6
Научные труды Н. А. Головкинского	21
<i>Головкинский Н. А. О ПЕРМСКОЙ ФОРМАЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАМСКО-ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА. СПб., 1868 г. (репринтное воспроизведение)</i>	<i>24</i>
НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ Н. А. ГОЛОВКИНСКОГО (по работам С. И. Романовского)	184
Общегеологическая значимость работ и идей Н. А. Головкинского	184
Слоеобразование и цикличность	212
Стратоседиментогенез	231
ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ	250
<i>Алексеев В. П., Амон Э. О. Фациально-циклический анализ терригенных внутриконтинентальных толщ – пример синтеза принципов Н. А. Головкинского и А. Грессли в «бассейновой» стратиграфии</i>	<i>251</i>
<i>Нургалиев Д. К. Секвенс-стратиграфия – перспективное направление в интерпретации данных сейсморазведки.....</i>	<i>258</i>
Заключение	268

Заявки на книгу направлять по адресу:
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
E-mail: igg.lggi@ursmu.ru

Научное издание

ЛИТОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЯ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Межвузовский научный тематический сборник

Приложение к выпуску III (19)

Редактор Л. В. Устьянцева
Компьютерная верстка Н. В. Устьянцевой

Подписано в печать 08.06.2009 Бумага офсетная Формат 60 x 84 1/16
Печать на ризографе. Печ. л. 16,9 Уч.-изд. л. 20,2 Тираж 200 экз. Заказ №

Издательство Уральского государственного горного университета
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Отпечатано с оригинал-макета в типографии ООО «ИРА УТК»,
620219, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42