

Н. И. АПУХТИН

### К СТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАРЕЛИИ

В тридцатых годах настоящего столетия центральная часть Карелии, в частности обширная область бассейна р. Кеми, была посещена геологами Даниловским (1) и Дементьевым, занимавшимися вопросами стратиграфии четвертичных отложений.

К этому же времени относятся исследования Покровской в западной части бассейна р. Кеми, имевшие в основном характер геоморфологических описаний.

Работы других исследователей, посетивших этот район, носили или прикладной характер (2, 3, 4), или были посвящены специальному изучению образований докембрия.

Труды Даниловского и Дементьева в сущности являются первыми, в которых с достаточной полнотой разбираются вопросы стратиграфии четвертичных осадков Центральной Карелии. Однако авторы этих работ не пришли к единому выводу о взаимоотношении различных стратиграфических горизонтов четвертичной толщи и дают разные концепции.

Наиболее древним отложением четвертичного комплекса по стратиграфической схеме Даниловского является основная морена Рисского оледенения, обнаруженная в разрезах нижнего течения р. Куземы. Рисо-Вюрмская межледниковая эпоха представлена морскими песками, глинами с фауной морских пелеципод и гастропод, найденных в разрезах вблизи поселка Старая Кузема. Выше располагается морена W-gotiglacial, обнаруженная на левом берегу р. Кеми, на 51-м километре по тракту Кемь—Ухта.

Межстадиальное время W-fini-gotiglacial представлено: 1) покровными песками ленточных глин по северному берегу озера Среднее Куйто, в верховьях р. Кеми и по р. Выг близ порога Маткожня, 2) неслоистыми темносерыми глинами в долине р. Кеми и синевато-серыми глинами по р. Выг у ст. Сосновец, 3) флювиогляциальными песками, обнаруженными под мореной на 15,9 км по дороге Сосновец—Тунгуда.

Следующими по возрасту образованиями являются ледниковые отложения W-finiglacial. Последние представлены основной мореной серого

и бурого цвета, широко распространенной на территории Центральной Карелии. Стратиграфически выше располагаются образования позднего и последленикового времени озерного, морского и аллювиального происхождения.

К позднелениковому времени Даниловский относит озовые, камовые, зандровые отложения и озерные осадки, которыми слагаются шестиметровые террасы по берегам озер и в долине р. Кеми. К последлениковому времени относятся озерно-аллювиальные пески по берегам озер, темносерые пластичные глины в озере Сапосалма и отложения литориновой трансгрессии по западному побережью Белого моря.

Стратиграфическая схема Дементьева отличается от схемы Даниловского и представляется в следующем виде. Древнейшими образованиями на территории Центральной Карелии автор считает основную морену, сохранившуюся от последующих процессов денудации в нижнем течении р. Кеми, на шестом километре по тракту Кемь—Ухта. На морене залегают безвалунные темносерые глины, имеющие значительное распространение в долине рек Кеми и Выга. Эти осадки Дементьев относит к образованиям Иольдиевого моря. Стратиграфически выше глинистой толщи располагаются ледниковые отложения, подавленные песчаной мореной, отложившейся в результате небольшой подвиги последнего ледника. Эта морена местами перекрыта осадками позднего и последленикового времени, представленными песчаными и глинистыми наслоениями озерного и морского происхождения.

Сравнивая приведенные схемы, нетрудно заметить, что вторая отличается от первой лишь отсутствием нижней части колонки. Из схемы Дементьева выпадают ледниковые отложения Рисского оледенения и осадки межледниковой «бореальной» трансгрессии. Морские осадки, обнаруженные в разрезах р. Кузумы и описанные Даниловским, как бореальные, соответствующие «двинским», Дементьев относит к осадкам наиболее молодой литориновой трансгрессии. Ледниковые отложения, подстилающие морские слои, рассматриваются им как наиболее молодая морена, т. е. *W-finiglacial* (по схеме Даниловского). Верхний и песчано-валунный горизонт Дементьев считает псевдомореной, обязанной оползневым явлениям.

При составлении двенадцатого листа Международной четвертичной карты Европы (6), частично изданной в 1939 г., и четвертичной карты Европейской России, составленной Яковлевым в 1947 г., для районов Центральной Карелии принята стратиграфическая схема Дементьева.

Как отмечалось выше, исследования Даниловского и Дементьева носили рекогносцировочный характер. Обширная площадь была покрыта редкими маршрутами, и собранные материалы, безусловно, не могут считаться достаточными для выяснения площадного распространения различных по генезису осадков четвертичного комплекса и их стратиграфического взаимоотношения.

Автор настоящей статьи летом 1946 г. имел возможность более детально обследовать восточную часть Центральной Карелии и собрать дополнительные материалы, позволяющие уточнить взаимоотношение различных стратиграфических горизонтов четвертичной толщи.

Стратиграфические схемы Даниловского и Дементьева дают одинаковую трактовку наслоениям квартера, начиная с отложений Вюрмского оледенения. Опорным материалом обоим исследователям послужили разрезы берегов рек Кеми и отчасти Выга.

Река Кемь, крупнейшая водная артерия Центральной Карелии, впадает в Белое море около  $66^{\circ}55'$  северной широты, протекает по дну глубокой древней депрессии, простирающейся от морского побережья на запад на протяжении 150 км. У озера Куйто депрессия под прямым углом поворачивает к югу и приобретает меридиональную ориентировку. Общая протяженность депрессии превышает 300 километров.

Подобные депрессии, открытые со стороны моря, являлись ареной как для аккумулятивной деятельности ледников, так и для аккумулятивной деятельности межледниковых и позднеледниковых морских трансгрессий. Таким образом, в пределах депрессии р. Кеми естественно ждать наиболее полных разрезов четвертичного времени.

Среди осадков четвертичного комплекса наиболее широким распространением в долине р. Кеми пользуются тонкодисперсные безвалунные глины. Эти образования располагаются узкой полосой по дну депрессии и наблюдаются с незначительными перерывами в обнажениях по берегам Кеми от 6-го километра по тракту Кемь—Ухта до устья р. Белой. Далее на запад и на северо-запад глины прослеживаются по р. Белой и ее притокам и к югу от ее устья, на протяжении семи километров по реке Кеми, а также по р. Шомбе до оз. Лулло. Таким образом, общая протяженность полосы глинистых осадков достигает 105—110 километров. Ширина этой полосы нигде не превышает 2 километров, в среднем колеблясь в пределах 600—900 метров. В бассейне р. Белой и в верховьях р. Шомбы глины занимают наиболее высокое гипсометрическое положение — 100 метров над уровнем моря. В нижнем течении р. Кеми глинистая толща лежит на высотах, не превышающих 20 метров над уровнем моря.

Литологически глинистая толща представлена двумя разновидностями, различающимися, главным образом, по цвету и дисперсности. Наиболее широко распространенными являются темносерые и синевато-серые пластичные глины со слабо заметной слоистостью. Последняя обусловлена чередованием слоев, имеющих то более, то менее интенсивную окраску. Слоистость в глинах заметна только во влажном состоянии. При высыхании порода приобретает ровный светлосерый тон. Этой разностью представлен нижний горизонт глинистой толщи, мощность которого достигает 8 метров. Восточная граница распространения серых глин проходит около дер. Подужемье. Ниже указанного пункта по долине р. Кеми эти глины не обнаружены.

На серых глинах залегает толща коричневых глин. Последние отличаются от пажележаших несколько менее тонким составом, комковатостью и полным отсутствием слоистости. Во влажном состоянии глины также исключительно пластичны. Мощность коричневых глин достигает 12 метров. В окрестностях дер. Подужемье глинистая толща достигает максимальной мощности, превышающей 20 метров.

Следует отметить, что коричневая глина от дер. Подужемье к востоку по долине р. Кеми прослеживается без перерыва до 10-го километра по тракту Кемь—Ухта. Восточнее этого пункта участки глин с перерывами наблюдаются вплоть до линии Кировской железной дороги. К западу коричневые глины также распространяются значительно дальше, чем подстилающие их серые глины.

Как уже отмечалось, полоса глинистых осадков в долине р. Кеми не является непрерывной. Здесь имеют место три отдельных участка, изолированные один от другого. Наиболее западный расположен по доли-

нам рек Белой, Шомбы и Кеми, выше поселка Юма Верхняя. Второй участок прослеживается от Юмы Верхней до Кривого Порога. Третий, восточный, участок протягивается узкой непрерывной полосой от Кривого Порога до 10-го километра по тракту Кемь—Ухта.

Наибольшую ширину, достигающую 2 километров, имеет западный участок, наименьшую — восточный. Ширина полосы глин восточного участка не превышает 800 метров.

Переходя к анализу стратиграфического положения глинистой толщи, необходимо привести описание разрезов, на основании которых можно сделать правильное заключение о возрасте этих осадков.

Объем работы не позволяет привести описание всех изученных разрезов. Приводятся лишь наиболее характерные. На левом берегу р. Кеми, в 60 метрах к северо-западу от нижнего конца Подужемского порога, в обрыве 3-й восьмиметровой террасы залегают (сверху вниз):

1. Глина — безвалунная, пластичная, неслоистая, тонкодисперсная, однородная серовато-коричневого цвета. Мощность — 5 метров.

2. Песок — мелкозернистый, неяснослоистый, желтовато-серого цвета с валунами кристаллических пород различного петрографического состава. В толще песка встречаются тонкие горизонтальные прослои (до 0,5 см) яркожелтого средnezернистого песка. Книзу количество валунов увеличивается. Мощность -- 0,5 метра.

3. Грубая, песчаная морена, богатая щебнем, гравием и валунами различной окатанности и состава. Видимая мощность — 0,4 метра.

В северо-западном направлении, в 80 метрах от описанной расчистки, располагается уступ 4-й террасы высотой в 10 метров. В обнажениях, приуроченных к этому уступу, видно, что 4-я терраса слагается нацело пластичными глинами коричневого цвета.

Уступ 4-й террасы ниже Подужемского порога круто поворачивает на северо-запад. Отступая на значительное расстояние от берега реки, он образует обширный полукруг, примыкающий вновь к берегу реки около дер. Подужемье. Уступ 3-й восьмиметровой террасы ниже Подужемского порога обрывается непосредственно в реку, повторяя все ее изгибы. В береговых обнажениях 3-й террасы можно наблюдать постепенное погружение моренных отложений по направлению к востоку, влекущее за собой увеличение мощности вышележащей глинистой толщи. На расстоянии 90 м от порога вниз по течению реки в обрыве 3-й террасы обнажаются:

1. Почвенный глинистый слой. Мощность — 0,2 метра.

2. Глины тонкие, коричневого цвета со слабо заметной слоистостью, однородные, без посторонних включений. Мощность — 0,8 метра.

3. Глины тонкодисперсные, плотные, коричневого цвета, со слабо заметными горизонтальными прослоями темнокоричневого цвета. Мощность — 0,6 метра.

4. Глины тонкие, коричневатые-серые с темносерыми горизонтальными прослоями. Мощность — 0,4 метра.

5. Глины тонкие, однородные, темносерого цвета, без посторонних примесей. Видимая мощность — 6 метров.

Вся описанная толща отличается исключительной однородностью механического состава и резким запахом болотного газа.

Далее к востоку мощность серых глин, подстилающих коричневые, увеличивается за счет уменьшения мощности верхнего горизонта. Приблизительно в 400 метрах ниже Подужемского порога 3-я терраса уже

целиком слагается серыми глинами. У дер. Подужемье, в 22-метровом уступе 4-й террасы обнажаются коричневые глины, описанные в предыдущих разрезах, и подстилающие их темносерые глины. Переход коричневых глин в серые постепенный. Глинистая толща здесь опускается ниже уровня воды. Однако, на противоположном берегу видно, что глины залегают непосредственно на кристаллических породах. На левом берегу реки, в районе Кривого Порога терраса, высотой в 8 метров, выработана в песчано-валунной морене, широко распространенной на водоразделах. У хутора Кривой Порог в морене наблюдается мощная линза флювиогляциальных песков, срезанная сверху плоскостью террасы. В 400 метрах от хутора по течению реки в террасовом уступе наблюдается довольно резкая смена отложений, слагающих террасу. Верхняя плоскость моренной толщи круто падает и перекрывается пластичными, безвалунными, коричневыми глинами. Ниже по реке терраса полностью сложена этими глинами и лишь у хутора Нижнего, у подошвы террасового уступа вновь обнажается морена. На расстоянии 300 метров от указанного пункта в противотанковой траншее можно наблюдать погружение широко распространенной на водоразделах основной морены под глинистые слои. На левом берегу Кеми, на северной окраине дер. Авне-Порог, в шурфе, заложенном специально с целью выяснения стратиграфического взаимоотношения основной морены с толщей пластичных глин, зафиксировано залегание основной морены под глинистыми осадками.

На правом берегу Кеми против дер. Авне-Порог у уреза воды обнажаются коренные породы, на которых залегают вязкие серые глины. Этими осадками слагается вторая надпойменная терраса высотой 3,5—4 метра. Глина слагает и следующую террасу, соответствующую по высоте второй террасе левого берега. Эта терраса здесь выражена лишь местами. Обычно наблюдается пологий склон от подошвы террасы к урезу воды. В обрыве этой 3-й террасы, возвышающейся над рекой на 16—18 метров, обнажаются мелкозернистые, хорошо отсортированные пески. В стенке расчистки, ориентированной параллельно берегу, наблюдается горизонтальная слоистость. В боковых стенках слоистость наклонена в сторону реки. В шурфах, заложенных у основания террасы, можно наблюдать постепенные переходы песчаных осадков в глины. Песок, характеризующийся хорошей окатанностью и сортировкой зерен, относится к осадкам бассейна, в котором отлагались и нижележащие глины.

На левом берегу р. Кеми, у 36-го километра по тракту Кемь — Ухта, вновь наблюдаются песчаные слои, лежащие на безвалунных коричневато-серых глинах. Протяженность описанных участков вдоль реки не превышает нескольких десятков метров. На поверхности глинистой толщи и на обрывах песчаных террас ни в одном пункте не было замечено моренного покрова или его остатков в виде отдельных валунов.

На основании изложенного фактического материала можно считать установленным: 1. Морена, подстилающая глинистую толщу в долине р. Кеми, и морена, распространенная на водоразделах, являются одним стратиграфическим горизонтом и продуктом аккумуляции последнего ледника. 2. Глинистая толща залегают стратиграфически выше отложений последнего оледенения и является более молодым геологическим образованием.

Переходя к вопросу о генезисе глинистой толщи, следует несколько подробнее охарактеризовать гипсометрию района, площадное распро-

странение осадков и высоту их залегания над уровнем моря. Необходимо также указать на высоту распространения иольдиевой и литориновой трансгрессий и на положение края ледника в период существования 1-го Иольдиевого моря.

Депрессия, по дну которой протекает р. Кемь, является древней дочетвертичной формой, происхождение которой обусловлено, с одной стороны, структурой и тектоникой докембрийских образований и, с другой,—последующими процессами денудации, которым была подвержена страна в течение длительного дочетвертичного времени. Будучи открыта со стороны Белого моря, эта депрессия, безусловно, должна была затопляться водами морских трансгрессий, которым подвергалось северное морское побережье России в межледниковое и позднеледниковое время.

Однако в разрезах по берегам р. Кеми нет следов ни бореальной (1), ни более поздней Онежской межледниковых трансгрессий. Этот факт может быть объяснен только экзарационной деятельностью последнего ледника. Условия для выпахивающей деятельности надвигающихся ледяных масс здесь были особенно благоприятны, вследствие полного совпадения ориентировки депрессии с направлением движения ледника, о чем свидетельствует направление ледниковых шрамов.

В позднеледниковое время, в период трансгрессии моря Мунте (1-ое Иольдиевое море), страна была покрыта морскими водами до отметок около 130—140 метров над современным уровнем моря. Гипсометрия долины р. Кеми в пределах восточной части от оз. Куйто до Белого моря характеризуется отметками, не превышающими 120 метров. В зоне развития глинистой толщи абсолютные высоты не превышают 100 метров. Опираясь на приведенные цифры, Дементьев пришел к заключению о морском происхождении глинистой толщи. Отсутствие морских флоры и фауны он объяснил низкой температурой вод Иольдиевого моря и опресненностью бассейна, лежавшего в непосредственной близости от края ледника.

Чтобы правильно подойти к решению вопроса о генезисе кемских глин, необходимо сопоставить площадное распространение глинистой толщи с очертаниями низменности, прилегающей к Белому морю, в пределах которой лежит нижняя часть долины р. Кеми. К западу от Белого моря простирается плоская, медленно повышающаяся заболоченная равнина, занимающая обширное пространство по морскому побережью. В пределах этой равнины лежат нижние течения рек Поньгомы, Олонки, Кеми, Шуи и Выга. Абсолютные высоты здесь колеблются от 0 до 40—50 метров. Ширина низменности в районе бассейна р. Кеми достигает 40 километров. Далее на запад абсолютные высоты довольно быстро возрастают до 80—100 метров, и лишь по долине р. Кеми прослеживается узкая, до пяти километров шириною, депрессия с отметками, не превышающими 40—50 метров. Если допустить, что тонкодисперсные кемские глины являются осадками позднеледниковой морской трансгрессии, то с понижением абсолютных высот ареал их должен расширяться, и в пределах приморской низменности следовало бы ожидать широкого распространения глинистых отложений. В действительности, независимо от понижения абсолютных высот, ширина полосы глин в нижнем течении Кеми остается постоянной и не превышает 800—900 метров. На расстоянии 15 километров от берега моря глинистая толща прерывается и далее к востоку не прослеживается.

Не менее важным фактором, который необходимо учитывать при решении вопроса о распространении Иольдиевого моря, является ледниковый покров, так как не только гипсометрия страны, но и положение ледникового края определяли границы позднеледниковой трансгрессии.

На основании исследований 1946 года можно заключить, что депрессия р. Кеми и прилегающая к берегу Белого моря низменность, в период существования 1-го Иольдиевого моря, находились под покровом материкового льда.

Край ледника в то время проходил значительно восточнее современного берега Белого моря. Доказательством правильности приведенного соображения являются факты, на основании которых можно судить о положении края ледника во время существования Иольдиевого моря.

В пределах обширной территории, простирающейся к западу от берега Белого моря между  $64^{\circ}30'$  и  $65^{\circ}30'$  северной широты, широким распространением пользуется основная морена, отложившаяся в процессе таяния последнего ледникового покрова. Основная морена представлена песчаными и супесчаными валунными разностями континентального типа. Порода отличается отсутствием какой-либо сортировки материала. Лишь в непосредственной близости берега Белого моря характер морены резко меняется. Морена здесь представлена мощной толщей горизонтально-слоистых тонких и мелкозернистых песков, изобилующих валунным материалом различного состава и степени окатанности. Такой характер морена могла приобрести только в том случае, если она отлагалась через толщу воды. Следовательно, ледник здесь всплывал в водах морского бассейна.

Западная граница распространения этого бассейна определяется восточной границей распространения континентальной морены, т. е. линией контакта подошвы ледника с континентом. В районе южного Беломорья граница ледникового покрова проходила по линии Беломорск — Шуезеро — оз. Тунгудское — Ругозеро, что подтверждается комплексом краевых образований, наблюдающихся к юго-востоку от этой линии. Ледниковый покров здесь не препятствовал проникновению вод Иольдиевого моря в южном и юго-западном направлениях. Доказательством того, что край ледника находился здесь во времена иольдиевой трансгрессии, являются следующие факты. В долине р. Выг, в районе ст. Сосновец развиты голубовато-серые ленточные глины. По возрасту и генезису эти осадки относятся к отложениям 1-го Иольдиевого моря на основании присутствия в них богатой морской флоры. К северо-западу ленточные глины постепенно переходят в песчаные зандровые поля, которые в ближайшей к леднику части примыкают к флювиогляциальным дельтам и другим краевым формам, маркирующим положение края ледника.

Северная граница распространения ледникового покрова лежит вне пределов Центральной Карелии и выражена менее четко, вследствие отсутствия ясно выраженных краевых образований. По материалам Эпштейна (5), производившего исследования на территории Северной Карелии, иольдиевая трансгрессия проникла в западном направлении на значительное расстояние вглубь континента. На основании изложенного очевидно, что кемская глинистая толща не может быть генетически связана с Иольдиевым морем, так как последнее не проникало в депрессию реки Кеми. Эти глины также не могут быть отложениями

наиболее поздней литориновой трансгрессии, так как максимальная граница ее распространения не превышает 20 метров над уровнем моря.

Бассейн, в котором происходила аккумуляция глинистых осадков, должен был существовать продолжительное время, о чем свидетельствует значительная мощность глинистых осадков. Период же существования 1-го Июльдиевого моря исчисляется всего лишь 300 годами.

Ограниченное распространение глин, изолированность отдельных участков один от другого и от моря, дают основание предполагать, что глины отлагались в замкнутых, озерных водоемах, которые были спущены в недалеком прошлом.

Это предположение подтверждается присутствием в глинах пресноводных диатомовых и полным отсутствием солоноводной флоры и фауны.

В заключение следует отметить, что образование тончайших глинистых илов, аналогичных кемским глинистым осадкам, наблюдается в ряде карельских озер, из которых следует отметить Лулло, Роппома и Кевязозеро.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Даниловский И. В. Маршрутные геологические исследования отложений четвертичной системы 38-го листа 1С-верстной карты (Кемско-Ухтинский край). 1933.
2. Рантман В. И. Результат геолого-разведочных работ ЦСНХ в Кемско-Ухтинском районе в 1926 г. Изд. ЦСНХ АКССР. 1926.
3. Судовиков Н. Г. Материалы к петрографии Центральной Карелии. Труды ГГРУ, в. 51, 1931.
4. Харитонов Л. Я. К стратиграфии и тектонике карельской формации докембрия. Труды Лен. Геол. управления, в. 23, 1941.
5. Эпштейн С. В. К вопросу о позднеледниковой трансгрессии Белого моря в Северной Карелии. Труды асс. по изучению четверт. периода Европы (АИЧПЕ), в. 5, 1941.
6. Международная четвертичная карта Европы. Лист 12, масштаб 1:1500000. Под ред. проф. С. А. Яковлева. Л.—М., 1939.

#### N. I. Apuhtin

#### KESKI-KARJALAN KVARTÄÄRISYSTEEMIN STRATIGRAFIASTA

#### YHTEENVETO

Keski-Karjalan kvartäärisysteemin stratigrafia Danilovskin kaavan mukaan on seuraavanlainen.

Esikvartäärisysteemin varhaisissa muodostumissa on Rissin jääkauden moreeniperusta, joka on paljastettu Kusema-joen rantakerrostumissa.

Riss-Würm-jääkausi esiintyy merellisissä kerrostumissa, joita on paljastettu Kusema-joen rantakerrostumissa. Merelliset kerrostumat sijaitsevat kahden moreeniperustan välissä ja sisältävät merieläimistön jäännöksiä.

Merellisiä kerrostumia peittävä moreeni, joka ikänsä mukaan kuuluu w-gotiglacial-aikakauteen, on paljastettu Kusema- ja Kemijoen rantahalkeamissa.

Kehityskausien välinen aika w-fini-gotiglacial esiintyy savi- ja hiekkakerrostumina, jotka ovat kehittyneet Kemi- ja Vyga-joen laaksoissa.

Stratigrafisesti korkeammalla sijaitsee w-finiglacial-moreeni, jääkauden ja jääkauden jälkeisen ajan muodostumat.

Dementjevin kaava eroaa Danilovskin kaavasta siinä, että siitä puuttuu sarakkeen alimmainen osa. Tekijä pitää vanhimpina muodostumina savikerrostumia, jotka ovat kehittyneet Kemi- ja Vyga-joen joistossa, geneettisesti yhdistämällä nämä muodostumat I:sen Yoldia-meren transgressionin kanssa.

Stratigrafisesti korkeammalla sijaitsee moreeni, myöhäisjääkauden ja jääkauden jälkeisen ajan muodostumat, jotka ovat syntyneet viimeisen jääkauden liikunnasta.

Kyseessä olevan kirjoituksen laatijan v. 1946 kokoaman aineiston perusteella voidaan todeta seuraavaa:

1. Kvartaarikauden vanhin muodostuma Kemi-joen vesistöissä on W-gotiglacial moreeni.

2. Stratigrafisesti korkeammalla sijaitsevat myöhäisjääkauden ja jääkauden jälkeisen ajan muodostumat.

3. Kemi-joen vesistön savikerrostuman päälle levinnyt ja sitä peittävä moreeni on yhtenä stratigrafisena horisonttina.

4. Kemi-joen laaksossa kehittynyt savikerrostuma sijaitsee stratigrafisesti korkeammalla viimeisen jääkauden moreenia ja on nuorimpia geologisia muodostumia.

5. Kemi-joen vesistöissä kehittyneet savikerrostumat ovat syntyneet makeanveden vesistöjen vaikutuksesta.

6. Merelliset kerrostumat, jotka ovat geneettisesti olleet yhteydessä Yoldia-meren kanssa Kemi-joen vesistöissä, puuttuvat, syystä että I Yoldia-meren muodostumisen aikana tämä alue oli jääkuoren peittämä.